МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ И ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК

Материалы Международной
научно-практической конференции, посвященной
25-летию образования факультета «Технический сервис в АПК»

(*Минск, 4–5 июня 2025 года*)

Минск
БГАТУ
2025

УДК 631.3:621

Современные тенденции развития сельскохозяйственного машиностроения и технического сервиса в АПК : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 25-летию образования ф-та «Технический сервис в АПК» (Минск, 4–5 июня 2025 года) / редкол.: Л. М. Акулович [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2025. – 648 с. – ISBN 978-985-25-0291-7.

Сборник включает статьи, представленные не международную научно-практическую конференцию «Современные тенденции развития сельскохозяйственного машиностроения и технического сервиса в АПК», посвященную 25-летию образования факультета «Технический сервис в АПК» Белорусского государственного аграрного технического университета.

Издание представляет интерес для специалистов агропромышленного комплекса, научных и научно-педагогических работников сельскохозяйственного направления, бакалавров, аспирантов, магистрантов, студентов и руководителей сельскохозяйственных предприятий.

Редакционная коллегия:

Акулович Л. М.	д-р техн. н., профессор, профессор кафедры технологии металлов (гл. редактор)
Члены коллегии:	
Еднач В. Н.	канд. техн. н., доцент, декан факультета «Технический сервис в АПК»;
Тарасенко В. Е.	канд. техн. н., доцент, заведующий кафедрой технологий и организации технического сервиса;
Толочко Н. К.	д-р физ.-мат. н., профессор, профессор кафедры технологий и организации технического сервиса

Материалы опубликованы на языке оригинала с сохранением орфографии и пунктуации авторов. Ответственность за достоверность публикуемых материалов несут их авторы.

ISBN 978-985-25-0291-7

© БГАТУ, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1
«Современные тенденции развития технического сервиса в АПК»

1. **Сайганов А.С., Карпович С.К.**
Современные тенденции развития производственно-технического обслуживания сельскохозяйственных товаропроизводителей и основные направления его совершенствования 13

2. **Горгодзе А.Р.**
Проблематика и организационные мероприятия по послепродажному сопровождению и сервису сложной техники, и оборудования для агропромышленного комплекса 22

3. **Лазарев С.Ю.**
О новой технологии ремонта и восстановления автотракторной техники 28

4. **Круглый П.Е., Василевский П.Н.**
Формирование требований функциональности услуг при организации технического сервиса сельскохозяйственной техники 34

5. **Бураев М.К.**
Задачи технического сервиса в агропромышленном комплексе Прибайкалья 39

6. **Круглый П.Е., Василевский П.Н., Шукан М.М.**
Оптимизация резерва запасных частей при организации технического сервиса сельскохозяйственных машин 43

7. **Тарасенко В.Е.**
Диагностирование топливных форсунок CRIN2 с использованием многоканальной измерительной системы с гибкой структурой . . . 48

8. **Романюк Н.Н., Миранович А.В., Еднач В.Н.**
Особенности подготовки инженерных кадров для организаций АПК в условиях цифровой трансформации 53

9. **Жолобов Л.А., Кошелев Р.В., Жартун Д.Д., Климов Н.А.**
Оценка влияния стабилизаторов топлива на технико-экономические показатели бензинового двигателя в режиме нагрузочной характеристики 59

10. **Тарасенко В.Е.**
Обработка массива вибросигналов топливных форсунок поколения CRIN2 различной наработки 64

11. **Гедроить Г.И., Занемонский С.В., Павлючук Н.В.**
Повышение эксплуатационных характеристик дизельных двигателей 69

12. **Тарасенко В.Е., Гаврукович П.А., Азизов А.Б.**
Автоматизированные средства контроля основных параметров автотракторных двигателей 72

13. **Основин В.Н., Мальцевич Н.В., Основин С.В., Агейчик В.А.**
Двухуровневая система организации технического сервиса уборочной техники 78
14. **Рустамов Р.М., Холмирзаев И.А.**
Технические, технологические и экономические параметры системы «Изготовитель машин – исполнитель фирменный технический сервис – потребитель фирменный технический сервис» 83
15. **Анискович Г.И., Мисько В.Г., Шевчук М.А.**
Применение импульсной закалки при упрочнении ножей шнека кормосмесителя-раздатчика 88
16. **Терехов А.А.**
Приготовление кормосмесей для КРС в условиях КФХ 93
17. **Анискович Г.И., Шевчук М.А.**
Комбинированное упрочнение копачей свеклоуборочных комбайнов при их изготовлении 96
18. **Елеушинов А.А., Молдажанов А.К., Азизов А.А.**
Вариативные системы электропривода активных рабочих органов мобильных сельскохозяйственных машин для садов и виноградников . . . 102
19. **Игамбердиев А.К., Гурнович М.Н.**
Повышение эффективности технических систем в агропромышленном комплексе Узбекистана 105
20. **Дунаев А.В.**
Пути улучшения качества технического сервиса МТП 118
21. **Толочко Н.К., Кравцов В.Б., Астрейко К.Ю.**
Аддитивное листовое ламинирование в производстве стальных деталей машин 124
22. **Жилич Е.Л., Никончук В.В., Сапач С.Н.**
Ресурсосберегающие технологии при обслуживании кормового стола КРС 132
23. **Косак А.А., Афанасенко Д.Е., Миранович А.В.**
Использование энергии электромагнитного поля в процессах упрочнения и восстановления металлических поверхностей 135
24. **Рогальская Ю.Н., Бернацкая Д.В.**
К вопросу переработки вторичных продуктов при производстве семян кукурузы для скармливания КРС 141
25. **Бережная И.Ш.**
Инновационные технологии в АПК: внедрение цифровых двойников . . 145
26. **Миранович А.В., Афанасенко Д.Е.**
Трибологические свойства поверхностей, полученных магнитно-электрическим упрочнением с пневмовибродинамической обработкой 149
27. **Жданко Д.А., Мухля О.О.**
Особенности устройства и эксплуатации двигателей ММЗ Д-245/Д-260 с топливной системой COMMON RAIL 156

28. **Войтко И.А.**
Состояние расчетов организаций сельского хозяйства. Оценка риска наступления банкротства 163
29. **Сергеев К.Л., Даниленко И.Н.**
Разновидности смазочно-охлаждающих жидкостей и их роль при обработке металлов резанием. 166
30. **Акулович Л.М., Даниленко И.Д.**
Управление качеством продукции машиностроения на современном этапе 173

СЕКЦИЯ 2
«Инновации в проектировании и производстве машин и оборудования для АПК»

31. **Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В.**
СВЧ переработка непищевых отходов мясной промышленности . . . 177
32. **Жешко А.А.**
Особенности конструкции технических средств для высокоточного внесения удобрений 182
33. **Выгузов М.Е., Ковалева Т.М., Ведищев С.М., Коновалов В.В., Ложкина Е.Б.**
Обоснование структурно-функциональной схемы смесеобразования концентрированных кормов 186
34. **Городецкая Е.А.**
Техническая универсальность диэлектрических сепарирующих устройств 190
35. **Muhammad Bello Garba, Yahaya Isah Shehu**
Design and fabrication of hybrid DC battery-solar powered rechargeable irrigation water pumping device for nigerian small-holder farmers 194
36. **Шумаев В.В.**
Расчёт некоторых параметров желобка катушки зерновой сеялки . . . 199
37. **Шумаев В.В.**
Исследования сеялки для посева семян огородных мелкосемянных культур 203
38. **Шумаев В.В.**
Устройство для поения пчёл 207
39. **Чиркова Н.С., Яшин А.В.**
Некоторые результаты теоретических исследований движения выделяемого жирового шарика в межтарелочном пространстве сепаратора-сливкоотделителя 211
40. **Гусев А.А., Яшин А.В., Чиркова Н.С.**
Теоретические исследования по обоснованию критического размера частицы примеси и ее граничного положения на конической части разделительной тарелки сепаратора-молокоочистителя 215

41. **Орда А.Н., Шкляревич В.А., Ракова Н.Л., Воробей А.С.**
Обоснование путей снижения уплотняющего воздействия ходовых систем сельскохозяйственной техники на почву 220
42. **Орда А.Н., Шкляревич В.А.**
Зависимости между нормальным напряжением и осадкой почвы . . . 225
43. **Ружьев В.А., Губарев В.Д., Титов К.С.**
Перспективное конструктивно-технологическое решение рабочего органа культиватора-глубокорыхлителя 230
44. **Гедроить Г.И., Занемонский С.В., Соболевский С.Е.**
Перспективы применения металлокорда в конструкции пневматических шин 235
45. **Гедроить Г.И., Занемонский С.В., Бобрышов А.В.**
Перспективы применения электромеханической трансмиссии на тракторах 238
46. **Яшин А.В., Бадов В.Д.**
Результаты теоретических исследований по определению постоянных в уравнении радиального прогиба сосковой трубки . . . 241
47. **Капцевич В.М., Корнеева В.К., Цымбалюк А.И., Макаревич А.В.**
Новый подход к анализу хроматограммы масляного пятна, полученного методом «капельной пробы» 247
48. **Щурин К.В., Еднач В.Н.**
Минимизация повреждающих процессов в условиях электрохимической коррозии 251
49. **Корнеева В.К., Капцевич В.М., Цымбалюк А.И., Макаревич А.В.**
Анализ формирования масляного пятна на хроматограмме с использованием плагина Interactive 3D Surface Plot 258
50. **Косимов К.З., Исраилов С.С.**
Устройства для сортировки посевных семян хлопчатника 262
51. **Толочко Н.К., Сокол О.В., Карпач В.Ю., Волков Е.Д.**
Применение систем CAD/CAM/CAE в аддитивном производстве . . . 266
52. **Карлюк А.П., Щурин К.В.**
Анализ механизма дискретизации молекулярных кластеров в процессе магнитной активации 271
53. **Тихонов А.А., Романюк Н.Н., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Федоров М.Е., Коршиков Д.Д.**
Радиогерметичный плавитель жирового сырья непрерывно-поточного действия с СВЧ энергоподводом 278
54. **Лопарев А.С., Казаков К.В.**
Инновационные технологии прессования и сушки жома 285
55. **Захаров А.В., Чикилевский Я.А., Бондаренко И.И., Захарова И.О.**
Производство и направления совершенствования крановo-манипуляторных установок грузовых автомобилей 288
56. **Захаров А.В., Чикилевский Я.А., Бондаренко И.И., Захарова И.О.**
Развитие гидропривода крановo-манипуляторных установок . . . 293

57. **Мисуно О.И., Жаворонков В.Д., Борисенок Н.Д.**
Использование систем гидропоники в сельском хозяйстве 296
58. **Мисуно О.И., Голубинский А.А.**
Влияние центробежных сил на прочность обода шкива ременной передачи 302
59. **Керимов М.А., Горецкий К.В.**
Адаптивная стратегия управления биофизическими системами в молочном скотоводстве 306
60. **Шаймарданов Б.П., Бердимуратов П.Т.**
Сеялка точного высева семян на гребне при капельном орошении 309
61. **Бердимуратов П.Т., Таджимуратова А. П.**
Обоснование технологии посева с одновременным формированием гребня и конструкции формовщика 318
62. **Тойбазар Д.М., Дауренова И.М., Сапаргали А.Ж., Ниязбаев А.К.**
Гелиосушильная установка для сушки перги в сотах 325
63. **Афанасенко Д.Е., Косак А.А., Миранович А.В.**
Многопараметрическая оптимизация магнитно-электрического упрочнения с пневмовибродинамической обработкой рабочих поверхностей насосного оборудования 329
64. **Жумагалиев Е.Р., Тайлер И.А., Хазимов К.М., Ниязбаев А.К., Хазимов М.Ж.**
Комплектование транспортно-тракторного агрегата и расчет потребного количества машин для уборки силоса в хозяйстве . . 336
65. **Косак А.А., Миранович А.В.**
Технологические способы упрочнения и восстановления в электромагнитном поле рабочих поверхностей деталей насосного оборудования 341
66. **Жумагалиев Е.Р., Тайлер И.А., Хазимов К.М., Ниязбаев А.К., Хазимов М.Ж.**
Исследование кинематики криволинейного движения транспортно-тракторного агрегата, предназначенного для вакуумного уплотнения сочных кормов в мягких контейнерах 346
67. **Романюк Н.Н., Агейчик В.А., Еднач В.Н., Бобко Ю.В.**
К вопросу повреждения кожуры клубней картофеля при уборке и послеуборочной обработке 351
68. **Еднач В.Н., Романюк Н.Н., Агейчик В.А., Стрига М.В.**
Совершенствование операции очистки картофеля на комбайнах с использованием регулируемой спиральной вальцовой системы . . . 356
69. **Жилич Е.Л., Никончук В.В., Бернацкая Д.В.**
Комплект оборудования с системой формирования и поддержания микроклимата на молочно-товарных фермах и комплексах 361
70. **Акулович Л.М., Карпач В.Ю., Волков Е.Д.**
Микротвердость поверхностных слоев после магнитно-электрического упрочнения и лазерной обработки 365

71. **Акулович Л.М., Стрига М.В.**
Методы аппроксимации траектории перемещения инструмента на станках с ЧПУ 368
72. **Акулович Л.М., Близнюк Н.М.**
Современные технологии изготовления зубчатых колес с использованием станков с ЧПУ 371
73. **Акулович Л.М., Ковалевич Е.В.**
Магнитно-электрическое упрочнение поверхностей деталей сельскохозяйственной техники 375
74. **Жилич Е.Л., Рогальская Ю.Н.**
Обоснование программно-аппаратной схемы устройства для дистанционного определения промеров тела и живой массы сельскохозяйственных животных…….. 379
75. **Андрушевич А.А., Калиниченко В.А., Ласоцкий С.А., Шатилло С.Д.**
Проектирование технологии литья заготовок деталей сельхозтехники на основе системы «ПолигонСофт» 382
76. **Садоха М.А., Чечуха В.И., Андрушевич А.А.**
Применение индукционных среднечастотных тигельных печей при производстве отливок из алюминиевых сплавов в сельскохозяйственном машиностроении 387
77. **Рогальская Ю.Н., Бернацкая Д.В., Цалко С.А.**
Разработка устройства для приготовления и раздачи полнорационных кормосмесей с возможностью регулирования сахаропротеинового соотношения 392
78. **Андрушевич А.А., Канашкин М.В.**
Инновационная технология импульсной лазерной наплавки пресс-форм деталей автотракторной техники 397
79. **Корнеева В.К., Капцевич В.М., Остриков В.В.**
Определение цвета моторного масла с использованием цветовой модели *HSB* 403
80. **Muhammad Bello Garba**
Economic Analysis of Hybrid DC Battery-Solar Powered Rechargeable Irrigation Water Pumping Device 409
81. **Крук И.С., Маркевич А.Е., Гордеенко О.В.**
Выбор рациональных технологических параметров основной емкости и распределительной штанги при проектировании полевых опрыскивателей 413
82. **Крук И.С., Карпович С.К., Юркевич С.Б., Савлук Л.Н.**
Основные тенденции совершенствования конструкций полевых штанговых опрыскивателей 418
83. **Крук И.С., Гантулга Г., Гордеенко О.В., Лхагвасурэн Л., Анищенко А.А.**
Обоснование основных конструктивных и технологических параметров комбинированных ветрозащитных устройств факелов распыла рабочих растворов пестицидов 423

84. **Бренч А.А., Полякова В.В.**
Обоснование конструктивных параметров куттерного ножа 429
85. **Пасин А.В., Гальцев Д.Е., Бураев М.**
Уборка льна-долгунца модернизированной льнотеребилкой ТЛН-1,5А 433
86. **Шоумарова М., Абдиллаев Т.**
О повышении полноты сбора хлопка вертикально-шпиндельными машинами 438
87. **Акулович Л.М., Сергеев Л.Е.**
Интенсификация процесса магнитно-абразивной обработки сложнопрофильных поверхностей путем применения полусинтетических смазочно-охлаждающих технологических средств 443
88. **Абдулхаев Х.Г., Тухтакузиев А., Тошпулатов Б., Чориев Б.**
Результаты испытаний орудия для обработки гребней 446

СЕКЦИЯ 3
«Охрана труда, защита населения и окружающей среды»

89. **Радченко С.А.**
Мировой опыт улучшения обучения, охраны труда и защиты населения и способ быстро использовать его на основе международного сотрудничества и новых уникальных хоздоговоров для кафедр 450
90. **Баитова С.Н., Тепляков К.И.**
Охрана и улучшение экологического состояния водных объектов Могилевской области 456
91. **Мисун Л.В., Мисун Ал-й Л., Корниенко П.М., Горячко Д.В.**
Повышение безопасности эксплуатации самосвального транспортного средства 460
92. **Андруш В.Г**., **Шелегова Е.В**.
Повышение безопасности труда животноводов при проведении работ в неблагоприятных погодных условиях 462
93. **Ткачева Л.Т., Бренч А.А., Сермяжко М.А.**
Применение и перспективы развития цифровых технологий при обеспечении охраны труда в АПК 468
94. **Кунаш М.В., Белохвостов Г.И.**
К вопросу баланса физиологических и психофизиологических аспектов безопасности труда при акустическом воздействии самоходной сельскохозяйственной техники на работников аграрного сектора 472
95. **Андруш В.Г**., **Походня Е.С.**
Повышение безопасности при работе с КРС улучшением эксплуатационных свойств средств индивидуальной защиты . . . 475

96. **Мисун Ал-р Л, Мисун Л.В., Жиголка М.В., Горячко Д.В., Уласович С.Г.**
Повышение безопасности труда при эксплуатации грузового транспортного средства модернизацией конструкции сиденья 480
97. **Молош Т.В., Королева Л.Н.**
Повышение безопасности труда операторов кормоуборочных комбайнов при заготовке кормов 483
98. **Гаркуша А.В., Мисун Л.В., Мисун Ал-р Л.**
Анализ шумовых характеристик кабин тракторов 487
99. **Савельева О.В., Севастюк Т.В., Раубо В.М.**
Цифровизация, геймификация и другие инновационные подходы в обучении по охране труда на предприятиях АПК 491
100. **Андруш В.Г., Корчик С.А., Рыжук И.М.**
Снижение травматизма работников агропромышленного комплекса прогнозированием рисков с учетом сезонных факторов . . 494
101. **Харченко М.В., Белохвостов Г.И.**
Классификация, конструктивные особенности и эксплуатация глушителей шума в транспортной и сельскохозяйственной технике . . . 498
102. **Мисун Ал-й Л., Мисун Л.В., Жиголка М.В., Горячко Д.В., Синькевич В.А.**
Повышение безопасности и надежности конструкции рамы самосвального транспортного средства 502
103. **Андруш В.Г., Крастелева Н.В.**
Повышение производственной безопасности при уплотнении зеленой массы предотвращением опрокидывания трамбующей техники 504
104. **Ткачева Л.Т., Бренч М.В.**
Проблемы водопотребления в сельскохозяйственном производстве . . . 509
105. **Гаркуша А.В., Мисун Л.В., Мисун Ал-й Л.**
Способы снижения шума в кабинах МСХТ 513
106. **Севастюк Т.В., Гаркуша А.В., Раубо В.М., Савельева О.В.**
Самоконтроль и управление рисками на предприятиях АПК с помощью приложения «Охота на риски» 516
107. **Карпович А.М.**
Предприятие замкнутого цикла как экологическая и техническая проблема 519
108. **Корчик С.А., Молош Т.В., Чижик М.В.**
Формирование корпоративной культуры как элемента системы управления охраной труда 524
109. **Жаркова Н.Н.**
Некоторые аспекты гигиены содержания сельскохозяйственной птицы 527
110. **Корчик С.А., Шелегова Е.В., Катушёнок И.А.**
Повышение безопасности труда работников сельскохозяйственных организаций внедрением поведенческой безопасности 531

111. **Бренч М.В., Процко Л.Е.**
К вопросу улучшения качества процесса обезжелезивания подземных вод 535
112. **Гаркуша А.В., Севастюк Т.В., Гаркуша К.В.**
Эргономические показатели кабины тракторов сельскохозяйственного назначения 538
113. **Гаркуша К.В., Волосюк А.А., Романова В.А., Пешкур Ю.А., Хруль К.С.**
Анализ мирового опыта использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии 541
114. **Мисун Ал-р Л., Мисун Л.В., Корниенко П.М., Горячко Д.В., Скребец В.В.**
Повышение безопасности разгрузки самосвального транспортного средства 544
115. **Русских В.В**., **Белохвостов Г.И., Ермаков А.Н.**
К выбору модели расчета наведенного напряжения на антенном блоке самоходной сельскохозяйственной техники в электромагнитом поле линий электропередач 546
116. **Молош Т.В., Корчик С.А., Железниченко А.Е**.
Повышение производственной безопасности при эксплуатации биогазовых установок 548

СЕКЦИЯ 4
«Духовное и физическое развитие современной молодежи в контексте образовательного процесса»

117. **Баньковская Ю.Л.**
Ценности сетевой культуры современного образования 554
118. **Мизякина С.Н.**
Развитие сетевой среды в сфере высшего образования Республики Беларусь 558
119. **Толкач И.Ф.**
Морально-этическая ответственность будущих инженеров 564
120. **Umar Abubakar Sokoto, Aminu Musa Gusau, Yusuf Aliyu**
Business education: A veritable tool for youth empowerment for job-creation and poverty reduction. [A survey of Sokoto Metropolis] 567
121. **Медведок Т.В.**
О социально-гуманитарном образовании в цифровую эпоху 572
122. **Шабаев Е.А., Четвериков Е.А., Беленов В.Н.**
Духовное и физическое воспитание в контексте образовательного процесса для студентов технических вузов 576
123. **Медведок Т.В., Усик Н.М.**
Специфика статусно-ролевых изменений в условиях трансформирующегося общества 579

124. **Опарин А.Ю.**
Предмет философии техники в подготовке инженерных кадров . . . 583
125. **Медведок Т.В., Курносенкова М.Д.**
Искусственный интеллект как современная философская проблема 589
126. **Кондратьев П. Н., Иванько Н.**
Применение современных игровых технологий для повышения вовлеченности студентов в образовательный процесс 593
127. **Крюковский В.Д.**
Военная выучка слушателей сельскохозяйственных образовательных учреждений в БССР (1924–1928 гг.) 598
128. **Мяньчэня С.В., Грэбень Я.А.**
Тэма Вялікай Айчыннай вайны ў кантэксце выкладання вучэбнай дысцыпліны «Гісторыя беларускай дзяржаўнасці» 604
129. **Карпович А.М.**
Деятельность куратора учебной группы в высшем учебном заведении 607
130. **Круглик И.И.**
Анализ законодательства в сфере олимпийского движения молодежи 612
131. **Старовойтова Ю.В.**
Айтрекинг в психологической подготовке спортсменов 618
132. **Широканова Л.И., Круглик И.И.**
Мотивация студентов к учебным занятиям по физической культуре и спорту 622
133. **Навицкий И.А**.
Распределение тренировочных средств у бегунов на сверхдлинные дистанции в годичном цикле подготовки 625
134. **Аношко В.Г., Прищепа А.А.**
Восстановление митохондрий и дыхательная гимнастика по методике Вима Хофа на занятиях со студентами 630
135. **Фомина Т.В., Рублевская Е. П., Лысова Е.В.**
Взрослея в гармонии: духовное и физическое развитие как основа образовательного процесса для современной молодежи 633
136. **Ракова Н.Л., Кемеш О.Н., Пантелеева Ж.И.**
Теоретическая механика как связующее звено между фундаментальными дисциплинами и дисциплинами инженерного профиля 637
137. **Авцинов И.А., Кудряшов В.С., Иванов А.В., Алексеев М.В., Козенко И.А., Васечкин М.А., Литвинов Е.В.**
Практическая подготовка студентов для решения задач автоматизации и роботизации в агропромышленом комплексе 640
138. **Попов А.И.**
Олимпиады по труду (технологии) как инструмент вовлечения молодежи в инновационную деятельность в АПК 644

УДК 338.43:631.171

Сайганов А.С.[1], доктор экономических наук, профессор;
Карпович С.К.[2], кандидат экономических наук, доцент
[1]*Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси*,
[2]*Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь*

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТОВАРОПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЕГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Аннотация. В статье представлен анализ и оценка текущего состояния и перспектив развития производственно-технического обслуживания сельскохозяйственных товаропроизводителей и разработаны предложения по его совершенствованию.

Abstract. The article presents an analysis and assessment of the current state and development of production and technical services for agricultural producers and formulates proposals for its improvement.

Введение. Важно отметить, что 2025–2029 годы объявлены в Беларуси пятилеткой качества. Одновременно с этим по прогнозным оценкам в 2025 году предполагается довести валовый сбор зерна до 11,0 млн т, молока – 9,2 млн т, мяса КРС в живом весе – более 2,0 млн т, экспорта сельскохозяйственной продукции – более 9,0 млрд. долл. США. Выполнение данных задач возможно только при инновационном функционировании всех отраслей АПК с использованием новейших научных достижений и технологий, направленных на укрепление продовольственной безопасности страны.

Основная часть. Необходимо подчеркнуть, что в современных условиях значимость системы агросервиса в техническом оснащении сельского хозяйства определяется осуществляемыми ею видами деятельности, направленной на обеспечение дальнейшего повышения эффективности функционирования агропромышленного производства.

Поэтому неслучайно Президент Республики Беларусь А. Г. Лукашенко 26 сентября 2024 г. при назначении председателей районных исполнительных комитетов в очередной раз обратил внимание на важность сохранения и восстановления в районах агросервисных организаций, которые могут проводить ремонт современной техники, в частности энергонасыщенных тракторов (число которых растет), обслуживать доильное оборудование. Призвал ни в коем случае данные предприятия не раздавать и не разрушать, чего бы это ни стоило, а наоборот восстанавливать [1].

В настоящее время кроме районных организаций агросервиса созданы и функционируют ремонтные заводы; механизированные отряды; автотранспортные хозяйства; линейно-монтажные участки по механизации животноводческих ферм; станции технического обслуживания автомобилей, тракторов и машинно-тракторного парка; технические обменные пункты; службы по техническому обслуживанию оборудования животноводческих ферм; торговые базы.

Так, например, если взять весь комплекс работ и услуг, выполняемых механизированными отрядами, то особо следует выделить известкование кислых почв, поскольку оно относится к мероприятиям по сохранению почвенного плодородия, предусмотренным Государственной программой «Аграрный бизнес» на 2021–2025 гг. В рамках программы финансируются работы, связанные с известкованием кислых почв, в том числе приобретение известковых материалов и их транспортировка юридическими лицами, включенными в планы известкования кислых почв, ежегодно утверждаемыми управлениями сельского хозяйства и продовольствия райисполкомов.

Кроме того, актуальность проблемы нейтрализации избыточной кислотности почв в Беларуси связана с большими площадями кислых почв. По данным агрохимических обследований, более 90 % земель изначально нуждались в оптимизации кислотности. Климатические условия страны, характеризующиеся достаточным и избыточным увлажнением, позволяют получать высокие и устойчивые урожаи.

В то же время идет объективный процесс обеднения корнеобитаемого слоя почв основаниями, особенно кальцием и магнием, что приводит к подкислению [2]. В этой связи роль известкования заключается в дополнительной мобилизации питательных веществ из почвы, а также экономном использовании минеральных и органических удобрений [3]. Относительно 1990 г. отмечается существенное сокращение объемов работ по известкованию почв в сельскохозяйственных организациях как в целом по Республике Беларусь (на 83,6 %), так и в разрезе областей (таблица 1). Наибольшими темпами сократился объем работ в Минской области (на 87,7 %), наименьшими – в Гродненской (на 75,8 %). При этом на протяжении всего анализируемого периода существенно не изменялись нормы внесения известкового материала в расчете на единицу земельных угодий.

Практика показывает, что в современных условиях механизированные отряды востребованы и получают дальнейшее приоритетное развитие. Так, для повышения уровня технического оснащения сельскохозяйственного производства в Витебской, Гомельской и Могилевской областях Совет Министров Республики Беларусь постановлением № 938 от 10 декабря 2024 г. «О межрайонных механизированных отрядах» определил в них перечень организаций, на базе которых предусматривается создание

дополнительных межрайонных механизированных отрядов в количестве 15 единиц (таблица 2) [5].

Таблица 1 – Проведение работ по известкованию почв в сельскохозяйственных организациях

Область	Год						
	1990	2000	2010	2020	2021	2022	2023
Площадь, на которой проведено известкование почв, тыс. га							
Брестская	139,3	65,1	67,6	27,5	24,5	22,1	22,0
Витебская	151,9	57,5	61,1	24,4	26,6	25,3	24,6
Гомельская	151,1	32,4	54,9	39,3	39,2	36,3	30,5
Гродненская	152,8	39,2	69,9	28,0	28,2	25,7	37,0
Минская	254,7	48,3	95,4	38,9	39,0	35,5	31,3
Могилевская	161,2	50,9	59,1	28,7	26,3	21,7	20,9
Республика Беларусь	1 011,0	293,4	408,0	186,8	183,9	166,7	166,3
Количество внесенных известковых материалов на 1 га произвесткованной площади, т							
Брестская	5,2	5,0	4,6	5,2	5,2	5,2	5,2
Витебская	4,4	4,5	4,4	5,1	5,0	5,0	5,2
Гомельская	6,0	5,5	5,2	5,7	5,9	5,8	5,9
Гродненская	4,8	4,9	4,4	4,7	4,6	4,8	4,9
Минская	5,1	4,6	4,4	5,0	4,8	5,0	4,7
Могилевская	5,2	5,0	4,6	5,5	5,4	5,2	5,4
Республика Беларусь	5,3	5,4	4,7	5,2	5,3	5,3	5,3

Примечание. Таблица составлена по данным [4].

Таблица 2 – Перечень организаций, на базе которых создаются межрайонные механизированные отряды

Наименование организации	Наименование района	Количество отрядов
Витебская область		
ОАО «Верхнедвинский райагросервис»	Верхнедвинский	1
ОАО «Витебский облагросервис»	Витебский	1
ОАО «Глубокский агросервис»	Глубокский	1
ОАО «Дубровенский райагросервис»	Дубровенский	1
ОАО «Оршанский райагросервис»	Оршанский	1
Гомельская область		
Государственное предприятие «Речицаагрохимсервис»	Речицкий	1
ОАО «Гомельоблагросервис»	Гомельский	1
ОАО «Калинковичский РМЗ»	Калинковичский	1
ОАО «Светлогорский агросервис»	Светлогорский	1
Унитарное предприятие «Рогачевский МКК-сервис» – управляющая компания холдинга «МКК-АГРО»	Жлобинский	1
Могилевская область		
Участники холдинга «Агромашсервис»	Могилевский	5

Примечание. Таблица составлена по данным [5].

Постановлением также определен перечень и объемы техники, необходимой для создания одного межрайонного механизированного отряда. В него вошли тракторы, зерноуборочные комбайны, жатки, приставки для уборки рапса, жатки для грубостебельных культур, подборщики для трав, грузовые автомобили, техника для внесения удобрений, агрегаты для обработки почвы и др. (таблица 3) [5]. Кроме того установлено, что в 2024–2025 гг. государственные закупки техники с применением процедуры закупки из одного источника вправе осуществлять указанные организации для создания межрайонных механизированных отрядов у поставщиков в соответствии с данным документом.

Таблица 3 – Перечень и объемы техники, необходимой для создания одного межрайонного механизированного отряда

Наименование техники			Поставщик
марка	модель	количество, единиц	
Трактор	типа БЕЛАРУС-1221	7	ОАО «МТЗ»
Трактор	типа БЕЛАРУС-3522	5	ОАО «МТЗ»
Комбайн зерноуборочный	типа GS-12A1	2	ОАО «Гомсельмаш»
Комбайн кормоуборочный	типа FS80	5	ОАО «Гомсельмаш»
Жатка	типа ЖЗК	2	ОАО «ГЗЛиН»
Приставка для уборки рапса	типа ПР	2	ОАО «Гомсельмаш»
Жатка для грубо-стебельных культур	типа ЖКС	5	ОАО «ГЗЛиН»
Подборщик для трав	типа ПТН	5	ОАО «ГЗЛиН»
Грузовой автомобиль	типа МАЗ 6501	17	ОАО «МАЗ»
Автобус	типа МАЗ 257040	1	ОАО «МАЗ»
Техника для внесения удобрений	типа РУ-7000	4	ОАО «Управляющая компания холдинга «Бобруйскагромаш
Техника для внесения удобрений	типа МТТ-9-1	3	ОАО «Управляющая компания холдинга «Бобруйскагромаш
Техника для внесения удобрений	типа МТУ-20	3	ОАО «Управляющая компания холдинга «Бобруйскагромаш
Агрегат для обработки почвы	типа АПД-7,5М1	2	ОАО «Бобруйксельмаш»

Примечание. Таблица составлена по данным [5].

В настоящее время большинство предприятий системы агросервиса входят в состав Республиканского объединения «Белагросервис», созданного согласно Указу Президента Республики Беларусь от 27 января 2003 г. № 40.

Так, анализ его структуры по состоянию на 01.01.2024 г. показывает, что в Брестской, Витебской, Гродненской и Могилевской областях число районных агросервисных организаций меньше количества административно-территориальных единиц, в Минской – в каждом районе функционирует агросервисная организация. Вместе с тем в Гомельской области количество райагросервисов превышает число административно-территориальных единиц, однако в Наровлянском районе отсутствует районная организация, в Житковичском, Жлобинском, Рогачевском и Речицком – функционируют две, в Мозырском – три. В Ивацевичском и Пинском районах Брестской области также действует по два райагросервиса. Из 14 райагросервисов Витебской области оказанием услуг занимаются лишь 4, остальные ведут производственно-хозяйственную деятельность как среднестатистические сельскохозяйственные организации.

Как показывает практика в процессе дальнейшего развития кооперативно-интеграционных процессов в АПК республики к значительной части районных агросервисных организаций были присоединены аграрные субъекты хозяйствования. В результате часть анализируемых предприятий переспециализировались на производство сельскохозяйственной продукции, в том числе стремясь перейти на особый режим налогообложения (уплату единого налога для производителей сельскохозяйственной продукции). Исследования показали, что в ряде случаев такая переспециализация районных агросервисных организаций привела в последствии к их ликвидации (в количестве 23 единиц) (таблица 4).

Таблица 4 – Список ликвидированных организаций

Организация	Дата ликвидации
1	2
Брестская область	
ОАО «Кобринрайагросервис»	22.12.2020
ОАО «Ляховичский райагросервис»	21.04.2022
ОАО «Барановичская СПМК-2»	16.05.2022
ОАО «Дрогичинский райагросервис»	30.01.2023
ОАО «Малоритская райагропромтехника»	17.03.2023
ОАО «Ганцевичский райагросервис»	15.05.2023
ОАО «Дрогичинский тракторoремонтный завод»	21.08.2023
УП «Березарайагросервис»	02.10.2023
Витебская область	
ОАО «Городокский райагропромснаб»	28.01.2019
ОАО «Ушачский райагросервис»	08.02.2019
ОАО «Поставский райагросервис»	27.11.2020
ОАО «Россонский агросервис»	30.11.2020
ОАО «Сенненский райагросервис»	20.12.2021
ОАО «Бешенковичи агросервис»	21.02.2023

Окончание таблицы 4

1	2
Гомельская область	
КУП «Наровлянский райагросервис»	01.09.2009
ЧП «Природный дар»	18.03.2024
Гродненская область	
ОАО «Гродноагроспецавтотранс»	30.09.2022
Дочернее предприятие «Слонимская сельхозтехника» Гродненского унитарного предприятия «Облсельхозтехника»	29.03.2023
Могилевская область	
ГП «Краснопольерайагропромтехснаб»	03.09.2008
ОАО «Климовичирайагропромтехснаб»	31.12.2020
ОАО «Агрокомплект»	30.06.2022
ОАО «Хотимский райагроснаб»	12.04.2023
Бобруйское ОАО «Агромашсервис»	04.08.2023

Примечание. Таблица составлена по данным [6].

Установлено, что в разрезе областей агросервисы имеют различный уровень специализации, характеризующийся структурой выручки по видам оказываемых услуг и производимой продукции (таблица 5). Так, в Гродненской, Витебской и Гомельской областях в структуре выручки от реализации (без учета торговой деятельности) наибольший удельный вес приходится на ремонтные заводы и мастерские – 55,8 %; 45,7 и 22,5 % соответственно. Данный вид деятельности в соответствующих регионах является одним из самых рентабельных – 15,8 %; 9,9 и 7,3 %.

Кроме того, в перечисленных областях в структуре выручки фиксируется более высокий уровень автотранспортных услуг. В Минской и Могилевской областях сельскохозяйственное производство обеспечивает около половины анализируемой выручки предприятий, в Брестской – сельскохозяйственное, льноперерабатывающее и прочее производство. Данные факты свидетельствуют о существенном отвлечении ресурсов на непрофильную деятельность, что снижает финансовую устойчивость агросервисных организаций, поскольку основными потребителями услуг являются аграрные товаропроизводители, которые зачастую не имеют ресурсов для своевременной оплаты оказанных услуг.

В этой связи наличие существенных размеров дебиторской задолженности подталкивает агросервисные организации к привлечению внешних источников финансирования, что приводит к увеличению кредиторской задолженности. Так, на конец 2023 г. общая сумма дебиторской задолженности агросервисных организаций Брестской области на 34,7 % превышала кредиторскую, Витебской – на 36,8, Гомельской – на 67,8, Гродненской – на 3,0, Минской – на 53,7 %, в Могилевской – в 2,6 раза. При этом в названных регионах сумма просроченной дебиторской задолженности

превышала просроченную кредиторскую задолженность в 3,3; 2,1; 3,3; 6,0; 2,0 и 4,6 раза соответственно. Отдельно следует отметить, что на конец 2023 г. просроченная дебиторская задолженность агросервисных организаций Гомельской и Минской областей сопоставима с кредиторской задолженностью, а в Могилевской – превышает в 1,8 раза. Данные факты свидетельствуют о возможности погашения кредиторской задолженности за счет дебиторской, в отдельных случаях за счет ее просроченной части.

Таблица 5 – Структура выручки (без учета торговой деятельности) и рентабельность выполнения работ, 2023 г.

Область	Ремонтные заводы и мастерские	Механизированные работы и услуги	Автотранспортные хозяйства	Линейно-монтажные участки по механизации животноводческих ферм	Техническое обслуживание оборудование животноводческих ферм	СТО автомобилей, тракторов и МТП	Сельскохозяйственное производство	Льноперерабатывающее производство	Прочие производства, в том числе сдача имущества в аренду	Итого по продукции, работам и услугам
Структура выручки, %										
Брестская	7,2	4,7	3,2	1,1	1,9	3,4	17,1	23,9	37,4	100,0
Витебская	45,7	7,1	5,9	11,7	0,6	0,9	3,4	0,0	24,8	100,0
Гомельская	22,5	7,2	7,3	0,4	3,2	0,8	12,2	0,0	46,4	100,0
Гродненская	55,8	3,0	7,6	1,5	3,7	0,6	0,4	16,0	11,4	100,0
Минская	7,6	6,1	5,4	0,6	2,3	7,4	61,0	0,0	9,6	100,0
Могилевская	3,3	9,6	4,6	3,3	1,5	18,1	45,5	0,0	14,2	100,0
Республика Беларусь	25,5	5,5	5,9	1,8	2,6	4,2	23,2	8,6	22,7	100,0
Рентабельность выполнения работ, %										
Брестская	3,4	11,1	–6,2	–7,1	–2,5	16,4	0,0	10,6	10,6	7,2
Витебская	9,9	0,3	–2,4	2,9	2,6	3,6	1,1	–	12,6	7,7
Гомельская	7,3	0,2	–0,9	–12,0	6,1	1,4	–11,9	–	10,2	4,5
Гродненская	15,8	1,8	–6,0	9,4	11,6	5,1	–24,0	2,9	16,9	10,8
Минская	0,7	3,8	0,5	–14,4	–3,8	6,6	–1,3	–	14,4	1,0
Могилевская	2,7	2,1	7,7	–8,0	21,7	13,7	–0,1	–	14,6	4,8
Республика Беларусь	11,8	3,1	–2,6	–0,9	5,4	10,2	–2,1	6,5	12,0	6,0

Примечание. Таблица составлена на основании проведенных исследований.

Значительная кредиторская задолженность приводит районные агросервисные организации к сложному финансовому положению. Существенная часть анализируемых субъектов хозяйствования в

соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 2 октября 2018 г. № 399 решениями облисполкомов признаны как неплатежеспособные сельскохозяйственные организации в количестве 15 единиц (таблица 6).

Таблица 6 – Районные агросервисные организации, признанные как неплатежеспособные сельскохозяйственные

Организация	Период финансового оздоровления	Номер и дата решения
Брестская область		
ОАО «Брестский райагросервис»	2021–2029 гг.	№ 388 от 29.06.2021
Витебская область		
ОАО «Браславский райагросервис»	2019–2027 гг.	№ 176 от 05.04.2019
ОАО «Верхнедвинский райагросервис»	2019–2027 гг.	№ 558 от 30.10.2019
ОАО «Толочинский райагросервис»	2019–2027 гг.	№ 176 от 05.04.2019
ОАО «Чашникский агросервис»	2019–2027 гг.	№ 176 от 05.04.2019
ОАО «Шарковщинский агротехсервис»	2019–2027 гг.	№ 176 от 05.04.2019
УП «Шумилинский райагросервис»	2020–2028 гг.	№ 376 от 29.06.2020
Гомельская область		
ОАО «Лельчицкий агросервис»	2019–2027 гг.	№ 259 03.04.2019
ОАО «Лоевский агротехсервис»	2021–2029 гг.	№ 496 от 30.06.2021
Минская область		
ОАО «Любанский райагросервис»	2020–2029 гг.	№ 545 от 30.06.2020
ОАО «Молодечненский райагросервис»	2019–2027 гг.	№ 244 от 03.04.2019
ОАО «Мядельагросервис»	2019–2028 гг.	№ 844от 31.10.2019
ОАО «Смолевичский райагросервис»	2019–2027 гг.	№ 244 от 03.04.2019
ОАО «Столбцовский райагросервис»	2019–2027 гг.	№ 244 от 03.04.2019
ОАО «Червенский райагросервис»	2019–2027 гг.	№ 244 от 03.04.2019

Примечание. Таблица составлена по данным [6].

Заключение. Проведенные исследования показали, что агросервисные организации формируют современную производственную инфраструктуру АПК. Производимые ими работы и оказываемые услуги имеют существенное значение в обеспечении продовольственной безопасности страны. Однако выявленные сложившиеся на данный момент времени тенденции развития системы агросервиса свидетельствуют о необходимости принятия мер по их поддержке, направленной на повышение эффективности функционирования действующих субъектов хозяйствования, сохранения их основной специализации. В частности, следует рассмотреть возможность создания специального счета, на который сельскохозяйственные товаропроизводители, имеющие просроченную задолженность перед агросервисным предприятием, будут обязаны перечислять часть выручки от реализации в счет погашения

задолженности. Кроме того, для сохранения специализации на агросервисной деятельности целесообразно внести изменения в порядок исчисления единого налога для производителей сельскохозяйственной продукции, приравняв выручку от оказания агросервисных работ и услуг к выручке от реализации сельскохозяйственной продукции. Принятие данного положения позволит снизить заинтересованность анализируемых субъектов хозяйствования в сокращении объема выручки по основному виду деятельности из-за стремления к переходу на особый режим налогообложения.

Установлено, что для дальнейшего повышения эффективности функционирования механизированных отрядов, своевременным и актуальным будет являться их создание за счет средств инвесторов (участников) в форме ОАО, ООО, ЗАО и др., где взносами могут быть техника, финансы и в которых распределение прибыли должно осуществляться согласно доли (взноса) каждого участника в уставный фонд. В этой связи предлагается следующая примерная схема механизма создания такой модели механизированного отряда.

Во-первых, производственная база формируется за счет выкупа за одну базовую величину неиспользованных ремонтных мастерских при реформировании сельскохозяйственных организаций; во-вторых, на период формирования механизированных отрядов целесообразно предусмотреть льготное налогообложение и исполнение кредитных обязательств сроком 3 года; в-третьих, управление вновь созданной структурой осуществляет наблюдательный совет (или совет участников), который формирует ценовую, техническую политику и исполнительские функции (например, графики проведения работ и т.д.).

Предлагаемая модель механизированного отряда позволит на договорных условиях выполнять работы в различных регионах республики независимо от места базирования той или иной организации, обеспечить стабильное финансовое состояние, увеличить объемы оказываемых услуг, закрепить квалифицированные кадры. Кроме того, она будет иметь существенные преимущества по сравнению с действующей структурой механизированных отрядов, заключающиеся в выборе самостоятельного регулирования взаимоотношений с потребителями услуг и решении вопросов социального обеспечения работников, а также в сокращении потребности в технике по видам работ за счет увеличения производительности труда.

Список использованных источников

1. Официальный Интернет-портал Президента Республики Беларусь: [сайт]. – URL: https://president.gov.by/ru/events/rassmotrenie-kadrovyh-voprosov1727342860 (дата обращения: 09.10.2024).

2. Клебанович, Н. В. Динамика показателей кислотности почв при известковании / Н. В. Клебанович // Вестник БарГУ. Серия: Биологические науки. Сельскохозяйственные науки. – 2015. – № 3. – С. 99–105.

3. Оценка влияния агрохимической мелиорации на повышение эффективности малопродуктивных кислых почв / П. Тиво, Н. Соловцов, А. Лопатнюк, Л. Лопатнюк // Аграрная экономика. – 2019. – № 8 (291). – С. 64–72.

4. Национальный статистический комитет Республики Беларусь: [сайт]. – Минск, 1998–2024. – URL: https:// www.belstat.gov.by/ (дата обращения: 09.10.2024).

5. О межрайонных механизированных отрядах: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 10 дек. 2024 г., № 938 // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – URL: https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22400938 (дата обращения: 20.03.2025).

6. Веб-сервис Kartoteka.by: [сайт]. – Минск, 2015– 2024. – URL: https://kartoteka.by/ (дата обращения: 09.10.2024).

УДК 631.173.4

Горгодзе А.Р., руководитель комитета
промышленной кооперации, науки и образования
Общественная организация Союз промышленников «Прогресс»,
г. Москва, Российская Федерация

ПРОБЛЕМАТИКА И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОСЛЕПРОДАЖНОМУ СОПРОВОЖДЕНИЮ И СЕРВИСУ СЛОЖНОЙ ТЕХНИКИ, И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. Решение организационных задач с целью надлежащего послепродажного сопровождения и сервиса сложной техники, и оборудования для агропромышленного комплекса.

Abstract. Solving organizational tasks to ensure proper after-sales support and service for complex machinery and equipment used in the agro-industrial sector.

Ключевые слова. Сервис, сервисное сопровождение, материально-техническое обеспечение, законодательная база, исследования, контроль.

Keywords. Service, service support, material and technical supply, legislative framework, research, control.

В настоящее время на рынке РФ и СНГ присутствует значительное количество производителей сельскохозяйственной техники, продвигающих свою продукцию различными методами, основанными на тех или иных технологиях маркетинга (соотношение цена/качество, уникальное предложение, позиционирование).

Справедливости ради, стоит отметить, что кардинальных различий в технико-технологических характеристиках машин не наблюдается: в любой ценовой категории потребитель может выбрать для себя продукт от

нескольких производителей, обладающий приблизительно идентичным набором функций и уровнем производительности. Конкурентная борьба в этом случае смещается в сектор потребительских качеств техники (привлекательности), личных (субъективных) взаимоотношений с потребителем, повышения доверия и обеспеченности эффективного взаимодействия. Основным преимуществом в этой борьбе становится формирование лояльности клиента к марке, возможность контроля и управления уровнем лояльности (приверженности)

Предлагается использовать «Сервис» (услуга), как конкурентное преимущество компании и главный инструмент в «позиционировании от потребностей клиента». В данном контексте понятие «Сервис» предполагает не только, и не столько возможность обслуживания и ремонта техники.

Понятие «Сервис» имеет более разноплановый смысл: забота о клиенте, перечень услуг, объем материально-технического обеспечения, скорость реакции на запрос, информирование, обратная связь и др.

Таким образом, создание концепции «Сервис» предполагает дополнительное внимание к потребителям техники и, как следствие, увеличение их лояльности (приверженности) к марке.

Так как основная нагрузка в обслуживании потребителя возлагается на дилеров компании, фактически – это дополнительные требования к собственному дистрибьютору и дилерской сети.

Развитие сервисной сети осуществляется в соответствии с действующим законодательством, регулирующим отношения предприятий производителей, продавцов, покупателей, эксплуатирующих организаций и ремонтно-сервисных предприятий при работе со сложной техникой и оборудованием.

В случаях возникновения вопросов, связанных со спецификой осуществления деятельности в различных регионах и при обеспечении экспорта предпочтение отдаётся местному законодательству в рамках договорных отношений.

Цель:

- чтобы любая машина, произведённая заводом, доходила до эксплуатирующей организации полнокомплектной, собранной, настроенной и готовой к работе в соответствии с ТУ завода-изготовителя;

- чтобы техника правильно эксплуатировалась квалифицированным персоналом и обслуживалась в соответствии с «Руководством по эксплуатации»;

- чтобы любые отказы и поломки техники, произошедшие в период действия гарантийных обязательств, устранялись качественно и в срок, без моральных и претензионно-исковых последствий;

- чтобы клиент, однажды став обладателем техники определённой марки, постоянно находился в сфере услуг и снабжения предприятий, входящих в сеть;

- чтобы количество клиентов и специалистов приверженных продукции того или иного завода приумножалось за счёт правильного привлечения и удержания в информационном поле предприятия.

Для реализации таких планов организовывается дифференцированная сеть обслуживающих и снабженческих предприятий в составе:

а) региональные (в округе до 150–200 км) сервисные центры – созданные заводом-производителем или организованные на договорной основе, на базе крупных дилерских центров или специализированных региональных ремонтно-технических предприятий;

б) территориальные технические центры – организованные на договорной основе, на базе предприятий-дилеров завода специализированных региональных ремонтно-технических предприятий АПК или предприятий материально-технического снабжения сельского хозяйства;

в) опорные базы (склады запчастей и материалов, необходимых для обеспечения гарантийного сервиса) – организованные на договорной основе, как на предприятиях-дилерах, так и при региональных или территориальных техцентрах или предприятиях материально-технического снабжения АПК. Основное назначения опорных баз заключается в снабжении пунктов обслуживания и расширение дистрибьюции запчастей;

г) пункты обслуживания – организованные на договорной основе, как с предприятиями, так и с частными лицами в местах, не охваченных деятельностью региональных или территориальных техцентров по причине отдалённости или малого количества обслуживаемой техники;

д) обеспечение сервисной сети запасными частями, необходимыми для осуществления деятельности, а также для расширения сети продаж;

е) создание, редактирование, публикацию и распространение, необходимой документации, технической литературы, каталогов, руководств, инструкций, учебных и наглядных пособий;

ж) обучение и аттестацию персонала занятого, как в структурах продаж, так и занимающегося обслуживанием, ремонтом и эксплуатацией техники;

з) отдельное бюджетирование, а также материальный и финансовый контроль деятельности предприятий сервисной сети;

и) привлечение высококвалифицированных специалистов, известных своими успехами в организации, оптимизации деятельности и руководстве структур технического и гарантийного сервиса.

Как пример, рассмотрим TOWS-Анализ (таблица 1). А также обратим внимание на необходимость наличия и регулярной обработки некоторых данных:

- соотношение объёмов реализации (по выручке) между готовыми изделиями / запасным частям / сервису (ввод в эксплуатацию, ТО, текущие ремонты, капитальные ремонты);

- соотношение затрат на гарантийное обслуживание к стоимости готового изделия на одну машину, в том числе по затратам на запчасти;

- соотношение стоимости готовой машины к стоимости запасных частей, т.е. сколько стоит полный комплект деталей, достаточных для сборки одной машины, если их покупать, как запчасти в розницу, а также, если оптом по дилерской скидке;

- соотношения объёма продаж запасных частей в разрезах: собственные / покупные; авторизованные / контрафактные; высокодоходные / востребованные; высоко- / низко-оборачиваемые; избыточные / дефицитные;

- соотношение собственного персонала, занятого в сервисе к персоналу в продажах запасных частей;

- количество официальных дилеров, в том числе обеспечивающих сервис на уровне принятых на предприятии стандартов;

- ранжирование дилеров по объёмам продаж и территории ответственности.

В связи с тем, что запасные части более востребованы в межсезонье, особенно в зимний период подготовки техники, повышение спроса выравнивает поступление выручки по году, что также рентабилизирует содержание сервисной службы.

С этой целью необходимы следующие мероприятия для развития работы с запасными частями и расходным материалами:

1. Исследование имеющихся результатов продаж запчастей по оборачиваемости, доходности и срокам исполнения заказа на производстве/при поставке (ABC-анализ).

1.1. Исследование парка машин по количеству, срокам эксплуатации и степени готовности (технологический спрос).

1.2. Исследование предложения на рынке запасных частей и расходных материалов по производителям и поставщикам.

1.3. Исследование платежеспособного спроса и предпочтений потребителей запчастей и расходных материалов по производителям и поставщикам.

2. Составление обязательного ассортиментного минимума запчастей и расходных материалов, достаточного для удовлетворения запросов в регионе.

2.1. Расчёт обязательного объёма запчастей и расходных материалов, достаточного для удовлетворения спроса между очередными поставками и на отчётные периоды (квартал, год).

Таблица 1 – Пример TOWS-Анализ МТЗ 2016 год

СИЛЬНЫЕ СТОРОНЫ		ВОЗМОЖНОСТИ
МТЗ сохраняет устойчивое положение на рынке, по отношению к своим конкурентам, в силу следующих факторов: • наличие большого парка тракторов МТЗ в хозяйствах; • широкая известность марки «МТЗ» и «Беларус»; • отсутствие необходимости в значительных затратах на продвижения продукта, • стоимость тракторов МТЗ, при надлежащем качестве ниже аналогов из стран дальнего зарубежья, • высокая привлекательность для потенциальных дилеров, • высокая ремонтопригодность тракторов, • наличие потенциала производства «оригинальных» запасных частей.		• возрастание степени влияния на конечных покупателей за счет увеличения доли федерального лизинга и вхождения в программы субсидирования; • увеличение производства «оригинальных» запасных частей и привлечение сторонних производителей через контрактное производство и авторизацию; • повышение привлекательности продукта за счёт оперативности сервиса и снабжения; • рост спроса на новое поколение тракторов 3 и выше тяговых классов.

Российская тракторная промышленность еще не способна предложить ни серийный образец тракторов класса 1.4 – 2.0 – 3.0, ни объемы продаж.

Сокращение платежеспособного спроса, обострение конкуренции и лоббирования со стороны КЭМЗ (Ростех), ПТЗ и РСМ вызывает необходимость укрепления рыночных позиций тракторов МТЗ, прежде всего за счет повышения качества продвижения, развития сети сервиса и снабжения.

Вывод:

- необходимо в полной мере использовать ситуацию для наращивания объемов продаж и повышения привлекательности тракторов МТЗ,
- ориентировать торговую организацию на выстраивание долгосрочных отношений с прибыльными предприятиями АПК России и с предприятиями МТО АПК с большим оборотом,
- сегмент рынка тракторов общего назначения 3 и выше классов рассматривать как стратегический.

Необходимо уделить внимание развитию дилерской сети в части сервисного сопровождения и материально-технического снабжения (охват и сроки реагирования).

На рынке запасных частей для сельскохозяйственной техники угроза конкуренции исходит со стороны нескольких участников: 1. от производителей контрафактной продукции, 2. от смежных заводов-производителей запчастей и стандартизованных изделий, 3. от оптово-коммерческих компаний.

Для успешной работы сервисных центров нужно разрешить проблему нестабильности поставок (цены, зачёты) запасных частей, путем увеличения объема их наличия в непосредственной близости от потребителя, в том числе, за счёт привлечения и авторизации сторонних производителей, учета и контроля над сбытовой сетью, через собственное предприятие централизованного распределения в РФ.

Разработка и освоение производственных нововведений должно быть ориентировано на минимизацию издержек производства, чему должно способствовать контрактное производство на территории РФ.

Сертификация и лицензирование производства, патентование прав на все возможные изделия и виды продукции, привлечение инвестиций на формирование структуры продвижения в РФ, позволит повысить привлекательность выпускаемых тракторов и продукта в целом.

СЛАБЫЕ СТОРОНЫ		УГРОЗЫ
• географическая и административная «отдаленность» завода-изготовителя; • слаборазвитая сервисная сеть, не обеспечивающая современные стандарты по оперативности реагирования и охвату; • отсутствие в массовой серии тракторов больших тяговых классов; • нестабильное снабжение запасными частями по срокам и ассортименту; • нестабильное соотношение цена/спрос/объём продукции; • (проблемы цен при вбросе на рынок товара по «зачётным» семам).		• усложнение процесса сертификации, в т.ч. по вопросам уровня выброса двигателей; • перераспределение спроса в сторону колесных тракторов 3 и выше тяговых класса; • рост конкуренции со стороны КЭМЗ (Ростех), ПТЗ и иностранных производителей (производство новых моделей, их агрессивное продвижение, современные стандарты сервиса и снабжения); • высокая доля присутствия контрафактной и неучтённой продукции на рынке запасных частей.

3. Формирование единой структуры и положений, централизованно управляющих оборотом (заказ, производство/закупка, контроль качества, логистика, сбыт, обратная связь) запасных частей и расходных материалов.

3.1. Разработка и реализация программы по патентованию, авторизации, защите прав и лицензированию максимально возможного перечня запчастей и комплектующих, имеющихся на рынке.

3.2. Разработка и реализация программ обеспечения необходимого и достаточного объёма запасных частей по ассортименту и наличию, через привлечение и авторизацию поставщиков.

3.3. Разработка и реализация программ продвижения и стимулирования спроса на «оригинальные» запчасти и расходные материалы.

4. Аудит дилерской сети и приведение в соответствие новой структуре, документообороту и требованиям надлежащего обеспечения спроса в регионе (необходимого и достаточного).

5. Разработка и реализация программ по управлению доходностью и увеличению объёма продаж запасных частей и расходных материалов.

Примеры нормативных документов

1. Гражданский кодекс российской федерации. Принят Государственной Думой 22 декабря 1995 года. ЧАСТЬ ВТОРАЯ. (в ред. Федеральных законов от 12.08.1996 N 110-ФЗ, от 24.10.1997 N 133-ФЗ, от 17.12.1999 N 213-ФЗ, от 26.11.2002 N 152-ФЗ, от 10.01.2003 N 8-ФЗ, от 10.01.2003 N 15-ФЗ, от 26.03.2003 N 37-ФЗ, от 11.11.2003 N 138-ФЗ, от 23.12.2003 N 182-ФЗ, от 29.12.2004 N 189-ФЗ, от 30.12.2004 N 219-ФЗ, от 21.03.2005 N 22-ФЗ, от 09.05.2005 N 45-ФЗ, от 18.07.2005 N 89-ФЗ, с изм., внесенными Федеральным законом от 26.01.1996 N 15-ФЗ, Постановлением Конституционного Суда РФ от 23.12.1997 N 21-П). Раздел IV. Отдельные виды обязательств. Глава 30. Купля-продажа. § 1. Общие положения о купле-продаже. Ст. ст. 454–491.

2. Совет министров СССР постановление от 25 июля 1988 г. n 888. об утверждении положения о поставках продукции производственно-технического назначения, положения о поставках товаров народного потребления и основных условий регулирования договорных отношений при осуществлении экспортно-импортных операций.

3. Инструкция о порядке приемки продукции производственно-технического назначения и товаров народного потребления по количеству (в ред. остановлений Госарбитража СССР от 29.12.73 N 81, от 14.11.74 N 98, с изм., внесенными Постановлением ленума ВАС РФ от 22.10.1997 N 18) Утверждена постановлением Госарбитража при Совете Министров СССР от 15 июня 1965 г. N П-6

4. Инструкция о порядке приемки продукции производственно-технического назначения и товаров народного потребления по качеству (в ред. Постановлений Госарбитража СССР от 29.12.73 N 81, от 14.11.74 N 98, с изм., внесенными Постановлением Пленума ВАС РФ от 22.10.1997 N 18) Утверждена Постановлением Госарбитража при Совете Министров СССР от 25 апреля 1966 г. N П-7.

5. Нормативы затрат на предпродажное и гарантийное обслуживание сельскохозяйственной техники (тракторы, автомобили, комбайны, сельскохозяйственные машины). (Согласованы 06.07.2001 Минсельхоз РФ, Утверждены 19.06.2001 ОАО «Росагроснаб»).

Summary. To effectively develop the management of spare parts and consumables, it is necessary to conduct comprehensive research, including sales analysis, assessment of the machinery fleet, market supply, and consumer demand. Based on this data, a mandatory assortment and stock volume should be defined, while centralizing the processes of ordering, procurement, logistics, and distribution. Programs for licensing, supplier authorization, and promotion of original products play a key role. Additionally, it is essential to adapt the dealer network and implement tools for managing profitability and increasing sales volumes.

УДК 620.9. 621.436

Лазарев С.Ю., кандидат технических наук
ООО «ЭПЕКО», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

О НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА И ВОССТАНОВЛЕНИЯ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ

Аннотация. Рассматривается вопрос о применении нового класса конструкционных материалов – природных минеральных материалов с целью устранения износа сопряжений техники. Приводятся общие результаты применения этих материалов.

Abstract. The issue of using a new class of construction materials – natural mineral materials – to eliminate wear of equipment joints is considered. General results of using these materials are given.

Ключевые слова. Минеральные материалы, физико-механические характеристики, механический КПД, интенсивность изнашивания, расход масла, расход топлива, межремонтные сроки.

Keywords. Mineral materials, physical and mechanical characteristics, mechanical efficiency, wear rate, oil consumption, fuel consumption, time between overhauls.

На современном этапе развития техники износ технических средств превращается для всего человечества в большую проблему. По разным оценкам на устранение износа технических средств и его последствий в виде аварий, выхода из строя энергетических систем, крушения поездов и т.п. расходуется до 30% ВВП отдельной страны, что следует отнести к непроизводительным затратам, отрицательно влияющим на экономику в целом.

В ходе борьбы с этим явлением исследователи и инженеры пришли к пониманию двух вещей:

- основные конструкционные материалы деталей не способны обеспечить низкий уровень износа;
- задачу снижения износа следует решать с помощью покрытий деталей из материалов с иными физико-механическими свойствами.

Таковыми оказался ряд природных минеральных материалов, характеристики которых практически не достижимы при традиционных технологиях получения материалов.

Основные идеи, положенные в основу применения природных минеральных материалов в различных областях техники, сформулированы В.И. Вернадским и А.Е. Ферсманом в первой половине 20-го века. Свойства мелкодисперсных минеральных материалов стали изучать в нашей стране, начиная с 30-х годов [1].

Теоретическое обоснование применения слоистых кристаллических соединений в качестве высокотемпературных твердофазных смазочных материалов впервые дано в монографии Г.П. Майоровой [2].

В дальнейшем, на основании результатов работ по широкому кругу направлений, было зарегистрировано научное открытие №323 «Свойство высокоэнергоплотных минеральных веществ изменять параметры триботехнических систем» [3], установленное в 2007 году.

Снижение износа пар трения обуславливается следующими свойствами высокоэнергоплотных природных материалов:

- данные материалы являются наноструктурированными веществами в компактном состоянии;
- при одинаковых уровнях давления в парах трения возникающая между материалами поверхностей сила адгезионных связей у минералов в 80–150 раз ниже, чем у традиционных материалов пар трения, что обуславливает низкие коэффициенты трения;
- природные материалы обладают высокой твёрдостью, что снижает абразивный износ;
- минеральные материалы обладают низкими индексами смачивания, что приводит к снижению сопротивлений при обтекании поверхности жидкими и газообразными телами;
- природные материалы обладают высокими антикоррозионными свойствами, так как не вступают при нормальных условиях в реакции с большинством кислот и щелочей.

Технологии формирования покрытий на поверхностях деталей двигателей подробно изложены в [4-6]. Основным требованием является формирование на поверхности сплошного слоя материала.

Формирование поверхности быть осуществлено как при изготовлении деталей или ремонте двигателя станочным способом на специализированных предприятиях [7-8], так и способами безразборной обработки [9-11].

Перечислив свойства новых материалов, кратко изложим насколько изменяются характеристики агрегатов, узлов и деталей автотракторной техники при использовании на поверхностях деталей минеральных покрытий.

В двигателях оценить изменения механических потерь можно посредством мотор-тесторов, измеряющих механический КПД. Замеры механического КПД двигателей разных типов в обычном исполнении,

показывают следующие величины: в бензиновых двигателях – от 0,74 до 0,87; в дизелях, в зависимости от типов и конструкций [12] – от 0,70 до 0,92.

Исследования [13] показывают, что механические потери в четырёхтактном двигателе содержатся в ЦПГ – 43%; аэродинамические и гидравлические потери – 33%. Остальные узлы – менее 11%. Зависимость механического КПД автомобильных двигателей от пробега статистически прослеживается слабо.

Результаты изменения механического КПД при использовании триботехнических составов и разных присадок при безразборном варианте зависят от характеристик и количества расходного материала, вводимого в систему двигателя. Это количество, зависящее, как от технических, так и от коммерческих, причин, в подавляющем большинстве случаев бывает совершенно недостаточным для полного устранения механических потерь. Например, при стендовых испытаниях одного из составов с минеральным материалом дизеля 2Ч 8,5/11 при номинальной мощности механический КПД увеличился с 0,7 только до 0,9.

Комплексные испытания 5-и препаратов с разными принципами действия, проведённые Шабановым А.Ю. и Колодочкиным М.В. [14], показали, что только средства Suprotec и XADO, которые содержали минеральные составляющие, показали прирост мощности (до 4,0%), снижение механических потерь (до 5,6%), снижение расхода топлива (до 7,4% только при малых нагрузках), снижение расхода масла (до 45%), токсичность снизилась только за счёт снижения расхода масла.

В целом продуктов износа у всех обработанных двигателей меньше, чем у контрольного мотора, на 12–60%, в зависимости от вида состава. По результатам исследования деталей (шатунные вкладыши, коренные вкладыши, поршневые кольца) выяснилось, что во всех случаях имеются потери массы деталей, которые снижаются по сравнению с контрольным двигателем в 1,20…1,8 раза.

Коэффициенты трения при испытаниях на машине трения снизились у составов Suprotec с 0,049 до 0,025 и XAD0 с 0,070 до 0,040; у остальных изменились незначительно.

Исходя из результатов можно констатировать, что применение трибосоставов позволяет в основном поддерживать состояние двигателей, не получая максимальных результатов.

Максимальные характеристики агрегатов узлов и деталей в случае наличия на поверхности минеральных покрытий толщиной не менее 15…20 мкм.

Данные приведены по [6-11, 15-17] и результатам многочисленных измерений отдельных характеристик.

Максимального результата для любых агрегатов или узлов можно добиться даже при безразборной обработке, если ввести в зону контакта необходимое из геометрических размеров поверхностей количество расходного материала. Стабильные результаты, полученные на мотор-тестере типа К-297, следующие: механический КПД составляет величину 98,2-99,5% (в частности, на а/м «Волга» ГАЗ 24-11 – 98,5%, на а/м «Волга» ГАЗ 31 – 98,2%). На современных машинах можно получить аналогичный результат, необходимо лишь провести соответствующие замеры с помощью мотор-тестера.

В изношенных цилиндрах можно восстановить компрессию до паспортных значений или выше. Например, увеличение компрессии для л/а «Ford-sierra» – с 9,6 до 14,5 кгс/см^2; для «Жигули» ВАЗ 21093 – с 10,5 до 13,5; для грузовика ЗИЛ-130 (возрастом 20 лет) – с 7,0 до 11,3; для убитого а/погрузчика «Хайстер» – с 10,0 до 20,0.

Притирка клапанов в минеральной среде позволяет в дальнейшем забыть об их существовании.

Уменьшение потерь на трение в двигателе естественным образом ведёт и к снижению расхода топлива. Кроме этого, что интересно, наблюдается и снижение объёма вредных выбросов.

На 1-ом авторемонтном заводе в г. Санкт-Петербург был освоен ремонт дизелей фирмы «RABA-MAN» автобусов «Икарус». Завод отгрузил потребителям 125 двигателей с пониженным на 12,0%–12,7% потреблением топлива. Расчётный механический КПД для них – в пределах 0,96…0,97, а ресурс – 20–25 лет.

Карьерный самосвал БелАЗ-7519 со степенью износа агрегатов 70-80% показывал перерасход топлива от нормативной величины 3800 л/месяц. После формирования покрытий на деталях ходовой части и двигателя при последующей эксплуатации в течение полугода расход топлива в месяц снизился на 700 литров ниже норматива, что являлось минимальным расходом топлива по всему парку.

Интересен результат модификации деталей в автомобилях с большим возрастом. Испытывались два легковых отечественных автомобиля.

Замеры расхода топлива на 100 км пробега у легковых автомобилей производились по двухмесячным наблюдениям до, и после модификации пар трения при примерно равных условиях эксплуатации. Был налажен тщательный учёт топлива. Результаты этих опытов следующие: снижение расхода топлива от 15,8% до 25,0%.

Представленные примеры показывают, что можно достигать весьма высоких эксплуатационных результатов на поршневой машине любого возраста.

Снижение расхода масла в модифицированном двигателе связано в основном со снижением расхода масла на угар. Расход смазочных масел определялся в ходе стендовых испытаний в течение 12 лет на различных

типах дизелей [12, 13, 17]. Снижение расхода масла на угар составляет 2,5 – 3,5 раза. В частности, для дизеля 2ч 8,5/11 расход масла на угар снизился в 3,28 раза.

Одним из показателей экологичности работы двигателя является состав выхлопных газов (наличие СО в %), измеряемый типовыми газоанализаторами. У легковых автомобилей максимальное снижение СО в отработавших газах – с 7,2% до 1,5–1,7%.

Изменение в составе отработавших газов подтверждается и стендовыми испытаниями дизеля 2ч8,5/11 с одним из разновидностей триботехнического состава. Эмиссия азотосодержащих газов снизилась на 20%.

По литературным данным интенсивность изнашивания деталей и узлов составляет от $1{,}4 \times 10^{-10}$ до $4{,}9 \times 10^{-12}$. В модифицированных двигателях эта величина снижается до величин $1{,}0 \times 10^{-14} ... 3{,}7 \times 10^{-14}$.

Экономические показатели. Для двух парков автомобильной и строительной модифицированной техники экономия средств составила 0,12 от стоимости новых образцов в год. Для потребителя снижение эксплуатационных расходов составляет 2,7 раза в год.

Для крупных автопарков интерес представляют расходы на эксплуатацию, отнесённые к стоимости техники.

В парке из 123 единиц строительно-дорожной техники модифицировались в основном двигатели, а кроме того, некоторые механические передачи и подшипники. По результатам годичной эксплуатации экономия средств на обслуживание составила 0,12 стоимости парка техники.

В парке легковых отечественных и импортных автомобилей численностью 89 количество капитальных ремонтов двигателей снижено с 58 до 1 за период 12 месяцев.

Заключение. Технически проблема выпуска автотракторной техники нового поколения со значительно сниженными эксплуатационными расходами на сегодняшний день практически решена. Необходима только политическая воля для её воплощения и реорганизация отрасли под новые технологии. Всё изложенное касается в целом любых механических систем. Экономический эффект от повышения надёжности и эффективности аграрной техники может быть направлен как на снижение цен на продукцию, так и на другие цели.

Список использованной литературы

1. Дерягин, Б.В., Лазарев, В.П. Новый закон трения, его экспериментальная проверка и применение к трению минеральных дисперсойдов. – Коллойдный журнал, т. 1, вып. 4. – 1935. – С. 293–302.

2. Майорова, Л.А. Твердые неорганические вещества в качестве высокотемпературных смазок. – М.: Наука, 1971. – 95 с.

3. Научное открытие №323. Зуев В.В., Лазарев С.Ю., Лавров Ю.Г., Денисов Г.А., Маринич Т.Л., Половинкин В.Н., Соловьёв А.П., Холин А.Н. Свойство высокоэнергоплотных минеральных веществ изменять параметры триботехнических систем. Сборник описаний научных открытий №3. – 2007г.

4. Зуев, В.В., Лазарев С.Ю. Природные минеральные материалы в современной технике. Теория и практика применения. Наука и технология. Том 2. Труды XXIV Российской школы по проблемам науки и технологий. РАН. М.2004 г. – С. 149–159.

5. Грушев, В.В., Лазарев С.Ю. Промышленное применение минеральных покрытий и ультразвуковой обработки. Монография. // Чита: ЗабГУ, 2011. – 151 с.

6. Черноиванов, В.И., Голубев И.Г. Восстановление деталей машин (Состояние и перспективы). – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 376 с.

7. Патент RU 2263217 Лазарев С.Ю., Энгельке М.В., Кузякин Ю.И. Способ формирования минеральных покрытий поверхностей деталей из металлов и сплавов.

8. Патент RU 2263217 Лазарев С.Ю., Филимонов В.П., Холопов Ю.В. Способ обеспечения минимальных механических потерь в поршневых машинах-двигателях внутреннего сгорания.

9. Лавров, Ю.Г, Половинкин В.Н. Повышение износостойкости деталей дизелей на основе геотрибоэнергетики. – «Двигателестроение». – 1994 г. – №5. – 41 с.

10. Половинкин, В.Н., Лавров Ю.Г., Аратский П.Б. Применение геомодификаторов трения для восстановления изношенных поверхностей узлов трения при эксплуатации. Материалы международного научно-практического симпозиума «Славянтрибо-5. Наземная и аэрокосмическая трибология-2000. Проблемы и достижения.» СПб 26-30.06.2000 с. 289.

11. Хмелевская, В.Б., Леонтьев Л.Б. Повышение надёжности судового оборудования технологическими методами. Том 2. Триботехника покрытий и композиционных материалов. Владивосток. – ГУП «Издательство «Дальнаука»» ДВО РАН, 2004. – 282 с.

12. Двигатели внутреннего сгорания. Теория поршневых и комбинированных двигателей. Под ред. А.С. Орлина и М.Г. Круглова. – М.: Машиностроение, 1983. – 375с.

13. Groth K. Neuere Methoden zur Untersuchung von Reinbungs verlusten in Motortriebwerken. Schiff & Hafen/Kommandobrűcke 29 (1977) 10. – s. 917–923.

14. Шабанов, А., Колодочкин М. Как отсрочить смерть двигателя? – «За рулём», №9. – 2015г.

15. Половинкин, В.Н., Лавров Ю.Г., Аратский П.Б. Применение геомодификаторов трения для восстановления изношенных поверхностей узлов трения при эксплуатации. Материалы международного научно-практического симпозиума «Славянтрибо-5. Наземная и аэрокосмическая трибология-2000. Проблемы и достижения». – СПб 26-30.06.2000. – с. 289.

16. Погодаев, Л.И., Кузьмин В.Н. Структурно-энергетические модели надёжности материалов и деталей машин. – СПб. Издательство «МКС». 2006. – 608 с.

17. Патент RU 2263217 Лазарев С.Ю., Филимонов В.П., Холопов Ю.В. Способ обеспечения минимальных механических потерь в поршневых машинах-двигателях внутреннего сгорания.

Summary. Technically, the problem of producing a new generation of motor and tractor equipment with significantly reduced operating costs has been practically solved today. Only political will is needed for its implementation and reorganization of the industry for new technologies. All of the above applies in general to any mechanical systems. The economic effect of increasing the reliability and efficiency of agricultural equipment can be directed both to reducing prices for products and to other purposes.

УДК 631.3.004.67

Круглый П.Е., кандидат технических наук, доцент;
Василевский П.Н., старший преподаватель
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ФОРМИРОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ УСЛУГ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Аннотация. Изложен порядок формирования требований функциональности при организации технического сервиса сельскохозяйственной техники. Установлено, что ожидаемая функциональность зависит от назначения услуги, типа потребителя и степени неопределенности хозяйственных условий.

Abstract. The procedure for forming functionality requirements in the organization of technical service for agricultural machinery is presented. It is established that the expected functionality depends on the purpose of the service, the type of consumer, and the degree of uncertainty in economic conditions.

Ключевые слова. Функциональность услуг, технический сервис, длительность услуги, стабильность, уровень несоответствий.

Keywords. Functionality of services, technical service, duration of service, stability, level of non-conformities.

Функциональность системы обслуживания определяется потенциалом ее производственной среды [1, 2]. Здесь основными являются такие факторы, как организационно-техническое обеспечение, производственные помещения, технологическое и контрольно-диагностическое оборудование, оснастка и средства измерений, кадровое обеспечение, нормативная и технико-технологическая документация.

Для потребителей техническая функциональность характеризуется способностью системы обслуживания выполнять заказы в ожидаемые сроки и приемлемым качеством технологических операций. Функциональность зависит от назначения услуги, типа потребителя и степени неопределенности хозяйственных условий.

Ожидаемая функциональность $\vec{\Phi}$ может определяться такими оперативными показателями, как длительность услуги, стабильность и уровень несоответствий

$$\vec{\Phi} = \left(t_з, P_з\left(t\right), \vec{H} \right). \quad (1)$$

Длительность выполнения услуги оценивается временем $t_з$ от момента получения заказа до его исполнения, например доставки машины владельцу. В отдельных случаях используют обратную величину $\mu = 1/t_з$ – интенсивность обслуживания. На современном уровне развития технологии технического обслуживания и ремонта, ремонтопригодности машин и складской логистики выполнение заказа клиента на ремонт машины может занимать около 1 ч, но может длиться и несколько дней.

Время выполнения заказа включает оперативное время технического обслуживания или ремонта машины, время на доставку запасных частей от места их хранения к месту ремонта машины, организационное время на вызов специалиста к месту нахождения машины, определение неисправности, передачу сведений и т.п. В общем случае время выполнения заказа клиента $t_з$ можно представить как сумму трех составляющих

$$t_з = t_{оч} + t_{мто} + t_{обс}, \quad (2)$$

где $t_{оч}$ – время нахождения заявки в очереди из-за отсутствия свободных мощностей (постов, передвижных мастерских);

$t_{мто}$ – время, необходимое для обеспечения принятого заказа требуемыми запасными частями и материалами;

$t_{обс}$ – время обслуживания, которое характеризуется технологическими особенностями работы, т.е. время выполнения основной работы.

При выполнении заявки на техническое обслуживание машины (т.е. периодического воздействия) длительность реализации заказа примерно известна, так как при плановом воздействии ресурсы и трудоемкости нормированы и его время зависит от конструктивных особенностей машины, ее технического состояния и в основном характеризуется показателями ремонтопригодности.

При устранении случайных отказов сельскохозяйственной техники все значительно сложнее. Так, восстановление работоспособности включает в себя идентификацию отказа (определение его места и характера), локализацию отказа (составление перечня требуемых процедур, запасных частей и материалов), наладку или замену отказавших элементов, регулирование и контроль технического состояния элементов объекта и заключительные операции контроля работоспособности машины в целом. При этом в ходе выполнения самих ремонтных работ может появиться необходимость выполнения других, ранее не предусмотренных операций. В результате время, необходимое для выполнения услуги, зависит также

от уровня организованности системы технического сервиса, так как имеет место случайная последовательность событий и состояний. Кроме того, требуется учет ряда технико-экономических и организационных факторов, например квалификации обслуживающего персонала. При плохо организованной логистике доступность и скорость операций во многом зависят от обеспеченности системы обслуживания запасными частями и материалами – от $t_{мто}$. Это отчетливо проявляется, если при приеме заказа недостаточно точно оценивалась потребность в запасных частях и материалах.

В целом такую внутреннюю организацию процессов технического сервиса можно характеризовать коэффициентом

$$K_{тс} = t_{обс} / t_з = t_{обс} / (t_{обс} + t_{доп}) = t_{обс} / (t_{обс} + t_{оч} + t_{мто}), \qquad (3)$$

где $t_{доп}$ – время на выполнение дополнительных работ.

Показатель длительности выполнения услуги $t_з$ следует рассматривать с точки зрения потребителя. Для клиента время обслуживания его машины начинается с момента ее отказа, т.е. характеризуется продолжительностью вывода машины из эксплуатации для выполнения технического обслуживания и ремонта, а не $t_з$, как это воспринимает персонал системы обслуживания. Это значение времени для клиента сложно определить, так как оно зависит от условий эксплуатации и режима работы машины.

Оценить точно длительности $t_{мто}$ и $t_{оч}$ довольно сложно, так как они фиксируются только при приеме заказа. Однако на самом деле могут быть незафиксированные случаи, когда клиент самостоятельно определяет доступность системы обслуживания, интересуясь по телефону длиной очереди или наличием на складе нужной запасной части. В зависимости от полученной информации клиент может отказаться от услуги, не уведомляя об этом систему обслуживания.

Обычно длительность услуги оценивают средним временем выполнения заказа по статистическим данным

$$t_{ср} = (1 / N_з) \sum t_{зi}, \qquad (4)$$

где $t_{зi}$ – время выполнения *i*-го заказа;

$N_з$ – общее число анализируемых заказов.

Этот показатель получил широкое распространение вследствие своей простоты и наглядности.

Так как время выполнения заказа случайно, то помимо $t_{ср}$ необходимо располагать значением характеристики рассеивания – дисперсии $D(t_з)$

или среднего квадратичного отклонения $\sigma(t_з)$. При известном законе распределения среднее время выполнения заказа определяется по формуле

$$t_{ср} = M\{t_з\} = \int_0^\infty t f_з(t)dt = \int_0^\infty t dF_з(t), \quad (5)$$

где $f_з(t)$ и $F_з(t)$ – соответственно плотность и функция распределения длительности выполнения заказа.

Оценка $f_з(t)$ и $F_з(t)$ обычно производится по их эмпирическим функциям [3]. Эмпирическая функция плотности выразится формулой

$$\widehat{f_з}(t) = \frac{n_k}{N_з \Delta t}, \ если (k-1)\Delta t \le t < k\Delta t, \quad (6)$$

где $N_з$ – общее число заказов.

Эмпирическая функция распределения длительности выполнения заказа $\hat{F}_з(t)$ может быть найдена на основании опытных данных по формуле

$$\hat{F}_з(t) = n_з(t)/N_з, \quad (7)$$

где $n_з(t)$ – число заказов (из $N_з$), длительность исполнения которых менее t.

Стабильность выполнения услуги означает способность системы обслуживания исполнять заказ в ожидаемые и обещанные сроки. Если доступность мощностей и отражает способность системы обслуживания оказывать услуги именно тогда, когда нужно, а время выполнения функций технического сервиса $t_з$ – способность исполнения конкретного заказа в предусмотренные сроки, то стабильность – это постоянное соблюдение условий выполнения заказов клиентов на протяжении длительного времени. Таким образом, стабильность может оцениваться вероятностью того, что время выполнения заказа не превысит заданного значения $t_{зад}$.

Вероятность того, что выполнение заказа не превысит заданное время $t_{зад}$, определяется по формуле

$$P_з(t_{зад}) = Вер\{t_з \le t_{зад}\} = \int_0^{t_{зад}} f_з(t)dt. \quad (8)$$

Статистическое значение вероятности выполнения заказа равно

$$\hat{P}_з(t_{зад}) = 1 - n_{зн}(t_{зад})/N_з, \quad (9)$$

или в более общем виде

$$\hat{P}_з(t) = 1 - n_{зн}(t; t+\Delta t) / N_з(t; t+\Delta t), \qquad (10)$$

где $n_{зн}(t_{зад})$ – число заказов, не выполненных за заданное время $t_{зад}$;

$n_{зн}(t; t+\Delta t)$ – число заказов, не выполненных за промежуток времени от t до $t+\Delta t$;

$N_з(t; t+\Delta t)$ – общее число заказов, подлежащих выполнению за тот же интервал времени.

Иногда показатель стабильности оценивают условной интенсивностью обслуживания $\mu_з(t)$, которая характеризует вероятность выполнения заказа в единицу времени при условии, что до этого момента времени заказ не выполнен. При известном законе распределения времени обслуживания

$$\mu_з(t) = f_з(t) / [1 - F_з(t)]. \qquad (11)$$

По статистическим данным значение условной интенсивности обслуживания определяется по формуле

$$\mu_з(t) = n_{зв}(t; t+\Delta t) / [\Delta t n_{зн}(t)], \qquad (12)$$

где $n_{зв}(t; t+\Delta t)$ – число заказов, выполненных в интервале от t до $t+\Delta t$;

$n_{зн}(t)$ – число невыполненных заказов на момент t.

Вычисление вероятности обслуживания требует знания закона распределения времени выполнения услуги.

Таким образом, полагая известными законы распределения времени выполнения заказа и модели организации сервиса, система обслуживания может устанавливать необходимые значения всех указанных показателей для требуемого уровня сервиса.

Уровень несоответствий. Непрерывное обеспечение заданного уровня обслуживания в любых условиях требует, чтобы планы работы учитывали возможность срывов и недостатков. Другими словами, планы обслуживания должны предусматривать особые действия, направленные на ликвидацию каких бы то ни было исключительных ситуаций и предотвращение брака в работе, а также на корректное исправление брака. Таким образом, разного рода сбои и чрезвычайные обстоятельства должны быть трансформированы в приемлемые путем включения в планы обслуживания клиентов чрезвычайных мер для преодоления и исправления негативных ситуаций, а также установления гарантийных обязательств.

Текущая деятельность в этом направлении осуществляется в виде контроля при выполнении технологических процессов, при приемке продукции клиентом и в гарантийный период. В качестве показателей

уровня несоответствий (вектора $\vec{H}$) могут использоваться браковочные уровни и соответствующие вероятности, а также время устранения недостатков, виды и длительности гарантийных периодов и др.

Таким образом, формирование требований функциональности услуг по изложенной методике позволит повысить качество технического обслуживания и ремонта при организации технического сервиса сельскохозяйственной техники и выровнять загрузку системы обслуживания.

Список использованной литературы

1. Круглый, П. Е. Некоторые аспекты интерактивного процесса проектирования программ технического сервиса сельскохозяйственной техники. / П. Е. Круглый, А. Л. Мисун, П.Н. Василевский и др. // Современные проблемы и пути развития технического сервиса в АПК: материалы Международной науч.-практ. конфер. (Минск 5-6 июня 2024 г.). – Минск: БГАТУ, 2024. С. 76–79.

2. Технический сервис транспортных машин и оборудования / С. Ф. Головин. – М.: Альфа-М: ИНФРА, 2014. – 228 с.

3. Прикладная математика. Для инженеров и научных работников / А. И. Кобзарь. – М.: Физматлит, 2006. – 816 с.

Summary. Formation of requirements for the functionality of services according to the described methodology will improve the quality of technical maintenance and repair when organizing technical service of agricultural machinery and equalize the load on the service system.

УДК 631.173(571.53)

Бураев М.К., доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского», г. Иркутск, Российская Федерация

ЗАДАЧИ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ ПРИБАЙКАЛЬЯ

Аннотация. Приведены некоторые задачи по преодолению кризиса в сфере технического сервиса машинно-тракторного парка в сельском хозяйстве. Освещена роль технологической оснащенности предприятий технического сервиса в поддержании работоспособного состояния сельскохозяйственной техники. Показано, что в вопросах ремонтно-технического сервиса сельскохозяйственной техники нужна четко организованная система сервисных предприятий и механизм ее управления.

Annotation. Some tasks are presented to overcome the crisis in the field of technical service of the machine and tractor fleet in agriculture. The role of technological equipment of technical service enterprises in maintaining the working condition of agricultural machinery is highlighted. It is shown that in matters of repair and technical service

of agricultural machinery, a well-organized system of service enterprises and a mechanism for its management are needed.

Ключевые слова: технический сервис, сельское хозяйство, ремонт, обслуживание, задачи.

Keywords: technical service, agriculture, repair, maintenance, tasks.

Специфический характер сельского хозяйства, связанный с сезонным производством сельскохозяйственной продукции, накладывает свой отпечаток на техническое состояние машинно-тракторного парка. Какой бы надежной техника ни была ее интенсивное использование при воздействии большого числа природно-производственных факторов, приводит к потере годности и необходимости ремонтно-обслуживающих воздействий по ее восстановлению [1, 2]. Эта проблема сегодня упирается в решение задач технического сервиса в условиях неопределенности современного развития планово-предупредительной системы ремонта и технического обслуживания [2]. В свое время благодаря этой системе в регионах действовала трехуровневая инфраструктура ремонтно-обслуживающей базы АПК, область – район – хозяйство [3]. Согласно этому принципу в Иркутской области действовали ремонтные заводы, специализированные ремонтные предприятия областного и районного уровней по полнокомплекному капитальному ремонту техники, станции технического обслуживания, каждое хозяйство имело центральную ремонтную мастерскую [4]. В настоящее время система характеризуется значительным снижением эффективности в связи с критическим физическим и моральным износом оборудования ремонтно-сервисных предприятий, низким уровнем и недостаточной квалификацией исполнительских кадров и руководителей предприятий агротехнического сервиса [5]. Доля ремонтно-обслуживающих процессов в системе технического сервиса в последние годы составляет 58 %. Различные виды торговли машинами – 36 %. В регионе низкая обеспеченность тракторами (60 %), зерноуборочными комбайнами (27 %), кормоуборочными комбайнами (40 %) и другими видами машин. Нагрузка на трактор в году составляет 237 га, т.е. в два раза выше нормативной, зерноуборочный комбайн соответственно в 3,7 раза (440 га) и кормоуборочный комбайн в 5 раз (1431 га) [6]. При этом область ежегодно закупала зарубежную сельхозтехнику. Современное состояние обеспеченности объектами системы технического сервиса по данным [5] показано на рисунке 1.

Время кардинально изменило системообразующие приоритеты на селе, начиная от организации процессов до подготовки квалифицированных кадров. Несмотря на безоговорочный приоритет сельского товаропроизводителя в производственно-техническом сервисе жизнь его на селе лучше не становиться. В 2024 году более 8 % фермерских хозяйств

прекратили свою деятельность. Сегодня с особой остротой встают проблемы воспитания и подготовки профессиональных кадров от механизатора-тракториста до инженера и преемственности поколений (от опытного к начинающему, от отца к сыну), когда знания и опыт передаются и становятся залогом будущего развития сельского инжиниринга [6].

Рисунок 1 – Предприятия технического сервиса АПК Иркутской области

В вопросах ремонта и технического обслуживания сельскохозяйственной техники нужна четко организованная система сервисных предприятий и механизм ее управления. Уровень технологической подготовки производства должен непрерывно повышаться и совершенствоваться, обеспечивать требования высокой готовности заводов и мастерских к ремонту и сложным видам технического обслуживания конструктивно сложной современной сельскохозяйственной техники [7].

Основные задачи технического сервиса в регионе:

1. Обеспечение рационального использования и работоспособности сельскохозяйственной техники. Для этого необходимо повышать уровень производственно-технической эксплуатации сельскохозяйственной техники путем создания машинно-технологических станций, реконструкции и технического перевооружение предприятий технического сервиса с учетом требованиями современной цифровой экономики.

2. Формирование многоуровневой системы обеспечения сельскохозяйственной техники составными частями машин путем совершенствования агрегатного метода ремонта с использованием стратегию управления обменным фондом.

3. Развитие вторичного рынка сельскохозяйственной техники. Для этого возложить на сервисные предприятия работу по приобретению восстановлению, модернизации и продаже подержанной техники по льготным ценам с гарантией качества.

4. Совершенствование организации ремонтного производства. Разработать организацию и технологию интегрированной логистической поддержки производственных процессов ремонтного производства. Провести аттестацию рабочих мест, повысить эффективность вспомогательного производства, улучшить систему технического нормирования.

5. Лицензирование сервисных предприятий дилеров. Повышение эффективности взаимодействия дилеров с владельцами машин через систему фирменного сервиса, провести сертификацию услуг дилеров, обеспечить экологическую и техническую безопасность ремонтно-обслуживающих технологических процессов [8].

6. Улучшить кадровое обеспечение ремонтно-сервисных предприятий и инженерной сферы АПК в целом. Для этого использовать систему непрерывного обучения школа – колледж - вуз, улучшить качества подготовки и переподготовки специалистов, вести мониторинг показателей конкурентоспособности специалистов инженерно-технического профиля на рынке труда.

Этими и другими задачами предусмотрена разработка мер по адаптации ремонтно-сервисного производства к изменяющимся условиям среды, развитию инфраструктуры технического сервиса с учетом возможностей местного производства и совершенствование кадрового состава. В полной мере это относится к владельцам импортных машин, испытывающих сложности с обслуживанием техники брендов, покинувших российский рынок с введением санкций.

Список использованной литературы

1. Особенности развития и совершенствования системы технического сервиса в АПК республики Беларусь / Н. К. Лисай, С. К. Карпович, В. П. Миклуш [и др.] // Труды ГОСНИТИ. – 2016. – Т. 125. – С. 14–23. – EDN XHGALR.

2. Журавлёв, С. Ю. Современная концепция организации технического сервиса машин в АПК// Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 3 (89). С. 119–125.

3. Состояние и перспективы развития ремонтно-обслуживающей базы АПК РФ / В. И. Игнатов, Ю. В. Катаев, В. С. Герасимов, Д. В. Андреева // Вестник машиностроения. – 2021. – № 5. – С. 84-88. – DOI 10.36652/0042-4633-2021-5-84-88. – EDN WSPYNM.

4. Бураев М. К. Производственно-техническая эксплуатация парка в АПК Байкальского региона / М.К. Бураев, М.В. Охотин – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2013. – 219 с.

5. Проблемы технического сервиса агропромышленного комплекса Байкальского региона / М. К. Бураев, А. В. Шистеев, Г. М. Бураева, А. И. Аносова

// Вестник ВСГУТУ. – 2022. – № 3(86). – С. 56–62. – DOI 10.53980/24131997_2022_3_56. – EDN OSHUNZ.

6. Информационный бюллетень Министерства сельского хозяйства Иркутской области «Агрофакт» № 1 Октябрь 2024. – 48 с.

7. Аносова, А. И. Совершенствование технического сервиса машин в АПК на основе оценки и анализа технологического уровня ремонтных предприятий / А. И. Аносова, М. К. Бураев // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 10. – С. 65–68.

8. Катаев Ю.В. Повышение эффективности дилерских предприятий на основе управления качеством услуг / Ю.В. Катаев, Е.Ф. Малыха // Наука без границ. – 2018. – №5 (22). – С. 73–78.

Summary. In the Irkutsk region, the creation and operation of technical service enterprises for agricultural machinery remains problematic. To solve this problem, it is necessary to increase the level of technological preparation of production, ensuring the requirements of high availability and reliability of repair equipment. Workshops, maintenance points should be reconstructed and equipped with equipment and other means of repair and maintenance in accordance with modern requirements for the procedure and quality of repair and maintenance of machines. The weak elaboration of most issues of the organization and technology of repair and service maintenance is the reason for the aging of technological equipment and an increase in costs and the share of repair impacts during the life cycle of machines. These issues, requiring their solution, negatively affects the results of the activities of rural producers in the region and testifies to the relevance and demand for solving the tasks.

УДК 62-192(07)

Круглый П.Е., кандидат технических наук, доцент;
Василевский П.Н., старший преподаватель;
Шукан М.М., аспирант
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЗЕРВА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Аннотация. Приведена методика оптимизации резерва запасных частей при организации технического сервиса сельскохозяйственной техники. Изложены результаты оптимизации резерва запасных частей необходимых для обеспечения работоспособности высокопроизводительных кормоуборочных комплексов.

Abstract. A methodology for optimizing the spare parts reserve during the organization of technical service for agricultural machinery is presented. The results of optimizing the spare parts reserve necessary to ensure the operability of high-performance forage harvesting complexes are described.

Ключевые слова. Оптимизация, работоспособность, запасные части, технический сервис.
Keywords. Optimization, operability, spare parts, technical service.

Специфика запасных частей как товара требует прогнозирования спроса по каждому наименованию для определения сроков и объёма завоза запасов на склад, обеспечивающего выполнение заказа в любой период года или сезона для поддержания работоспособности сельскохозяйственной техники. Для прогнозирования спроса используют математические методы. Прогнозирование спроса включает определение величины спроса в период между двумя поставками и оценку запасов и распределения спроса в этот период. Частота прогнозирования зависит от статистики спроса.

Пополнение запасов – важнейший элемент системы управления, обеспечивающий своевременную ликвидацию дефицита или затоваривания. Формирование и контроль запасов заключаются в определении объема запасов и в разработке условий, обеспечивающих поддержание запасов на необходимом уровне. Критерием оптимизации запасов как правило является минимум расходов на их пополнение и хранение.

Система управления запасами должна включать удобный способ учета поступления и расхода запасных частей, применение математических методов управления запасами.

Планирование поставок запасных частей подразделяется на перспективное, ориентировочное, основное и оперативное. Перспективное планирование проводится на срок не более двух-трех лет. Ориентировочное – на предстоящие 12...15 месяцев с разбивкой на кварталы. Основное планирование – квартальное. Оно ведется с учетом заявок на детали, поставляемые в каждом месяце квартала. При этом конкретно указываются запасные части, которые полагается получить в первом месяце. Оставшаяся часть заказов служит в качестве прогноза потребностей и уточняется дополнительно за две-три недели до начала следующего месяца.

Оперативные планы составляются производителями запасных частей на предстоящий месяц с 15 по 30 число на основе уточненных заявок. На запасные части машин, снятых с производства, заявки принимаются за полгода до исполнения.

Для более эффективного снабжения и снижения расходов на содержание всей номенклатуры запасных частей на складе их подразделяют на три группы: А, В и С. В группу А входят от 5 до 15% наименований деталей, продажа которых составляет 60...70% стоимости, в группу В соответственно 25...30 и 20...25%, в группу С – 55...70 и 5...20%. Запасные части двух последних групп хранятся на центральных складах

фирмы-производителя, а первой группы – на складах регионального или районного уровня.

Предприятие, производящее сельскохозяйственную технику, прежде чем выпустить свою продукцию на рынок создает сеть дилерских технических центров и складов запасных частей. Только тогда оно получает право на заключение торговых сделок в пределах данной территории или района. Высокий уровень технического сервиса гарантируется компьютеризированной системой управления, которая обеспечивает эффективную работу.

При расчете величины и номенклатуры резерва запасных частей применима теория массового обслуживания [1-7].

Система обеспечения сельскохозяйственной техники резервными запасными частями может рассматриваться как система массового обслуживания с ограниченным входящим потоком требований с ожиданием. В данном случае обслуживающие аппараты – резервные запасные части (к примеру, запасные агрегаты). Каждый агрегат обслуживает одновременно одно требование. Если в момент поступления в систему требования (отказавшей машины) имеется хоть один запасной агрегат, немедленно начинается обслуживание. Оно продолжается до тех пор, пока на склад вместо выданного исправного агрегата не поступит новый или отремонтированный. Таким образом, под временем обслуживания здесь понимается время оборота агрегата (время от момента выдачи агрегата со склада до момента поступления вместо него нового или отремонтированного). Это время распределено экспоненциально. Поток требований поступающих в систему есть поток отказов i-ых агрегатов, требующих их замены, с параметром λ_i. Он близок к простейшему [2, 3, 4].

Уравнения стационарного состояния в этом случае:

$$\begin{gathered}
-\lambda m P_0 + \nu P_1 = 0 \\
(m-k+1)\lambda P_{k-1} - [(m-k)\lambda + k\nu]P_k + (k+1)\nu P_{k+1} = 0 \\
(0 < k < n) \\
(m-k+1)\lambda P_{k-1} - [m-k)\lambda + n\nu]P_k + n\nu P_{k+1} = 0 \qquad (1) \\
(n \le k < m) \\
\lambda P_{m-1} - n\nu P_m = 0.
\end{gathered}$$

Вероятность работы k резервных агрегатов при условии, что число отказавших основных агрегатов меньше резерва

$$P_k = \frac{m!\alpha^k}{k!(m-k)!} P_0, \qquad (2)$$

$$(1 \le k \le n)$$

а вероятность того, что требуют замены k отказавших основных агрегатов, когда их количество больше числа резервных,

$$P_k = \frac{m!\alpha^k}{n!n^{k-n}(m-k)!}P_o, \qquad (3)$$

$$(n < k \le m),$$

где $\alpha = \frac{\lambda_i}{\nu_i}$, $\nu_i = \frac{1}{t_{io}}$, t_{io} – время от момента выдачи i-го агрегата со склада до момента поступления вместо него нового или отремонтированного.

Для определения вероятности P_o (вероятность того, что все резервные агрегаты находятся на складе) воспользуемся условием

$$\sum_{k=0}^{m} P_k = 1 \qquad (4)$$

Тогда

$$P_o = \left[\sum_{k=0}^{n} \frac{m!\alpha^k}{k!(m-k)!} + \sum_{k=n+1}^{m_p} \frac{m!\alpha^k}{n!n^{k-n}(m-k)!} \right]^{-1} \qquad (5)$$

Среднее число отказавших машин, ожидающих замены составных частей при их отсутствии; среднее количество составных частей на складе; коэффициент простоя машины из-за отсутствия резервных составных частей; коэффициент простоя резервной составной части определяются по зависимостям, приведенным в [5].

Учитывая вышесказанное, функционал оптимизации резерва составных частей, с учетом ущерба от простоя машин из-за отсутствия запасных частей, а также издержек от хранения запаса, отнесенных к одной машине, имеет вид

$$\gamma_a(m,n) \underset{\to min}{=} \frac{C_м(1+y_o)\frac{(m-1)!}{n!}\sum_{k=n+1}^{m}\frac{(k-n_1)\alpha^k}{n^{k-n}(n-k)!} + C_a\sum_{k=0}^{n}\frac{(n-k)(m-1)!\alpha^k}{k!(m-k)!}}{\sum_{k=0}^{n}\frac{m!\alpha^k}{k!(m-k)!} + \sum_{k=n+1}^{m}\frac{m!\alpha^k}{n^{k-n}n!(m-k)!}}, \qquad (6)$$

где $C_м$ – ущерб от простоя машины и работающего на ней персонала;

y_o– коэффициент, учитывающий потери от простоя сопряженных средств механизации в долях от стоимости простоя основных машин;

m – парк машин;

n – количество запасных составных частей;

λ_i – параметр потока отказов, требующей замены i-ой составной части;

t_{io} – время оборота i-ой составной части;

C_a – стоимость хранения одной составной части на складе, отнесенная к одному часу работы машины.

Результаты оптимизации резерва запасных частей проиллюстрированы на примере высокопроизводительных кормоуборочных комплексов КВК-800 «Полесье-800».

Для восстановления отказавших машин кормоуборочных комплексов и сокращения времени их простоя в ремонте создается поэлементный резерв (резерв составных частей: агрегатов, деталей). Величину этого резерва можно определить или в результате минимизации удельных затрат от простоя машин и издержек хранения запаса (зависимость 6) или с учетом того, чтобы вероятность простоя машин из-за отсутствия резервных составных частей была не более некоторой величины [5].

Оптимизация количества резерва запасных частей комплексов высокопроизводительных кормоуборочных КВК-800 «Полесье-800» для дилерского центра выполнена по зависимости (6).

Результаты оптимизации резерва запасных частей, необходимых для обеспечения работоспособности комплексов высокопроизводительных кормоуборочных КВК-800, показали, что на 100 комплексов «Полесье-800» необходимо иметь на складе дилерского технического центра по 4 редуктора верхних и нижних вальцев, 2 аппарата измельчающие, 2400 ножей барабана, 4 ускорителя выброса, 5 валов ускорителя выброса, 2 силосопровода, 2 основания силосопровода, 2 устройства доизмельчающие, 10 главных приводов, 6 переключателей длин резки, по 2 редуктора бортовые правые и левые, 120 брусов противорежущих, 5 двигателей Д-280-1S-01, другие запасные части.

Необходимо отметить, что отношение оптимального резерва запасных частей к величине парка комплексов «Полесье-800» с увеличением последнего уменьшается.

Таким образом, изложенная модель позволяет оптимизировать резерв запасных частей (агрегатов и узлов) при организации технического сервиса сельскохозяйственных машин.

Функционал оптимизации резерва запасных частей получен с учетом ущерба от простоя машин, сопряженных средств механизации, работающего на них персонала и издержек от хранения запаса.

Установлено количество запасных частей на 100 комплексов «Полесье-800», которое необходимо иметь на складе дилерского технического центра.

Определено, что отношение оптимального резерва запасных частей к величине парка комплексов «Полесье-800» с увеличением последнего уменьшается.

Список использованной литературы

1. Тарасенко, В.Е. Надежность технических систем и техногенный риск / В. Е. Тарасенко, А. Л. Мисун, А. А. Жешко А.А. [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2023. – 72 с.

2. Круглый П. Е. Исследование и анализ потоков восстановления работоспособности кормоуборочных комбайнов при организации технического сервиса. / П. Е. Круглый, П. Н. Василевский, М.М. Шукан, П.С. Круглый // Современные проблемы и пути развития технического сервиса в АПК: материалы Международной науч.-практ. конфер. (Минск 5-6 июня 2024 г.). – Минск: БГАТУ, 2024. С. 43–49.

3. Круглый П. Е., Кашко В. М., Мисун А. Л. и др. Исследование и анализ ремонтопригодности кормоуборочных комбайнов при организации их технического сервиса. В сб. Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: материалы Международной науч.-практ. конфер. (Минск, 24-25 октября 2019 г.). – Минск: БГАТУ, 2019. – С. 111–113.

4. Ивашко, В. С. Круглый, П. Е. Кашко. В. М. и др. Исследование и анализ потоков требований на обслуживание технических систем. – Изобретатель № 9 (213), 2017. – С. 33–37.

5. Ивашко, В. С. Миленький, В. С. Круглый, П. Е. и др. Оптимизация резерва запасных частей для обеспечения работоспособности автомобилей. – Изобретатель № 4 (160), 2013. – С. 44–47.

6. Юдин. М. И. Техника применения математического аппарата теории вероятностей в надежности машин / М. И. Юдин, И. В. Карасев, Р. А. Титов и др. – Краснодар: Кубанский ГАУ, 2006. – 255 с.

7. Кобзарь А.И. Прикладная математика. Для инженеров и научных работников. – М.: Физматлит, 2006. – 816 с.

Summary. The proposed model enables the optimization of the spare parts inventory (components and assemblies) for organizing technical service of agricultural machinery. The optimization function for the spare parts reserve was derived by considering the losses from machine downtime, associated mechanization equipment, operating personnel, and the costs of maintaining the inventory. The required number of spare parts per 100 «Polesie-800» complexes to be kept in the warehouse of a dealer's technical center was determined. It was found that the ratio of the optimal spare parts reserve to the size of the «Polesie-800» complex fleet decreases as the latter increases.

УДК 621.432. 631

Тарасенко В.Е., кандидат технических наук, доцент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ТОПЛИВНЫХ ФОРСУНОК CRIN2 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНОГОКАНАЛЬНОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ С ГИБКОЙ СТРУКТУРОЙ

Аннотация. Представлены этапы вибрационного диагностирования топливных форсунок поколения CRIN2 с использованием многоканальной измерительной системы с гибкой структурой и специализированного диагностического стенда. Результаты позволяют контролировать состояние узлов топливной аппаратуры дизельных двигателей. Разработанный подход

вибрационного диагностирования топливных форсунок способствует организации в АПК системы технического сервиса на основе цифровых технологий управления состоянием машин.

Abstract. The stages of vibration diagnostics of CRIN2 generation fuel injectors are presented using a multichannel measuring system with a flexible structure and a specialized diagnostic stand. The results allow monitoring the condition of diesel engine fuel equipment units. The developed approach to vibration diagnostics of fuel injectors contributes to the organization of a technical service system in the agro-industrial complex based on digital technologies for machine condition management.

Ключевые слова. Форсунка, стенд, тестирование, показатель, спектр.

Keywords. Injector, stand, testing, indicator, spectrum.

Вибрации являются носителями уникальной информации о тончайших особенностях поведения конструкции и действующих в ней рабочих процессов. По быстроте реакции на любые изменения состояния вибрациям нет равных среди других сопровождающих физических явлений. Структуры вибраций указывают на свое происхождение, т.е. демаскируют дефект [1].

С целью идентификации на ранней стадии эксплуатационных дефектов деталей автотракторных двигателей в лаборатории технического сервиса топливной аппаратуры и агрегатов гидросистем УО «БГАТУ» в рамках гранта Президента Республики Беларусь в сфере науки на 2024 год выполнен комплекс научно-исследовательских работ по тестированию форсунок CRIN2 различной наработки. В последующем выполнен анализ вибрационных характеристик рассматриваемых форсунок [1-3, 7].

На диагностическом стенде CR-Jet 4E (Dieselland) с использованием разработанной многоканальной измерительной системы с гибкой структурой [4-6] испытаны форсунки CRIN2 (типовой номер 0445120141) на всех режимах нагружения. Использовались вибродатчики MPU9250, которые крепились на корпусе форсунок клейкой лентой и специальным стяжным хомутом.

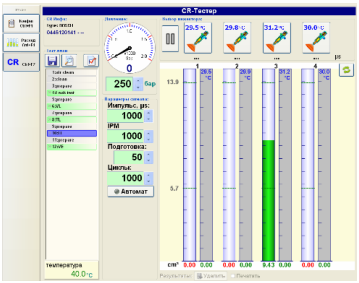
На каждом этапе тестирования (проверка гидроплотности Leak test, тестирование при максимальной нагрузке VL, тестирование при средних нагрузках или оценка экологичности, так называемая, «точка эмиссии» EM, тестирование на холостом ходу LL и тестирование предварительного впрыска топлива VE1 и VE1) форсунки формировался соответствующий протокол. Визуализация данных рабочих окон программы стенда на конкретных режимах тестирования представлена на рисунке 1.

Разработанная измерительная система отображает в режиме реального времени вибросигналы относительно системы координат *xyz*, создает амплитудно-частотную характеристику быстрым преобразованием Фурье. Система также сохраняет сигналы для их последующей вейвлет-обработки. Изначально сигналы записывались в бинарные файлы с расширением «bin», а позднее – в wav-файлы, с фиксацией момента перехода на следующий тест-план [5].

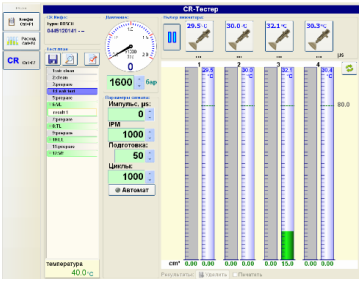
Во избежание разности подачи тестовой жидкости при нагружении одновременно тестированию подвергалась одна форсунка. Как следует из

рисунка 1, активной является секция под номером три, фактическое значение расхода тестовой жидкости указывается непосредственно под столбцом (к примеру, на рисунке 1*д* значение расхода составляет 214 см^3/1000 циклов).

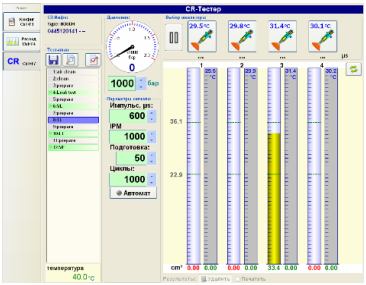
На рабочем окне каждого из представленных этапов тестирования указаны пределы значений расхода, которые соответствуют нормальной работе исправной форсунки и рекомендованы производителем топливной аппаратуры данной категории. На режиме тестирования LL таковыми пределами являются значения от 5,7 до 13,9 см^3/1000 циклов, на режиме TL – значения от 22,9 до 36,1 см^3/1000 циклов и так далее.



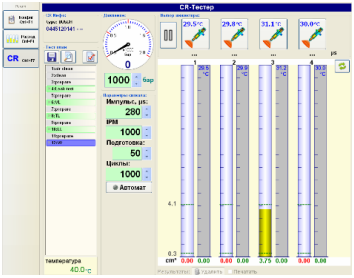
а



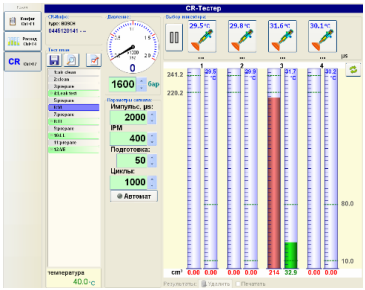
б



в



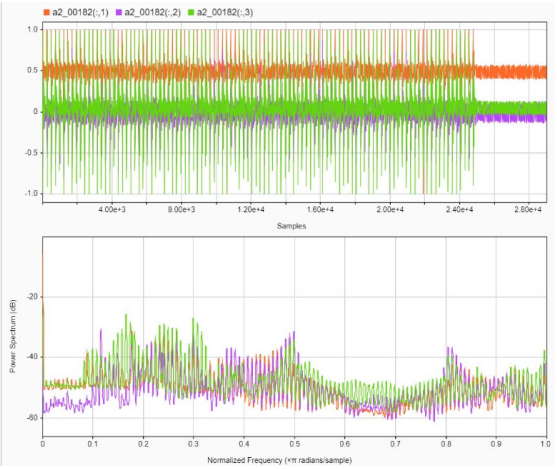
г



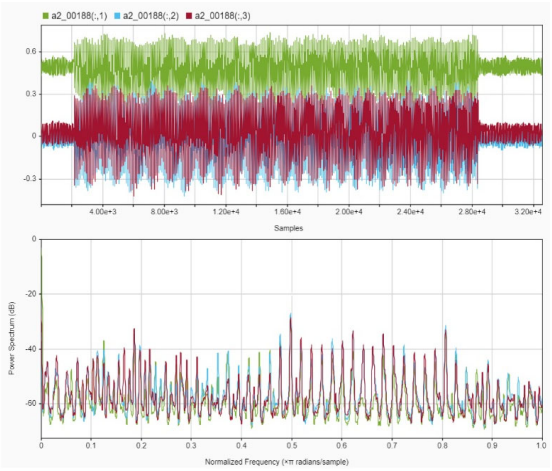
д

Рисунок 1 – Рабочие окна программы стенда на режимах тестирования соответственно LL (*а*), LT (*б*), TL (*в*), VE (*г*) и VL (*д*)

На основании проведенных исследований был сформирован массив данных, представленный в виде лабораторного журнала. Элементы массива данных упорядочены в зависимости от режима нагружения исследуемой форсунки с представлением проекций полученного сигнала на оси пространственной декартовой системы координат. Для каждого элемента набора данных выполнено преобразование Фурье, что позволяет выявить характерные изменения спектра сигнала форсунок (рисунок 2).



а



б

Рисунок 2 – Результаты тестирования форсунки поколения CRIN2 с износом запорного конуса и корпуса на режиме максимальной нагрузки VL (*а*) и режиме холостого хода LL (*б)*

В совокупности массив данных лабораторного журнала и спектрограмм, полученных с использованием математического пакета MATLAB, формируют теоретико-практическую базу результатов анализа динамики спектральных, вейвлетных и статистических образов вибросигналов форсунок поколения CRIN2.

Целью дальнейшего программного диагностирования топливных форсунок является выявление в вибросигнале выраженных гармоник с контролем их поведения. Суть данного решения сводится к обработке спектрограмм (скейлограмм) как изображений методами цифровой обработки многомерных сигналов.

В качестве множества параметров контроля поведения гармоник (идентификационного вектора) вибросигнала выступают:

– количество выраженных гармоник в вибросигнале;

– номер (или частота) выраженной гармоники в вибросигнале;

– пиковые частоты в поведении выраженных гармоник во времени.

При вычислении идентификационного вектора параметров спектрограммы определяется множество данных, на основе которых однозначно можно распознать режим диагностирования (VL, TL, LL) и судить о состоянии топливной форсунки.

Таким образом, предложены этапы вибрационного диагностирования топливных форсунок с использованием многоканальной измерительной системы с гибкой структурой и специализированного диагностического стенда. Предложен метод выявления в вибросигнале выраженных гармоник с контролем их поведения. Результат подхода формируется при обработке спектрограмм (скейлограмм) как изображений методами цифровой обработки многомерных сигналов.

Список использованной литературы

1. Тарасенко, В.Е. Методы диагностирования зарождающихся эксплуатационных дефектов деталей автотракторных двигателей / В. Е. Тарасенко, О. Ч. Ролич, А. А. Жешко // Агропанорама. – Минск, 2025. – № 2 (168). – С. 25–31.

2. Тарасенко, В. Е. Исследование электромагнитного инжектора поколения CRI 2-25NC с меньшими токами управления / В. Е. Тарасенко, О. О. Мухля, А. А. Жешко, А.П. Сырбаков [Электронный ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2023. – № 1. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/1/st_131.pdf.

3. Тарасенко, В.Е. Анализ вибрационных характеристик форсунок CRIN2 автотракторных дизелей / В.Е. Тарасенко // Аграрное образование и наука для агропромышленного комплекса: материалы республиканской науч.-практ. конф. (БЕЛАГРО-2024) / редкол.: В. А. Самсонович (гл. ред.) [и др.]. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 254–257.

4. Тарасенко, В. Е. Исследование вибрации форсунок с помощью многоканальной системы с гибкой структурой / В. Е. Тарасенко, А. А. Жешко // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межведомственный тематический сборник / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2020. – Вып. 54. – С. 185–191.

5. Жешко, А. А. Диагностирование многоканальной измерительной системой с гибкой структурой форсунок фирмы BOSCH / А. А. Жешко, В. Е. Тарасенко, О. Ч. Ролич, А. В. Дунаев // Технический сервис машин. – 2021. – Т. 59. – № 1 (142). – С. 55–64.

6. Тарасенко, В. Е. Результаты диагностирования форсунки CRIN2 дизеля трактора «Беларус-3522.5» / В. Е. Тарасенко, О. О. Мухля, М. Д. Бобриков, Д. Д. Попека // Проблемы и перспективы развития инженерной науки в АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин инженерного факультета и 90-летию докт. техн. наук, профессора, почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации Зорина Александра Ивановича, г. Ижевск, 13–15 февр. 2024 г. / Удмурдский гос. аграрный ун-т. – Ижевск: УдГАУ, 2024. – С. 47–53.

7. Тарасенко, В. Е. Особенности диагностирования форсунок с электромагнитным управлением / В. Е. Тарасенко, С. К. Карпович // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : материалы Международной науч.-практич. конф. (Минск, 16–17 октября 2024 года) : в 2 ч. / редкол.: Н. Н. Романюк [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2024. – Ч. 2. – С. 28–31.

Summary. Stages of vibration diagnostics of fuel injectors using a multichannel measuring system with a flexible structure and a specialized diagnostic stand are proposed. A method for identifying pronounced harmonics in a vibration signal with monitoring their behavior is proposed. The result of the approach is formed when processing spectrograms (scalegrams) as images using digital processing methods of multidimensional signals.

УДК 631.158

Романюк Н.Н., кандидат технических наук, доцент;
Миранович А.В., кандидат технических наук, доцент;
Еднач В.Н., кандидат технических наук, доцент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИЙ АПК В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Ключевые слова: агротехнический сервис, цифровые компетенции, практико-ориентированное обучение, интеллектуальные технологии, образовательные инновации.

Key words: agrotechnical services, digital competencies, practice-oriented learning, intelligent technologies, educational innovations.

Аннотация. В статье рассматриваются современные подходы к подготовке инженерных кадров для агротехнического сервиса, акцентируя внимание на интеграции цифровых компетенций, практико-ориентированном обучении и взаимодействии образовательных учреждений с предприятиями. Предложены

направления модернизации образовательных программ с учётом требований роботизации, точного земледелия и интеллектуальных технологий позволяющих оптимизировать управление сельхозтехникой.

Abstract. The article examines modern approaches to the training of engineering personnel for agrotechnical services, focusing on the integration of digital competencies, practice-oriented training and the interaction of educational institutions with enterprises. The directions of modernization of educational programs are proposed, taking into account the requirements of robotics, precision farming and intelligent technologies that optimize the management of agricultural machinery.

Эффективное функционирование агропромышленного комплекса Республики Беларусь в современных условиях обеспечивается роботизацией и автоматизацией технологических процессов, внедрением принципиально новых конструкций техники и инновационных технологий сельскохозяйственного производства, динамичным развитием системы точного земледелия, смарт-технологий и искусственного интеллекта [1, 2, 3]. В связи с этим, подготовка конкурентоспособных, инновационно мыслящих и практикоориентированных инженерных кадров, обладающих профессиональными компетенциями, соответствующими новым трендам рынка труда, становится одной из приоритетных задач для учреждений высшего образования (УВО) [2-7].

Реализация поставленной задачи в учреждении образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» (БГАТУ, университет), решается через комплекс целенаправленных мероприятий по формированию положительного имиджа УВО: организации профессионального отбора молодежи, оканчивающей учреждения общего среднего образования (УОСО – школы, лицеи, гимназии), подготовке преподавательских кадров через магистратуру, аспирантуру и докторантуру, повышению квалификации и стажировки профессорско-преподавательского состава через институт повышения квалификации и переподготовке кадров АПК БГАТУ, открытию новых перспективных специальностей и их профилизаций, актуализации учебно-программной документации, внедрению в образовательный процесс инновационных технологий обучения, совершенствованию материально-технической и учебно-лабораторной базы.

БГАТУ совместно с районными отделами образования и районными управлениями по сельскому хозяйству ежегодно ведется планомерная профессиональная ориентация молодежи, направленная на повышение престижа сельскохозяйственных специальностей, популяризацию аграрных профессий. Университет сотрудничает с 639 классами (группами) аграрной направленности, в которых обучается более 2,0 тыс. человек. При этом профессорско-преподавательский состав БГАТУ оказывает учебно-методическую помощь учителям УОСО в реализации учебной программы факультативного курса «Введение в аграрные профессии», участвует в целевых мероприятиях, организуемых Министерством образования Республики Беларусь и областными институтами развития образования: (выстав-

ки, агрофорумы, агрогиады и др.). Это позволяет учащимся УОСО определиться с выбором будущей профессии, а организациям АПК республики отобрать их из числа потенциальных абитуриентов для последующего обучения на условиях целевой подготовки специалистов по востребованным сельскохозяйственным специальностям.

На системной основе проводится работа и с учащимися учреждений среднего специального образования (УССО) – потенциальными абитуриентами БГАТУ, непрерывность и последовательность практико-ориентированной подготовки, которых обеспечивает учебно-методическое объединение по аграрному техническому образованию и республиканская учебно-научно-производственная ассоциация «Агроинженер», в состав которой входит университет и 19 аграрных колледжей. Под эгидой ассоциации в БГАТУ реализуется проект «Аграрная весна», в рамках которого ежегодно проводятся конкурсы, олимпиады, слеты отличников, спортивные соревнования, издается альманах «Золотой колос». Традиционным является проведение республиканского конкурса «Агромастерство» среди учащихся УССО, реализующих программы среднего специального образования по направлению «Сельское хозяйство».

Значительный вклад в совершенствование образовательного процесса привносит международное взаимодействие учреждений образования и обмен передовым опытом, способствующее повышению компетенций будущего специалиста для отрасли. Сотрудничество с УВО-партнерами, представителями зарубежных производителей техники и международными союзами производителей является важным направлением в формировании и обновлении учебных планов и программ учебных дисциплин [2, 6-9]. Так, на базе БГАТУ проходит Международная олимпиада по сельскохозяйственной технике, производимой предприятиями-учредителями Союза промышленников «Прогресс», среди студентов УВО аграрного профиля Республики Беларусь, Российской Федерации и Республики Узбекистан в которой ежегодно принимают участие не менее 9 команд. Учредителями олимпиады по отдельным номинациям стали предприятия-производители сельскохозяйственной техники: ОАО «Минский тракторный завод», ОАО «Гомсельмаш», АО «Петербургский тракторный завод», ООО «Технологии земледелия».

С целью формирования новых профессиональных компетенций у будущих специалистов с учетом инноваций в отрасли постоянно совершенствуется образовательный процесс в университете. Для этого в БГАТУ основное внимание уделяется актуализации учебно-программной документации, содержание которой направлено на практико-ориентированную подготовку по агроинженерным специальностям с практической составляющей от общего объема более 70%.

С учетом запросов организаций АПК регулярно корректируются графики образовательного процесса в части времени прохождения практик. Следует отметить, что более 30% от общего контингента студентов дневной формы

обучения ежегодно направляются в организации АПК на период весенних и осенних полевых работ, уборочной кампании.

Учебно-программной документацией БГАТУ предполагается возможное освоение рабочих профессий с учетом сроков прохождения учебных и производственных практик, очередности изучения взаимосвязанных общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин, сезонными особенностями выполнения основных видов сельскохозяйственных работ. Так, в рамках профильной подготовки университетом специалистов учебными планами и программами дисциплин предусмотрена возможность получения студентами:

на 1 курсе рабочей профессии слесаря по ремонту сельскохозяйственных машин и оборудования 1-го разряда;

на 2 и 3 курсах удостоверений водителя колесных тракторов, самоходных машин категорий «С», «D» и самоходных машин сельскохозяйственного назначения категории «F» и удостоверений водителя механических транспортных средств категории «В».

Организация деятельности студенческих отрядов в рамках практико-ориентированной подготовки обучающихся является одним из приоритетных направлений образовательного процесса университета. Так, ежегодно в студотрядовском движении принимают участие более 30% студентов от контингента обучающихся на дневной форме получения образования.

Практика в университете проводится в три этапа, предусматривающих постепенное накапливание у студентов профессиональных компетенций и личностных качеств. Общая ее продолжительность для инженерных специальностей составляет не менее 28 недель. На первом этапе, для прохождения учебной практики в университете функционируют Республиканский учебно-производственный центр практического обучения новым технологиям и освоения комплексов машин, 6 специализированных мастерских, учебно-исследовательский корпус. Второй этап предусматривает прохождение производственной практики, третий – преддипломной. Производственная практика выпускного курса разделена на две части: сначала студенты проходят производственную практику в базовых (передовых) организациях АПК (всего их насчитывается более 250), а преддипломную практику и дипломное проектирование – по месту распределения.

Также организовано проведение практического обучения студентов в филиалах кафедр и учебно-производственных центрах практической подготовки. Для этого функционирует 39 филиалов на передовых предприятиях аграрного сектора, заводах, в организациях, объединениях и научно-практических центрах НАН Беларуси, 3 учебно-производственных центра практической подготовки в организациях Минской области (ОАО «Агрокомбинат «Дзержинский», СПК «Агрокомбинат «Снов», МРУП «Агрокомбинат «Ждановичи»). На базе филиалов и центров проводятся семинары, лекции, круглые столы, диалоговые

площадки, выездные занятия, в том числе и лабораторно-практические и др. (ежегодно – более 100 мероприятий).

По согласованию с Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, областными комитетами по сельскому хозяйству и продовольствию определены базовые организации и предприятия, на которых студенты БГАТУ проходят производственные практики. При этом взаимодействие университета с базовыми организациями и предприятиями является весьма эффективной формой интеграции образовательного процесса и производства. В настоящее время осуществляются договорные отношения более, чем с 300 хозяйствующими субъектами АПК, промышленными и сервисными организациями всех областей республики.

Для обеспечения соответствия технического уровня учебно-материальной базы университета современной материально-производственной базе организаций АПК создаются при инновационных объектах научно-практических центров НАН Беларуси филиалы кафедр и передаются БГАТУ опытные образцы техники для использования в образовательном процессе, постоянно привлекаются лучшие партнеры организации-заказчики кадров. За последнее время в БГАТУ открыты 7 инновационных объектов (брендированные аудитории, классы и лаборатории) для практико-ориентированного обучения студентов, дополнительного образования взрослых (стажировок, повышения квалификации, переподготовки) в условиях максимально приближенных к производству: Так, например, применение виртуальных симуляторов и цифровых двойников тракторной техники, сельскохозяйственных машин и технологического оборудования в учебной лаборатория ОАО «Минский тракторный завод» позволяет студентам эффективно получать практические навыки управления, отрабатывать всевозможные сценарии агрегатирования и технического обслуживания их в условиях университета. Для получения углубленных знаний в области анализа данных с помощью геоинформационных систем, овладения навыками работы с системами точного земледелия, управления автономной сельскохозяйственной техникой, беспилотными летательными аппаратами открыт учебный класс «Цифровизация сельского хозяйства. Внедрения системы спутникового мониторинга как средства измерения. Агроаналитика». В учебной лаборатория ОАО «Гомельагрокомплект» студенты и слушатели обучающих курсов изучают основные технологические операции по техническому обслуживанию современного высокотехнологичного доильного оборудования производства ОАО «Гомельагрокомплект». Одним из ключевых вопросов в подготовке квалифицированных кадров для предприятий агротехнического сервиса и РО «Белагросервис» является получение компетенций в области диагностики и определения неисправностей двигателей внутреннего сгорания и топливной аппаратуры. ОАО «Управляющая компания холдинга «МИНСКИЙ МОТОРНЫЙ ЗАВОД» оснастил брендовую аудиторию, линейкой двигателей внутреннего сгорания полу-

чивших широкое применение в современной сельскохозяйственной технике. Все детали двигателей имеют те или иные дефекты, что позволяет ставить перед обучающимися задачи по выявлению конкретных неисправностей. Также аудитория оснащена современным оборудованием, позволяющим осуществлять поиск неисправностей и настройку топливной аппаратуры начиная с топливных насосов высокого давления, насос-форсунок и систем Common Rail.

Также следует отметить, что с учетом требований профильных работодателей, предъявляемых к подготовке будущих специалистов с новыми профессиональными компетенциями, в том числе и цифровыми, университет планирует переориентировать образовательный процесс на:

инновационные технологии преподавания;

предоставление студентам гибкой вариативности условия для изучения специальных учебных дисциплин;

возможность выбора изучения смежных специальных дисциплин;

разработку учебных планов по агроинженерным специальностям с новыми профилизациями – Цифровые технологии в АПК, Сервис и инжиниринг сельскохозяйственной техники и оборудования и др.

С учетом требований, предъявляемых к подготовке высококвалифицированных инженерных кадров, университет стремится переориентировать образовательный процесс на инновационные технологии, постоянно совершенствоваться для того, чтобы подготавливаемые специалисты оставались всегда востребованными на рынке труда и высоко несли звание выпускника БГАТУ.

Только так можно обеспечить конкурентоспособность выпускников в условиях глобальной цифровой трансформации АПК.

Список использованной литературы

1. Миранович А.В., Тарасенко В.Е. Инновации в аграрном образовании // Агроинженер. 2023. № 5. С. 12–18.

2. Яковчик Н.С. Цифровизация как важнейший инструмент эффективного управления аграрным бизнесом в Республике Беларусь / Н.С. Яковчик, И.В. Брыло, А.Э. Шибеко // Цифровизация отраслей АПК и аграрного образования: материалы III Международной научно-практической конференции АНДРЕЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ, Москва, 20 января 2022 года. – Москва: РАКО, 2022. – С. 183–193.

3. Прогрессивные технологии технического сервиса в сельском хозяйстве : учебное пособие / Н.К. Толочко, С.О. Нукешев, Н.Н. Романюк, В.Н. Хлынов) // Нур-Султан: КазАТУ им. С.Сейфуллина, 2020. – 171 с.

4. Инновационные технологии технического сервиса в агропромышленном комплексе : монография / И.Н. Шило, Н.К. Толочко, Н.Н. Романюк, С.А. Войнаш, В.А. Соколова, С.А. Партко, А.А. Лучинович, Е.В. Тимофеев, А.Ф. Эрк // СПб.: ИАЭП, 2021. – 260 с.

5. Романюк, Н.Н. Тенденции и перспективы подготовки специалистов-инженеров в АПК / Н.Н. Романюк, В.Б.Ловкис, А.А.Шупилов // Сборник научных статей Междунар. науч.-практич. конф. «Инновационные технологии в произ-

водстве сельскохозяйственной продукции», 2-3 июня 2015г. / под ред. В.Б. Ловкиса. – Минск : БГАТУ, 2015. – С. 19–24.

6. Кадровое обеспечение агротехнического сервиса / Н.А. Лабушев, В.Н. Трофимчик, Н.Н. Романюк, В.П. Миклуш // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК: докл. респ. науч.-практ. конф. на 21 Междунар. спец. выст. «Белагро-2011», Минск, 9 июня 2011г. / М-во сел. хоз-ва и продовол. Респ. Беларусь, Белагросервис, Белорус. гос. аграр. техн. ун-т ; редкол.: Н.А. Лабушев [и др.]. – Минск, ГИВЦ Минсельхозпрода, 2012. – С. 33–40.

7. Миклуш, В.П. О подготовке инженерных кадров для агротехнического сервиса / В.П. Миклуш, Н.Н. Романюк // Материалы Междунар. науч.-практич. конф. «Роль непрерывного образования и вузовской науки в инновационном развитии АПК», 26-28 января 2012г. / под общ. ред. Н.В. Казаровца. – Минск : БГАТУ, 2012. – С.265–269.

8. Яковчик, Н.С. Опережающая подготовка кадров как ключевой фактор развития агробизнеса через цифровую трансформацию в АПК / Н.С. Яковчик, Н.Н.Романюк, В.Н. Бабин // Сборник научных статей Междунар. науч.-практич. конф. «Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве», 26-27 ноября 2020г. / редкол. : Н.Г. Серебрякова [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2020. – С. 44–50.

9. Международный опыт подготовки IT-специалистов для сельского хозяйства / под ред. J. Smith. Berlin: Springer, 2021. 210 с.

Summary. Training of engineering personnel for agrotechnical service in the conditions of digitalization of the agro-industrial complex is an urgent task. The article discusses key strategies: integration of precision farming technologies, practice-oriented training, development and modernization of curricula and educational programs together with personnel customers for training of demanded specialists.

УДК 621.43.056

Жолобов Л.А., кандидат технических наук, профессор;
Кошелев Р.В., кандидат технических наук, доцент;
Жартун Д.Д., аспирант;
Климов Н.А., аспирант
ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л.Я. Флорентьева»,
г. Нижний Новгород, Российская Федерация

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СТАБИЛИЗАТОРОВ ТОПЛИВА НА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ В РЕЖИМЕ НАГРУЗОЧНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Аннотация. В статье представлены результаты исследования влияния стабилизаторов топлива на технико-экономические показатели нагрузочных характеристик бензинового двигателя внутреннего сгорания.

Annotation. The article presents the results of a study of the effect of fuel stabilizers on the technical and economic performance of the load characteristics of a gasoline internal combustion engine.

Ключевые слова. Двигатель внутреннего сгорания, стабилизатор, нагрузочная характеристика.

Keywords. Internal combustion engine, stabilizer, load characteristics.

Нагрузочная характеристика является ключевым показателем, демонстрирующим, как двигатель реагирует на изменение нагрузки при постоянной частоте вращения коленчатого вала. В процессе эксперимента были зафиксированы значения крутящего момента, мощности, часового и удельного расхода топлива при различных нагрузках, что позволило оценить технико-экономические показатели двигателя [2]. Разработана методика проведения испытаний. Полученные результаты позволяют определить оптимальные режимы работы двигателя и возможности для повышения его эффективности и экономичности.

Цель работы – оценить влияние стабилизаторов топлива с диаметром входных отверстий 1,6, 1,8 и 2,0 мм на технико-экономические показатели бензинового двигателя.

Испытания проводились на бензиновом карбюраторном двигателе, установленном на тормозном стенде. Нагрузочная характеристика снималась на частоте вращение 1900 мин$^{-1}$, что для данного двигателя соответствует максимальному крутящему моменту.

Стабилизаторы топлива представляют собой полые емкости в виде двух соединенных конических элементов, внутренняя полость которых позволяет двигаться топливу по определенным траекториям, что меняет структуру топлива, улучшая его характеристики, что влияет на перемешивание топлива и воздуха в режиме карбюрации.

Топливо поступает во внутреннюю полость через жиклеры одинакового диаметра на входе и на выходе, это позволяет пропускать через стабилизатор определенную дозу топлива независимо от положения установки стабилизатора в системе топливоподачи.

Внутри объема топливо движется по определенной траектории, что стабилизирует положение молекул в топливе. В процессе испытаний топливо подавалось в прямом направлении от меньшего объема к большему, так и в обратном направлении (схема, рисунок 1).

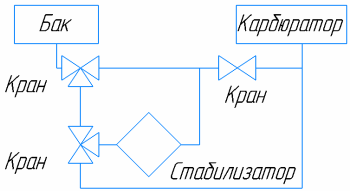


Рисунок 1 – Схема переключения топливоподачи

Стабилизаторы устанавливаются параллельно штатной системе питания ДВС. Для подключения стабилизатора в систему питания установлена обводная система топливоподачи, т.е. в первом случае, топливо в ДВС подается по штатной системе, в другом случае, топливо подается в систему питания через стабилизатор (рисунок 1).

Система предусматривает движение топлива через стабилизатор, как в прямом, так и в обратном направлении. С этой целью жиклеры подачи топлива в стабилизатор выполнены одного диаметра.

При проведении испытаний использовались три стабилизатора с жиклерами 1,6, 1,8 и 2 мм. В этом случае, с одним стабилизатором снималась три нагрузочных характеристики: штатная, движение топлива в прямом направлении и движение топлива в обратном направлении. Далее штатное движение топлива будем обозначать индексом – 1, при движение в стабилизаторе в прямом направлении индексом – 2, при этом же условии в обратном направлении индексом – 3.

При сохранении условия проведения испытаний в процессе снятия одной точки, каждый стабилизатор «переворачивался» без остановки работы двигателя за счет переключения топливоподачи в двигатель через кран.

Методика снятия нагрузочной характеристики заключается в следующем: в начале испытаний устанавливается минимальное открытие дроссельной заслонки, при котором наблюдается устойчивая работа двигателя на заданной частоте вращения – 1900 мин$^{-1}$ топливо подается напрямую в ДВС из бака.

Затем кран переключается, и топливо подается через стабилизатор. После этого стабилизатор «переворачивается на 180 градусов», и испытания повторяются.

Следующие точки характеристики снимается при равномерной открытии дроссельной заслонки до полного ее открытия через равные интервалы. Это позволяет получить не менее пяти значимых значений показателей усилия на тормозном стенде.

Данная характеристика снимается вначале в штатном режиме, затем, при установке стабилизатора топлива в прямом положении, затем в обратном положении.

Таким образом, при последовательной установке каждого из трех стабилизаторов с двигателя снимается три характеристики: штатная, прямое движение топлива по стабилизатору и обратное движение топлива через стабилизатор. Следовательно, при наличии трех стабилизаторов с двигателя снимается 9 нагрузочных характеристик. Результаты, которых представлены в виде графиков на рисунках 2–4.

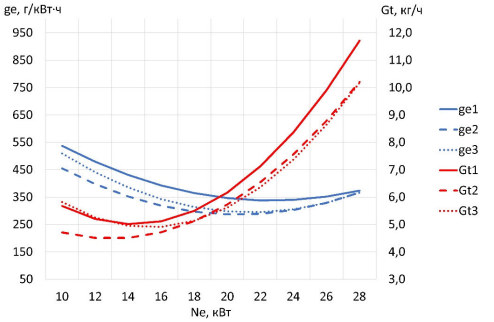


Рисунок 2 – Суммарная нагрузочная характеристика диаметр жиклера стабилизатора 1,6 мм

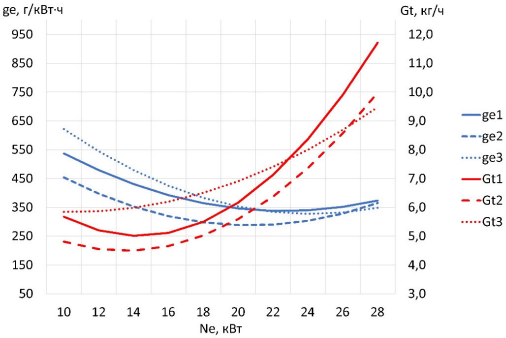


Рисунок 3 – Суммарная нагрузочная характеристика диаметр жиклера стабилизатора 1,8 мм

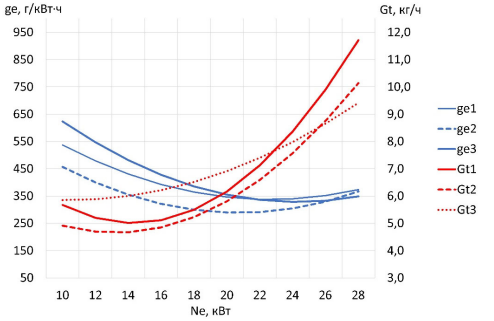


Рисунок 4 – Суммарная нагрузочная характеристика диаметр жиклера стабилизатора 2,0 мм

После проведения испытаний в виде снятия нагрузочной характеристики с тремя видами стабилизаторов с диаметрами жиклера 1,6, 1,8 и 2,0 мм мы провели оценку гипотезы о влиянии испытуемого устройства на показатели работы двигателя. При этом оценивали, в трех экспериментах с разными жиклерами устройства, влияние на удельный расход топлива при условии штатного течения бензина, при прямом движении через стабилизатор и при обратном переключении через испытуемое устройство.

Для плана эксперимента при количестве выборок k = 3, объемы выборок n_1 = 5, n_2 = 5, n_3 = 5 мы должны отвергнуть гипотезу об отсутствии эффектов обработки (нулевую гипотезу) на приближенном уровне значимости α = 0,05, это утверждение верно, при вычисленном значение статистики Краскела-Уоллиса равным или больше табличного значения H (α = 0,05, k = 3, n_1 = 5, n_2 = 5, n_3 = 5) = 5,780 [1].

Выборки сравнивались по удельному расходу топлива, наблюдаемое при одинаковых значения мощности двигателя.

В нашем случае, при испытании устройства с отверстием равным 1,6 мм при вышеуказанных условиях получили следующие значения суммы рангов по выборкам: R_1 = 57, R_2 = 30, R_3 = 33. Расчетное значение статистики критерия $H_в$ = 4,34, что меньше табличного.

Из вышесказанного делаем вывод, что обработка топлива на диаметре жиклера стабилизатора 1,6 мм не имеет эффекта. Аналогично расчет проводился по другим условиям опытов, результаты сведены в таблицу.

Из анализа таблицы делаем вывод, что обработка топлива стабилизатором на представленных диаметрах жиклеров стабилизатора не дает существенного влияния на значение удельного расхода топлива.

Это объясняется тем, что диаметры входных и выходных штуцеров сопоставимы с диаметром главного жиклера, т.е. в испытуемых стабилизаторах происходит торможение при подаче топлива в ДВС.

Таблица 1 – Суммы рангов и квантили по выборкам

Диаметром входных отверстий, мм	Суммы рангов по выборкам			Статистика Краскела-Уоллиса
	R_1	R_2	R_3	
1,6	57	30	33	4,38
1,8	56	28	36	4,16
2,0	55	30	35	3,50

Предложение по дальнейшему развитию конструкции рассматриваемого оборудования заключается в следующем: чтобы увеличить проходное сечение штуцеров необходимо пропорционально увеличить диаметр самого стабилизатора, так как диаметры входных и выходных штуцеров зависят от геометрии самих стабилизаторов.

Список использованной литературы

1. Тюрин, Ю. Н. Анализ данных на компьютере : [Учеб. пособие] / Ю. Н. Тюрин, А. А. Макаров ; Под ред. В. Э. Фигурнова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Инфра-М, 2003. – 543 с. : ил., табл. : 22 см. – ISBN 5-16-001316-4.

2. Иванов, В. Н. Экономия топлива на автомобильном транспорте / В. Н. Иванов, В. И. Ерохов. – Москва : Транспорт, 1984. – 302 с. : ил., табл. – (Экономия топлива и электроэнергии). – Библиогр.: с. 299–300.

3. Токсичность автотракторных двигателей и способы её снижения / Н. П. Самойлов, Е. И. Игонин, О. А. Кашеваров, Д. Н. Самойлов ; Под ред. акад., докт. техн. наук, проф. Н. П. Самойлова. – Казань : Изд-во Каз. ун-та, 1997. – 169 с. : ил. : 20 см.; ISBN 5-7464-1252-X.

Summary. The proposal for further development of the design of the equipment under consideration is as follows: in order to increase the flow cross-section of the nozzles, it is necessary to proportionally increase the diameter of the stabilizer itself, since the diameters of the input and output nozzles depend on the geometry of the stabilizers themselves.

УДК 621.43-6:629.3.066

Тарасенко В.Е., кандидат технических наук, доцент

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ОБРАБОТКА МАССИВА ВИБРОСИГНАЛОВ ТОПЛИВНЫХ ФОРСУНОК ПОКОЛЕНИЯ CRIN2 РАЗЛИЧНОЙ НАРАБОТКИ

Аннотация. Изложены результаты научно-исследовательской работы по обработке вибросигналов топливных форсунок поколения CRIN2 с разложением исходного сигнала на уровни, определением амплитуд колебаний и характерных частот колебаний наиболее ответственных элементов форсунки. Данные спектрограмм, полученные в привязке к форсункам различной наработки и конкретным режимам нагружения, формируют базу результатов анализа динамики спектральных, вейвлетных и статистических образов вибросигналов форсунок поколения CRIN2.

Abstract. The results of the research work on processing vibration signals of CRIN2 generation fuel injectors with decomposition of the original signal into levels, determination of oscillation amplitudes and characteristic oscillation frequencies of the most important elements of the injector are presented. Spectrogram data obtained in relation to injectors of different operating time and specific loading modes form the basis of the results of the analysis of the dynamics of spectral, wavelet and statistical images of vibration signals of CRIN2 generation injectors.

Ключевые слова. Форсунка, стенд, тестирование, показатель, спектр.

Keywords. Injector, stand, testing, indicator, spectrum.

Вибрационный процесс, возникающий при работе топливной форсунки в соответствии с управляющими импульсами, является

следствием ударных взаимодействий импульсного характера. Ударный процесс имеет свой спектр, составляющие которого можно оценить, измеряя максимальные величины выходного сигнала, пропускаемого через ряд узкополосных фильтров с близкими частотами. Искажение спектра входного воздействия, вызываемое реакцией колебательной упругой системы топливной форсунки, а также влияние на сигналы исследуемого сопряжения других сопряжений затрудняют поиск однозначной связи параметров сигнала с параметрами технического состояния диагностируемых механизмов [1, 2, 5].

В лаборатории технического сервиса топливной аппаратуры и агрегатов гидросистем БГАТУ с использованием диагностических стендов CR-JET 4E компании Dieselland и Поток SMART CRI-2F (ООО «Автоприбор») выполнен комплекс экспериментальных работ по измерению вибрации топливных форсунок CRIN2 (0445120141) с электромагнитным управлением на всех режимах нагружения [3, 4]. Объектами исследования выступали форсунки различной наработки со следами изнашивания наиболее ответственных деталей.

Одним из этапов научно-исследовательской работы явилось значимое усовершенствование многоканальной измерительной системы с гибкой структурой [4, 6], которая отображает в режиме реального времени вибросигналы относительно системы координат *xyz*, создает амплитудно-частотную характеристику быстрым преобразованием Фурье. Разработан программный многоканальный драйвер цифровых датчиков вибрации, входящих в состав измерительной системы. Создана возможность считывания и записи данных одновременно с трёх датчиков вибрации. Выполнение данной операции позволяет реализовать временной период применяемого датчика MPU9250 с предельной частотой обновления данных, равной 1000 отсчётов/с. Датчик вибрации можно подсоединять «на ходу» при работающем диагностическом приборе, а сохраняемый на USB flash-диске файл данных имеет стандартный общеизвестный wav-формат, легко обрабатываемый любым современным программно-математическим пакетом. Многоканальная измерительная система сохраняет сигналы для их последующей обработки.

На основании проведенных исследований сформирован массив данных, представленный в виде лабораторного журнала (фрагмент таблицы данных при работе форсунки в режиме холостого хода (LL) представлен в таблице 1). Массив вибросигналов вводился в таблицу: первые три её столбца – амплитуды вибраций форсунки относительно осей *X Y Z*, а четвертый – значения опорной гармоники, предназначенной для подтверждения неразрывности множества полученных данных.

Таблица 1 – Фрагмент таблицы данных при работе форсунки CRIN2 (0445120141) в режиме холостого хода (LL)

Проекции сигнала на оси декартовой системы координат			Гармоника
X	Y	Z	
0,554229736328125	-0,109527587890625	-0,0380249023437500	-0,00152587890625000
0,499755859375000	-0,0623779296875000	0,0321350097656250	0,0816345214843750
0,499755859375000	-0,0623779296875000	0,0321350097656250	0,0816345214843750
0,507751464843750	-0,0152893066406250	0,0868225097656250	0,0804748535156250
0,484313964843750	-0,0152282714843750	0,102447509765625	0,0804748535156250
0,484313964843750	-0,0152282714843750	0,102447509765625	0,0792846679687500
0,491973876953125	-0,0545043945312500	0,0477600097656250	0,0780944824218750
0,507476806640625	-0,0782470703125000	-0,0303649902343750	0,0780944824218750
0,507476806640625	-0,0782470703125000	-0,0303649902343750	0,0769042968750000
0,499694824218750	-0,0704345703125000	-0,0303649902343750	0,0756835937500000
0,460540771484375	-0,101531982421875	0,00869750976562500	0,0756835937500000
0,460540771484375	-0,101531982421875	0,00869750976562500	0,0744628906250000
0,491912841796875	-0,0701293945312500	0,0477600097656250	0,0744628906250000
0,491912841796875	-0,0701293945312500	0,0477600097656250	0,0732116699218750
0,476470947265625	-0,0231018066406250	0,0868225097656250	0,0719909667968750
0,468688964843750	-0,0152893066406250	0,0868225097656250	0,0719909667968750
0,468688964843750	-0,0152893066406250	0,0868225097656250	0,0707092285156250
0,468536376953125	-0,0544433593750000	0,0633850097656250	0,0694580078125000
0,499755859375000	-0,0547485351562500	-0,0147399902343750	0,0694580078125000
0,499755859375000	-0,0547485351562500	-0,0147399902343750	0,0681762695312500
0,515350341796875	-0,0626220703125000	-0,0303649902343750	0,0681762695312500
0,484100341796875	-0,0702819824218750	0,00869750976562500	0,0668640136718750

Все измерения проводились многократно, получено множество бинарных файлов сигналов акселерометров как для форсунок, на ответственных деталях которых выявлены следы изнашивания, так и для форсунок без следов изнашивания. Предобработка сигналов проводилась в системе Mathcad (рисунки 1 и 2), а последующий спектральный анализ и вейвлет-преобразования – с использованием пакета программ MATLAB.

По видам спектрограмм различимы режимы диагностирования: VL, TL, LL. Наиболее явные изменения спектров в сравнении исправной и изношенной форсунок наблюдаются на режимах VL (самая весомая разница) и TL (рисунки 1 и 2). На представленных в одном ряду изображениях указаны подписи PSX, PSY и PSZ, где важен последний символ, указывающий на ось: *X*, *Y* или *Z*. Это обусловлено использованием при исследовании трёхосевого акселерометра.

В качестве множества параметров контроля поведения гармоник (идентификационного вектора) вибросигнала выступают количество выраженных гармоник в вибросигнале, номер (или частота) выраженной гармоники в вибросигнале, пиковые частоты в поведении выраженных гармоник во времени [3].

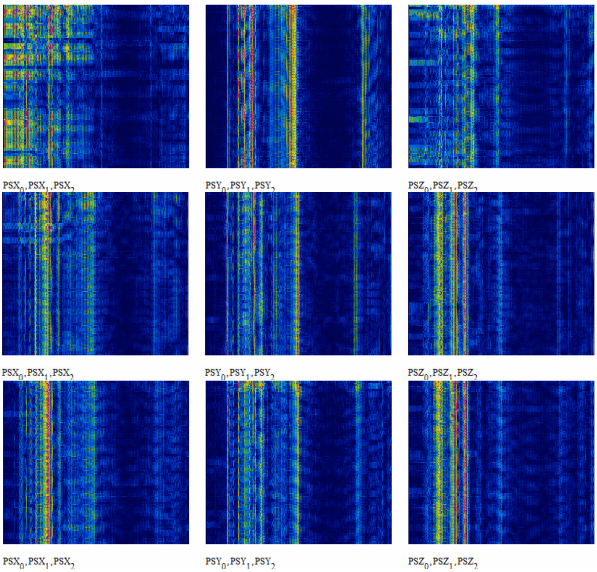


Рисунок 1 – Спектрограммы форсунки с износом запорного конуса клапана и конуса распылителя на режиме VL

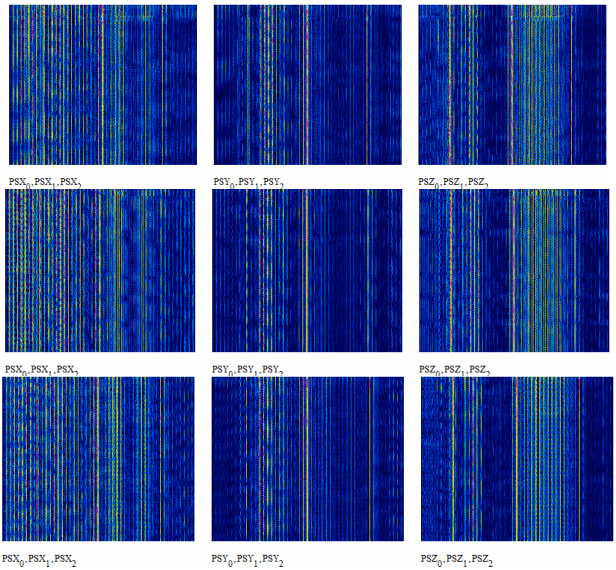


Рисунок 2 – Спектрограммы форсунки с износом запорного конуса клапана и конуса распылителя на режиме TL

При вычислении идентификационного вектора параметров спектрограммы определяется множество данных, на основе которых однозначно можно распознать режим диагностирования (VL, TL, LL) и судить о состоянии топливной форсунки [3].

Таким образом, в ходе научно-исследовательской работы существенно усовершенствована многоканальная измерительная система с гибкой структурой. Разработан программный многоканальный драйвер цифровых датчиков вибрации, входящих в состав измерительной системы. Выполнено построение спектрограмм в привязке к форсункам различной наработки и конкретным режимам нагружения, а также разложение исходного сигнала на уровни, определение амплитуд и характерных частот колебаний наиболее ответственных элементов форсунок.

Список использованной литературы

1. Технология вибрационного диагностирования дизельных двигателей / В. И. Соловьев, В. И. Беляев, В. А. Мачнев [и др.]. – ГОСНИТИ. – М.: 1979 г. – 41 с.

2. Тарасенко, В. Е. Особенности диагностирования форсунок с электромагнитным управлением / В. Е. Тарасенко, С. К. Карпович // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : материалы Международной науч.-практич. конф. (Минск, 16–17 октября 2024 года) : в 2 ч. / редкол.: Н. Н. Романюк [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2024. – Ч. 2. – С. 28–31.

3. Тарасенко, В. Е. Методы диагностирования зарождающихся эксплуатационных дефектов деталей автотракторных двигателей / В. Е. Тарасенко, О. Ч. Ролич, А. А. Жешко // Агропанорама. – Минск, 2025. – № 2 (168). – С. 25–31.

4. Тарасенко, В. Е. Исследование вибрации форсунок с помощью многоканальной системы с гибкой структурой / В. Е. Тарасенко, А. А. Жешко // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межведомственный тематический сборник / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2020. – Вып. 54. – С. 185–191.

5. Тарасенко, В. Е. Анализ вибрационных характеристик форсунок CRIN2 автотракторных дизелей / В. Е. Тарасенко // Аграрное образование и наука для агропромышленного комплекса: материалы республиканской науч.-практ. конф. (БЕЛАГРО-2024) / редкол.: В. А. Самсонович (гл. ред.) [и др.]. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 254–257.

6. Жешко, А. А. Диагностирование многоканальной измерительной системой с гибкой структурой форсунок фирмы BOSCH / А. А. Жешко, В. Е. Тарасенко, О. Ч. Ролич, А. В. Дунаев // Технический сервис машин. – 2021. – Т. 59. – № 1 (142). – С. 55–64.

Summary. During the research work, a multi-channel measuring system with a flexible structure was significantly improved. A software multi-channel driver for digital vibration sensors included in the measuring system was developed. Spectrograms were constructed in relation to injectors of different operating times and specific loading modes, as well as the decomposition of the original signal into levels, determination of amplitudes and characteristic frequencies of oscillations of the most important elements of the injectors.

УДК 629.3.032

Гедроить Г.И., кандидат технических наук, доцент;
Занемонский С.В., старший преподаватель;
Павлючук Н.В., кандидат биологических наук
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Аннотация. В статье рассмотрены конструктивные решения по повышению эксплуатационных характеристик дизельных двигателей.

Abstract. The article discusses design solutions to improve the performance of car engines.

Ключевые слова. Двигатель, топливная система, расход топлива, надежность.
Keywords. Engine, fuel system, fuel consumption, reliability.

Возросший грузопоток требует новых, более производительных и экономичных автомобилей. Автомобильный транспорт используется как на внехозяйственных перевозках, осуществляемых на сравнительно большие расстояния (до 30 км) по благоустроенным асфальтным дорогам общего назначения, так и для вывозки сельскохозяйственных грузов с полей от уборочных машин к местам переработки и хранения [1]. Эксплуатационные показатели автомобилей во многом обусловлены характеристиками устанавливаемых на них двигателей.

Главная тенденция в развитии современных двигателей автомобилей и тракторов заключается в повышении их мощностных и экономических показателей при одновременном снижении массы и габаритов. В соответствии с этой тенденцией наблюдается рост таких параметров, как степень сжатия, среднее эффективное давление, литровая и поршневая мощность, частота вращения коленчатого вала, надежность работы двигателя при соответствующем уменьшении его массы и удельного расхода топлива.

Работы по совершенствованию дизельных двигателей ведутся в следующих направлениях: снижение массы и уменьшение габаритных размеров, улучшение удельных мощностных показателей, повышение топливной экономичности при обеспечении возможности работы на альтернативных видах топлива, снижение отрицательного воздействия на окружающую среду, повышение безотказности и долговечности, снижение трудоемкости и частоты технических обслуживаний.

С момента основания на автомобили МАЗ устанавливали двигатели различных производителей: Минского моторного завода, Тутаевского моторного завода, Ярославского моторного завода, «Суперы» MAN, Mercedes-Benz, Deutz, Cummins и др. [2, 3].

Стремление обеспечить во всем диапазоне режимов работы двигателя оптимальные законы тепловыделения и, следовательно, высокие мощностные, экономические и экологические показатели требует автоматизированного управления впрыскиванием топлива в цилиндры, которое способны обеспечить топливные системы с электронным управлением [4].

Требования к топливным системам, конкретизирующие и дополняющие перечисленные функции, формируются из необходимости обеспечения экологических норм, планируемых технико-экономических показателей дизелей. Ниже приведены основные требования к топливным системам:

– минимальные стоимость и масса, высокая технологичность;

– обеспечение заданного давления и характеристики впрыскивания, их управление в соответствии с режимами работы;

– управление цикловой подачей и углом опережения впрыска топлива (УОВТ) в зависимости от частоты, нагрузки дизеля, давления наддува, параметров окружающей среды, теплового состояния двигателя и других (точность выдерживания УОВТ составляет ±0,5°);

– недопустимость подвпрыскивания и подтекания топлива;

– минимальная неравномерность подачи топлива по цилиндрам (на номинальном режиме менее 3…4 % и по циклам до 1 %) или, напротив, управляемая неравномерная подача индивидуально по каждому цилиндру;

– минимальный собственный уровень шума (менее 80 дБ на расстоянии 1 м) и уменьшение уровня шума двигателя;

– формирование скоростной характеристики топливной системой (корректорами, оптимизацией ТПА, электронным регулированием);

Опыт эксплуатации 4-ех и 6-ти цилиндровых двигателей ОАО «УКХ «ММЗ» позволяет сделать однозначный вывод, что блоки цилиндров этих двигателей имеют низкую структурную жесткость и ограничивают уровень форсировки, долговечность и возможность достижения стандартов по экологичности [2].

В дизелях с индивидуальными крышками коренных опор, например, как у дизелей производства ОАО «УКХ «ММЗ», проблему высокой стабильности и надежности работы коленчатого вала решить невозможно, т.к. опоры «дышат», т.е. при каждом цикле сгорания имеют место микродеформации и микроперемещения. Практика эксплуатации дизелей Д-245 в разных модификациях подтверждает низкую надежность узла коренные опоры – коленчатый вал. Поэтому для высокофорсированных дизелей по среднему эффективному давлению перспективен блок цилиндров, выполняемый вместе с цилиндрами, и моноблок коренных опор коленчатого вала.

В таблице обобщены значения параметров, определяемых при расчетах двигателей [5]. Улучшение основных параметров и повышение мощностей новых дизельных двигателей отечественного производства целесообразно обеспечить за счет применения следующих конструктивных решений:

1) новых технических решений по блоку цилиндров, блоку коренных опор коленчатого вала и газовому стыку; 2) составного поршня из стали и алюминия с комбинированнным охлаждением – отдельно стальная головка поршня и отдельно алюминиевая направляющая часть поршня; 3) двухступенчатого наддува с двумя темлообменниками; 4) головки цилиндров 4-ехклапанной с верхним расположением распределительного вала; 5) совершенствования топливной системы с применением технологий, повышающих экологичность двигателей: впрыска мочевины AdBlue, системы рециркуляции отработавших газов (EGR), каталитического нейтрализатора, сажевого фильтра.

Таблица – Рекомендуемые параметры дизельных и бензиновых двигателей

Параметр	Двигатель	
	Дизельный	Дизельный с наддувом
1	2	3
Давление в конце впуска p_a, МПа	0,06…0,09	0,11…0,16
Температура в конце впуска T_a, К	310…350	320…400
Давление в конце сжатия p_c, МПа	3,0…5,0	4,0…7,5
Температура в конце сжатия T_c, К	800…950	900…1100
Давление в конце сгорания p_z, МПа	5…10	7…13
Температура в конце сгорания T_z, К	1800…2200	1800…2400
Давление в конце расширения p_b, МПа	0,2…0,4	0,2…0,5
Температура в конце расширения T_b, К	950…1300	1000…1400
Давление в конце выпуска p_r, МПа	0,105…0,125	0,120…0,170
Температура в конце выпуска T_r, К	600…900	600…900
Среднее эффективное давление p_e, МПа	0,6…0,9	до 2
Индикаторный КПД двигателя η_i	0,4…0,5	0,42…0,52
Механический КПД двигателя $\eta_м$	0,7…0,82	0,8…0,9
Эффективный КПД двигателя η_e	0,30…0,42	0,30…0,45
Средняя скорость поршня $C_п$, м/с	6…11	6…13
Удельный эффективный расход топлива g_e, г/(кВт·ч)	200…260	185…245
Удельная литровая мощность $N_л$, кВт/л	7…17	10…37
Удельная поршневая мощность $N_п$, кВт/дм^2	9…27	12…48
Удельная масса по литражу $m_л$, кг/л	70…140	70…120
Удельная масса по мощности m_N, кг/кВт	3…10	2…8

Список использованной литературы

1. Гедроить, Г. И. Объемы работ и условия эксплуатации транспортных средств / Г. И. Гедроить, С. В. Занемонский // Агропанорама. – 2021. – № 3. – С. 2–7.

2. ОАО «Минский автомобильный завод» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://maz.by. – Дата доступа : 25.04.2025.

3. ПО «Минский моторный завод» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://po-mmz.minsk.by. – Дата доступа : 27.04.2025.

4. Карташевич, А. Н. Двигатели внутреннего сгорания / А. Н. Карташевич, Г. М. Кухаренок // Основы теории и расчета : учебное пособие. – Горки : Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2011. – 315 с.

5. Параметры современных автотракторных двигателей / Г. И. Гедроить [и др.] // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 26–27 ноября 2020 г. – Минск : БГАТУ, 2020. – С. 258–261.

Summary. The main trend in the development of modern automobile and tractor engines is to increase their power and economic performance while simultaneously reducing their weight and dimensions. In accordance with this trend, there is an increase in such parameters as the compression ratio, average effective pressure, liter and piston power, crankshaft speed, engine reliability with a corresponding reduction in its weight and specific fuel consumption.

УДК 621.432, 631.3

Тарасенко В.Е., кандидат технических наук, доцент;
Гаврукович П.А., магистрант; **Азизов А.Б.**, аспирант
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Аннотация. Представлены результаты анализа этапов развития и функциональных возможностей автоматизированных средств диагностирования автотракторных двигателей, описаны современные мотортестеры и универсальные диагностические комплексы, позволяющие выполнять оценку состояния двигателя по основным его параметрам, осуществлять регистрацию и расчет показателей индикаторной диаграммы в функции угла поворота коленчатого вала. Приведены результаты разработки многоканальной системы диагностирования с гибкой структурой.

Abstract. The article presents the results of the analysis of the stages of development and functional capabilities of automated diagnostic tools for automotive and tractor engines, describes modern motor testers and universal diagnostic systems that allow assessing the engine condition based on its main parameters, and registering and calculating the indicators of the indicator diagram as a function of the crankshaft rotation angle. The article presents the results of developing a multi-channel diagnostic system with a flexible structure.

Ключевые слова. Диагностирование, двигатель, прибор, сигнал, датчик, интервал, мощность.

Keywords. Diagnostics, engine, device, signal, sensor, interval, power.

Совершенствование технологий и средств технического обслуживания современных автотракторных двигателей (АТД) требует разработки достоверных методов их комплексного диагностирования, создание современного оборудования. При диагностировании АТД широко распространены методы, основанные на измерении целого ряда физических величин, характеризующих быстропеременные рабочие процессы, в ряде

случаев – состояние моторного масла. Высокоинформативными из них являются давление в камере сгорания (в целом параметры индицирования) и в топливопроводе (рампе) высокого давления, ход иглы форсунки, спектральный анализ моторного масла. Важным является давление во впускных и выпускных коллекторах, в картере двигателя, положение впускных и выпускных клапанов и др. Необходим одновременный и параллельный анализ работы одного или нескольких цилиндров. В силу цикличного характера работы двигателя измерения проводят в единичных последовательных циклах с синхронизацией, как правило, по углу поворота его коленчатого вала (КВ) [1].

Решение поставленных задач возможно при создании автоматизированных средств анализа рабочих процессов и процессов в наиболее ответственных сопряжениях АТД – электронных диагностических приборов и систем на основе достижений измерительной и вычислительной техники, обеспечивающих наиболее эффективное получение информации и представление ее в удобном виде.

Периодом активной разработки автоматизированных электронных средств контроля следует считать 70-80-е годы прошлого столетия. Так, результатом масштабных работ по созданию электронных средств диагностирования в то время явились электронные диагностические средства ЭМДП-2 и ЭМДП-М, разработанные в ЛСХИ. В 80-х годах с участием лаборатории № 24 ГОСНИТИ, Ленинградского института ВНИИЭП Минприбора были созданы серии электронных диагностических комплексов К-736, К-738, К-748, а Тартуским филиалом ЦОКТБ-ГОСНИТИ – установки ДИПС (КИ-13940-ГОСНИТИ на базе комплекса К-736). На рисунке 1 представлен внешний вид диагностической измерительно-прогнозирующей системы (ДИПС) КИ-13940-ГОСНИТИ на основе электронного измерительного комплекса К-736. Установка контролирует 185 параметров, измеряемых и регистрируемых с центрального, и 99 – с выносного пульта [2].

Рисунок 1 - Диагностическая измерительно-прогнозирующая система (ДИПС) КИ-13940-ГОСНИТИ на основе электронного измерительного комплекса К-736 Ленинградского института ВНИИЭП (разработка выполнена ВНИИЭП совместно с ГОСНИТИ, ЛСХИ, УкрГОСНИТИ и Киевским СКБ им. Ястребова)

Киевское производственное объединение (ПО) «Точэлектроприбор» (в начале 2000-х годов – ПАО «Компания Росток») изготовило для АПК 178 комплексов К-736 и более десятка комплексов К-738 и К-748 для других отраслей. С 1983 года Киевским ПО «Точэлектроприбор» совместно с лабораторией № 24 ГОСНИТИ велись разработки «Комплекса агрегатных средств измерительно-вычислительного для диагностики К-539» (в коллектив разработчиков входили А.Г. Скорик, В.А. Макаров, В.В. Закраснянный, В.И. Фурс, А.Н. Тюпа и другие). В последующем Тартуский филиал ЦОКТБ ГОСНИТИ наладил выпуск автоматизированного машинотестера (АМТ) КИ-13950-ГОСНИТИ. Было изготовлено 25 серийных, макетный и опытный образцы комплекса К-539 и 25 АМТ КИ-13950-ГОСНИТИ. Внешний вид комплекса К-539 приведен на рисунке 2.

Рисунок 2 – Внешний вид комплекса К-539 СКБ Киевского ПО «Точэлектроприбор»: слева-направо, блок связи К-539/БС, контроллер К-539/КТ и терминал К-539/ТМ

Следует отметить некоторые прогрессивные особенности комплекса К-539. А именно в нём реализовано измерение напряжения постоянного и переменного тока, частоты вращения, угла поворота КВ, расхода топлива, активного электросопротивления, коэффициента вариации вибросигнала с применением (впервые) приемов искусственного интеллекта для обеспечения стабильности опорного вибросигнала для развертки углов поворота КВ. Все электрические сигналы преобразуются в конкретные диагностические показатели. Развертка сигналов проводится по времени, углу поворота КВ, по скорости его вращения в широких пределах. Программы измерения легко корректируются и составляются заново под любой объект контроля. Комплекс не чувствителен к вариации уровня электропитания и температуры среды.

На протяжении многих лет ГНУ Сибирским физико-техническим институтом аграрных проблем Россельхозакадемии (СибФТИ, Новосибирск) велись разработки технических средств диагностирования тракторных двигателей по параметрам рабочих процессов. Одним из первых (в 1975 г. совместно с НПО «Звезда») был разработан комплекс анализа рабочих процессов (КАРП), нацеленный на обработку индикаторных диаграмм двигателей. Опыт применения разработанных в то время приборов показал их низкую эффективность, что требовало создания технических средств, измеряющих и регистрирующих рабочие процессы АТД в комплексе [1].

Позднее был разработан измерительно-вычислительный комплекс (ИВК) ЦИКЛ с цифровым ядром, который характеризовался широкими функциональными возможностями по анализу сигналов с целью определения технического состояния АТД.

Заслуживает внимания эффективный инструмент диагностики бензиновых и дизельных двигателей, отечественная разработка (ООО «Тироид», г. Минск) – мотортестер М 3-2, который представляет собой микропроцессорный прибор с комплектом датчиков и соединительных устройств [3]. Мотортестер позволяет проводить тестирование дизельного двигателя на режимах холостого хода и повышенных оборотов, измерять параметры системы пуска (в результате замера формируются осциллограммы напряжения и тока), определять мощность двигателя (реализуется цикл «разгон-выбег»), осуществлять работу в режиме осциллографа и сканера кодов.

Достаточно функциональным является универсальный диагностический комплекс DTS–25 холдинга ДИАМАКС [4, 5], предназначенный для использования на специализированных (дилерских) центрах, универсальных авто-центрах и СТО, а также непосредственно на постах диагностики системы управления двигателем и на участках приемки машин в ремонт. Комплекс DTS–25 предназначен для работы с бензиновыми и дизельными двигателями, включает диагностический сканер, мотор-тестер, газоанализатор («Инфракар М1.01») и стойку «Скат-2РГ». Сканер осуществляет идентификацию, чтение и стирание кодов ошибок, отображение текущих данных, активацию исполнительных механизмов, адаптацию, кодирование (программирование) блоков управления, регулировку СО, сброс сервисных интервалов. Мотор-тестер способен выполнять построение осциллограмм сигналов в первичных и вторичных цепях, одновременное отображение «холостой» и «рабочей» искры, статистическую оценку ВВТ. Возможна работа в режиме 4-канального осциллографа с ручной и автоматической настройкой на измеряемые сигналы (чувствительность, развертка, синхронизация и т. п.), измерение относительной компрессии и мощностного баланса цилиндров (EAD-225), оценка эффективной мощности двигателя (EAD-225), доступна библиотека стандартных сигналов, система помощи и подсказок. Газоанализатор в составе комплекса DTS–25 выполняет измерение CO, CH, CO_2, O_2, λ, статический и динамический газоанализ.

Последние десятилетия ведутся разработки средств дистанционного контроля как показателей в целом автотракторной техники, так и показателей АТД. Известны разработки устройств дистанционного онлайн-мониторинга показателей автотракторной техники, позволяющие осуществлять обработку и сбор информации о техническом состоянии машины в период ее эксплуатации [6, 7].

Современные АТД могут работать при более высоких пиковых значениях давления в камере сгорания, стандартные процессы сгорания могут быть реализованы для режимов работы с большими нагрузками, а на протяжении всего срока эксплуатации двигателя можно достичь стабильного контроля над вредными выбросами [8]. В настоящее время осуществима регистрация процесса индицирования двигателя в режиме реального времени, в конструкции двигателей применяется достаточно новый метод контроля давлений в цилиндрах с помощью свечей накаливания с датчиками давления [9]. Примером могут служить высокотехнологичные свечи BERU 0103010907, серийно устанавливаемые на легковые автомобили. Это позволяет с наибольшей достоверностью определять среднее индикаторное давление и индикаторную мощность двигателя, оценивать особенности отдельных рабочих процессов, механические потери на трение, показатели политроп сжатия и расширения, жесткость работы двигателя и иные закономерности [9].

С учетом перечисленных выше особенностей в БГАТУ разработана многоканальная система диагностирования с гибкой структурой [10], которая объединяет до восьми универсальных модулей данных, состоящих из виброакустических и тепловых датчиков. Система полностью цифровая, с управляемой частотой тактирования ядра микроконтроллера до 216 МГц, повышенной помехоустойчивостью каналов связи, оптимальным соотношением стоимости к вычислительной способности. Система позволяет диагностировать неисправности АТД в масштабе реального времени, параллельно отображая на дисплее динамику изменения сигналов (спектрограммы и/или скейлограммы), обрабатывая пользовательские запросы и формируя протокол изменения картины состояния АТД на SD-карте или внешних USB-носителях информации. Система дополнена программным многоканальным драйвером цифровых датчиков вибрации, благодаря чему создана возможность считывания и записи данных одновременно с трех датчиков вибрации [11].

Таким образом, при оценке состояния систем и механизмов АТД наиболее результативным и достоверным является комплексный подход, когда возможности автоматизированных средств диагностики позволяют задавать различные диапазоны контроля величин сигнала, его длительности, расположения по времени процесса диагностирования и в разных режимах работы объекта контроля, осуществлять измерения сигналов вибрации в узком частотном диапазоне.

Список использованной литературы

1. Савченко, О. Ф. Развитие технических средств диагностирования тракторных ДВС по параметрам рабочих процессов / О. Ф. Савченко, В. В. Альт, С. Н. Ольшевский [и др.] // ТРУДЫ ГОСНИТИ: Т. № 118 / Россельхозакадемия, ГОСНИТИ. – М., 2015. – С. 108–111.

2. ЭНЦИКЛОПЕДИИ СЛОВАРИ СПРАВОЧНИКИ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cnshb.ru/AKDiL/0024/base/R3/000386. shtm. – Дата доступа: 17.05.2025 г.

3. МОТОРТЕСТЕР М 3-2. Руководство по эксплуатации. КСЮА. 461263.001 РЭ. – 97 с.

4. Мусаелянц, Г. Г. Диагностический комплекс для выявления неисправностей ДВС современных автомобилей / Г. Г. Мусаелянц, Е. А. Павленко, Д. К. Сысоев // Вестник СибАДИ. – 2017. – Вып. 1 (53). С. 72-77.

5. FiS Система выбора товаров и услуг. ДИАМАКС Холдинг. Диамакс, ООО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://diamax.fis.ru/ product/7778921-universalnyj-diagnosticheskij-kompleks-dts-25. – Дата доступа: 17.05.2025 г.

6. Дорохов, А. С. Сбор информации о надежности сельскохозяйственных машин с использованием систем мониторинга с помощью контроля параметров технического состояния / А. С. Дорохов, М. Н. Костомахин, А. Н. Воронов // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2018. – № 8. – С. 20–28.

7. Костомахин, М. Н. Устройство дистанционного мониторинга параметров надежности сельскохозяйственной техники / М. Н. Костомахин // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2021. – № 1.

8. Свеча накаливания с датчиком давления для VW AG от BERU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.tehparts.com/about/articles/69/. – Дата доступа: 15.05.2025 г.

9. Тарасенко, В. Е. Эффективные методы и средства диагностирования автотракторных двигателей / В. Е. Тарасенко, А. А. Жешко // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2025. – Вып. 58. – С. 268–273.

10. Ролич, О.Ч. Многоканальная интегрированная система виброакустической и тепловой диагностики дизельных двигателей / О.Ч. Ролич, В.Е. Тарасенко // Агропанорама. – 2019. – № 5 (135). – С. 42–45.

11. Тарасенко, В.Е. Программный драйвер цифровых датчиков вибрации, входящих в состав многоканального прибора интегрированного виброакустического и теплового диагностирования / В.Е. Тарасенко, О.Ч. Ролич, А.А. Жешко // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2025. – Вып. 58. – С. 305–312.

Summary. Thus, when assessing the state of the systems and mechanisms of the ATD, the most effective and reliable is a comprehensive approach, when the capabilities of automated diagnostic tools allow you to set different ranges of control of signal values, its duration, the location in time of the diagnostic process and in different operating modes of the object of control, to carry out measurements of vibration signals in a narrow frequency range.

УДК 631.173

Основин В.Н.[1], кандидат технических наук, доцент;
Мальцевич Н.В.[2], кандидат экономических наук, доцент;
Основин С.В.[3], кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
Агейчик В.А.[1], кандидат технических наук, доцент
[1]*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*
[2]*Учреждение образования «Белорусский государственный университет», г. Минск, Республика Беларусь*
[3]*Учреждение образования «Белорусский государственный экономический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

ДВУХУРОВНЕВАЯ СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА УБОРОЧНОЙ ТЕХНИКИ

Аннотация. Для повышения эффективности работы региональных дилерских центров предложена двухуровневая система организации технического сервиса уборочной техники. С этой целью планируется создание опорных сервисных пунктов, располагаемых в зонах наиболее плотного размещения сельскохозяйственных предприятий.

Abstract. In order to improve the efficiency of regional dealerships, a two-level system of technical service organisation for harvesting machinery is proposed. For this purpose it is planned to create support service points, located in the zones of the most dense location of agricultural enterprises.

Ключевые слова. Технический сервис, действующая дилерская сеть, двухуровневая система организации, региональный дилерский центр, опорный сервисный пункт, модуль размещения, оптимальное расположение сети.

Keywords. Technical service, operating dealer network, two-level system of organisation, regional dealer centre, support service point, location module, optimal location of the network.

Создание развитой и хорошо организованной в техническом и технологическом отношении сети предприятий технического сервиса является непременным условием эффективного использования современной высокотехнологичной сельскохозяйственной техники и оборудования [1].

Наиболее перспективной формой организации производственного процесса предприятий технического сервиса в современных условиях является система дилерских технических центров, функционирующая на основе экономических взаимоотношений между сельскохозяйственными товаропроизводителями и заводами-изготовителями средств производства сельскохозяйственного назначения.

Действующая дилерская сеть имеет четкую специализацию, при которой, во-первых, зона обслуживания одним центром не ограничивается масштабом того или иного района, а имеет межрайонный уровень. Во-вторых, дилерские предприятия, как правило, проводят гарантийное и послегарантийное

обслуживание техники не одного, а нескольких заводов-изготовителей, что подчеркивает их комплексную многоцелевую направленность.

Следует отметить, что система технического сервиса Республики Беларусь построена по одноуровневой схеме, которая предполагает концентрацию ремонтных мощностей исключительно в условиях региональных дилерских центров. Данный подход приводит к снижению эффективности и оперативности, увеличению себестоимости ремонтных работ за счет значительной транспортной удаленности ряда сельскохозяйственных предприятий от регионального дилерского центра, порой достигающее более 130 км [2]. Все это и приводит к увеличению времени устранения отказов техники и оборудования, что особенно неблагоприятно сказывается в условиях сжатых сроков агротехнических работ. С другой стороны, система ремонтного технического сервиса зерно- и кормоуборочной техники показывает (рис.1) неравномерность их распределения в разрезе областей: Минская, – представлена совокупностью 6 (шести) дилерских предприятий, Могилевская и Гродненская области – соответственно только 2 (двумя). Отсюда следует, что дилерские центры, специализирующиеся на ремонте зерно- и кормоуборочных комбайнов производства ОАО «Гомсельмаш», деятельность которых регламентирована стандартом предприятия СТП 909-670-2015 [3], неравномерно расположены по областям Республики Беларусь.

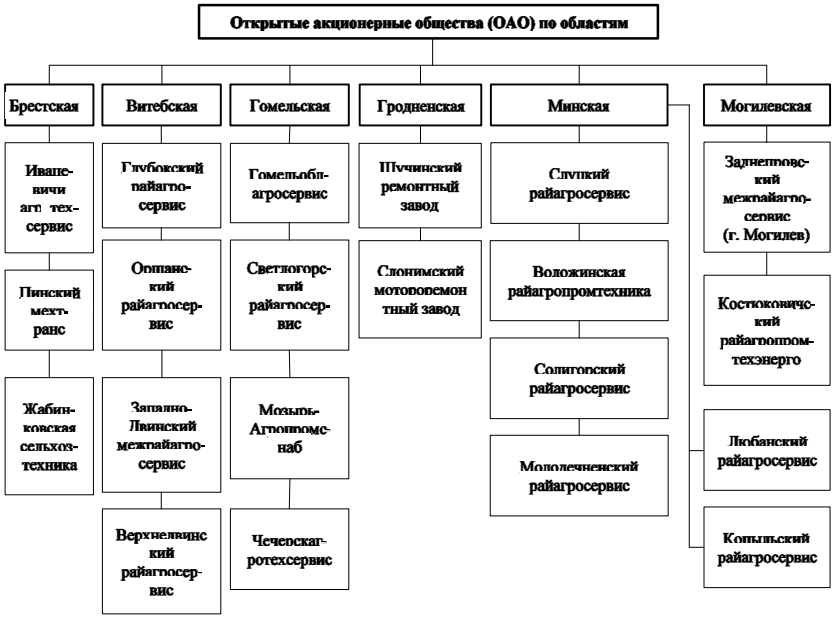


Рисунок 1 – Структура существующих дилерских центров, специализирующихся на ремонте зерно- и кормоуборочных комбайнов [4]

Отечественный и зарубежный опыты работы дилерских предприятий доказывают, что дилер, занимающийся сервисом сельскохозяйственной техники, должен находиться ближе к товаропроизводителю. При этом достигается оперативное устранение отказов в гарантийный и послегарантийный периоды эксплуатации, в нормативно допустимые сроки простоя машин. Эффективность работы дилерского предприятия сводится к обеспечению бесперебойного выполнения механизированных работ сельскими товаропроизводителями путем качественного технического обслуживания и ремонта техники в межсезонный период через совокупность обслуживающих структур – системы сервисного обслуживания [5, 6].

Поэтому, наиболее эффективной формой работы дилерских предприятий, соответствующей мировому уровню, может стать двухуровневая система организации технического сервиса. Региональный дилерский центр, являющийся 1-м уровнем, предполагает наличие 2-го уровня, а именно сети опорных сервисных пунктов, которые следует располагать в зонах наиболее плотного размещения сельскохозяйственных предприятий (рис. 2).

Кроме решения задачи повышения уровня технического сервиса зерно- и кормоуборочных комбайнов, будет восстановлена на местном уровне ведущая роль райагросервисов в проведении государственной политики в области агросервисного обслуживания сельхозпроизводителей и выполнено поручение Президента о восстановлении полноценной деятельности райагросервисов во всех районах [7]. По состоянию на 2025 г. эта задача остается актуальной и требует своего решения [8].

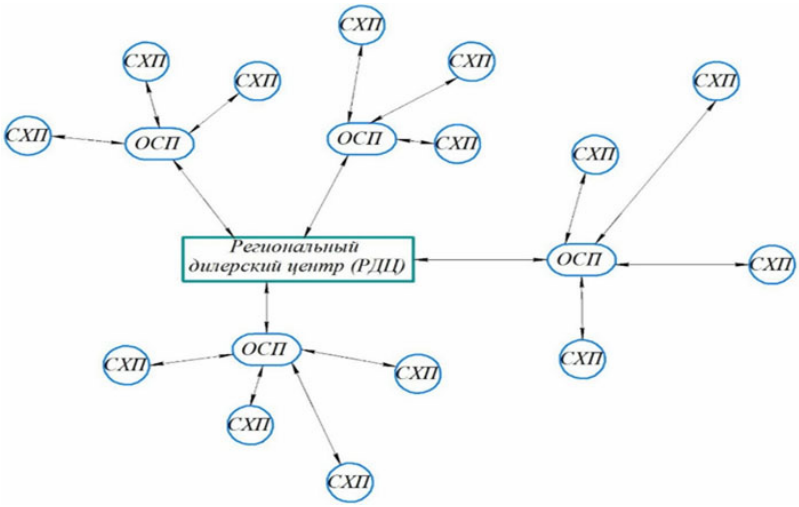


Рисунок 2 – Организация регионального технического сервиса уборочной техники согласно двухуровневой системе

РДЦ – региональный дилерский центр, функционирующий на территории области (1-й уровень);

ОСП – опорные сервисные пункты, планируемые к расположению на территории района (2-й уровень);

СХП – сельскохозяйственные предприятия, обслуживаемые опорными сервисными пунктами.

Примечание: Составлена авторами.

Организационная форма хозяйствующих субъектов посредством опорных сервисных пунктов в системе региональных центров предполагает радиус зоны обслуживания, как правило, не более 30-40 км, что позволяет вести эффективное техническое обслуживание и ремонт комбайнов, при этом получать экономию на транспортных затратах по доставке запасных частей для неработоспособных машин.

Важнейшим компонентом, влияющим на месторасположение предприятия сферы услуг технического сервиса, является спрос на оказываемые услуги, обоснование которого может быть осуществлено на основе иерархической системы моделей. Рассмотренные зарубежные и отечественные модели позволяют сделать вывод о том, что оптимизация размещения предприятий агросервиса должна быть направлена на снижение непроизводственных потерь средств и времени клиентов (транспортировка сельскохозяйственной техники и ожидание в очереди), тем самым, заинтересовывая их и повышая уровень спроса на услуги обслуживающего предприятия.

Таким образом, в целях обоснования рациональной пространственной модели расположения сети опорных сервисных пунктов необходимо:

– разработать модель оптимизации количества опорных сервисных пунктов и формирования комплекта запасных частей, узлов и агрегатов на складах по ремонту и обслуживанию уборочной техники;

– обосновать оптимальное расположение сети опорных сервисных пунктов на территории всех областей для технического обслуживания и ремонта гарантийной и послегарантийной зерно- и кормоуборочной техники с соблюдением транспортной удаленности зоны их распределения, выполнить анализ показателей экономической эффективности системы;

– исследовать зависимость показателей расположения, функционирования и пространственных (территориальных) размеров системы обслуживания региональных дилерских центров от количества опорных сервисных пунктов, неравномерности распределения их по территории, трудоемкости технического обслуживания, обеспеченности сельскохозяйственных предприятий основным технологическим оборудованием, потребности хозяйств в комбайнах;

– разработать экономико-математическую модель оптимизации количества опорных сервисных пунктов и их расположения в зависимости от выше приведенных показателей, и формирование комплекта запасных частей, узлов и агрегатов на складах пунктов по техническому обслуживанию

комбайнов, а также подготовить программное обеспечение для ремонта и сравнения функциональных параметров моделируемой системы.

Таким образом, предлагаемая двухуровневая система организации технического сервиса в определенной степени соответствует основной цели – обеспечения качественного технического обслуживания и ремонта кормоуборочной техники в сжатые агротехнические сроки при проведении механизированных работ. Опорные сервисные пункты, располагаемые на сравнительно небольшом расстоянии от сельскохозяйственных товаропроизводителей, позволят своевременно и в определенные сроки выявлять и устранять возможные неисправности и отказы, производя их техническое обслуживание и ремонт уборочной техники.

Список использованной литературы

1. Сайганов, А. С. Совершенствование системы технического сервиса сельскохозяйственной техники и оборудования в современных условиях / А. С. Сайганов // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. - 2016. – № 4. – С. 53–64.

2. Миклуш, В. П. Организация технического сервиса в агропро-мышленном комплексе : учебное пособие / В. П. Миклуш, А. С. Сайганов. – Минск : ИВЦ Минфина, 2014. – 607 с.

3. СТП 909-670-2015.Стандарт организации. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.gomselmash.by/images/tps.pdf – Дата доступа: 10.04.2022

4. Технический сервис по обеспечению работоспособности сельскохозяйственной техники / Минсельхозпрод Республики Беларусь. – Минск, 2019. – 117 с.

5. Сайганов, А. С. Повышение эффективности функционирования системы производственно-технического обслуживания сельского хозяйства : монография / А. С. Сайганов ; под ред. В. Г. Гусакова. – Минск : Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2012. – 311 с.

6. Совершенствование дилерской системы технического сервиса в АПК Республики Беларусь / В. П. Миклуш [и др.] // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК : материалы Международной научно-практической конференции «Белагро-2016», Минск, 9 июня 2016 г. – Минск : БГАТУ. – 2016. – С. 34–41.

7. Рабочая поездка в Брестскую область [Электронный ресурс] – Режим доступа: https:// president. gov.by/ru/events/rabochaja-poezdka-v-brestskuju-oblast - 14204./– Дата доступа 29.03.2022.

8. Время подтянуть райагросервисы. С.Кравцов, зам.председателя Постоянной комиссии по аграрной политике Палаты представителей Национального собрания. [Электронный ресурс]. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.sb.by /articles/ vremya-podtyanut-rayagro¬servisy.html. /- Дата доступа 12.04.2022.11,6

Summary. In order to increase the efficiency of forage harvester use by reducing the duration of repair work and its cost, a two-level system of technical service organisation is recommended, which implies the existence of RDCs and OSPs. The recommended RDCs are supposed to be located in the zones of the most intensive location of agricultural enterprises, staffed with modern repair and diagnostic equipment, introduction of computer information systems, availability of trained and qualified engineering and technical personnel.

УДК 631.3.: 658.5 (075.8)

Рустамов Р.М., доктор технических наук, профессор;
Холмирзаев И.А., докторант
Наманган государственный технический университет,
г. Наманган, Республика Узбекистан

ТЕХНИЧЕСКИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СИСТЕМЫ «ИЗГОТОВИТЕЛЬ МАШИН – ИСПОЛНИТЕЛЬ ФИРМЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС – ПОТРЕБИТЕЛЬ ФИРМЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС»

Аннотация. В статье приведены результаты разработки технических, технологических и экономических параметров системы изготовитель машин – исполнитель фирменного технического сервиса – потребитель фирменного технического сервиса (ФТС). Исследованиями установлено, что основным процессом системы является общий процесс управления состоянием системы фирма-изготовитель – потребитель, т.е. совокупность частных целенаправленных процессов по обеспечению управляемости параметрами подсистем фирмы изготовитель машины – исполнитель фирменного технического сервиса – потребитель фирменного технического сервиса. При этом для нормального функционирования системы производственные процессы ее подсистем должны быть управляемыми и обеспечении определенными ресурсами. Для выбора рациональных управляющих воздействий целесообразно использовать физические, математические и статические модели, на которых производится генерирования альтернатив решения изучаемой проблемы, их анализ, оценка и поиск наилучших решений.

Abstract. The article presents the results of developing the technical, technological, and economic parameters of the machine manufacturer-firm technical service provider-firm technical service consumer (FTS) system. Research has established that the main process of the system is the general process of managing the state of the firm-manufacturer-consumer system, i.e., a set of specific purposeful processes for ensuring the manageability of the parameters of the firm's subsystems machine manufacturer - executor of the firm's technical service - consumer of the firm's technical service. In this case, for the normal functioning of the system, the production processes of its subsystems must be managed and provided with certain resources. For the selection of rational control actions, it is advisable to use physical, mathematical, and static models on which the generation of alternative solutions to the problem under study, their analysis, evaluation, and search for the best solutions are carried out.

Ключевые слова: Фирменный технический сервис, нормативно-техническая документация, обслуживание, изготовитель, исполнитель, потребитель, вход, процесс, выход, обратная связь.

Keywords: Corporate technical service, normative and technical documentation, maintenance, manufacturer, executive, customer, inlet, process, outlet, feedback.

Разработка технических, технологических и экономических параметров системы «Изготовитель машин – испольнитель ФТС –

потребитель ФТС» для обеспечения исправного и работоспособного состояния тракторов и сельскохозяйственных машин.

В исследованиях использованы постановление правительства, направленные на улучшение обеспеченности техникой сельского хозяйства, разработку современных сельскохозяйственной техники и созданию системы оказания качественного технического сервиса, а также усовершенствованию данной системы; методы высшей математики, теории случайных процессов и математической статистики, методы оказание фирменного технического сервиса по заявкам, системного анализа и надёжности машин, математического и статистического моделирования, а также источники, посвященные повышению эффективности оказания ФТС современым сельскохозяйственным машинам.

Результаты обширных научных исследований зарубежных и отечественных авторов, многолетних испытаний и эксплуатации тракторов и сельхозмашин показывают, что обеспечение требуемой работоспособности и исправности сложной техники, т.е. комбайны, трактора, хлопкоуборочные машины и др. в период всего срока ее эксплуатации – сложная проблема с многоцелевыми задачами, не имеющими однозначного решения как в теоретическом, так и в прикладном аспектах. Методологической основой такого решения может быть только системный подход, т.е. рассмотрение фирмы-изготовителя машины (Ф), исполнителя ФТС (И) и потребителя ФТС (П) как звеньев единой системы, а не изолированно [4,5].

Основными параметрами системы ФИП, т.е. фирма – исполнитель – потребитель являются: вход, процесс, выход, обратная связь, ограничение.

На рисунке 1 представлена структурная схема действия системы «Фирма – исполнитель – потребитель». Входом системы служат компоненты векторов 1÷7 влияющие на формирование системы – это векторы управления системой.

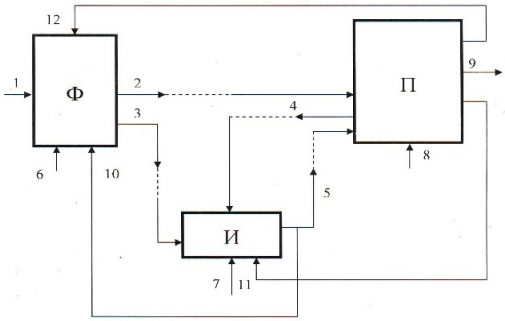


Рисунок 1 – Структурная схема действия системы «Фирма-исполнитель-потребитель»

Вектор 1 в общем случае характеризует потребности и требования сельского хозяйства на вид, количество и качество новой техники. Вид и

количество новой техники определяются в зависимости от обрабатываемого технологического материала, т.е. почва для плуга, зерно для комбайна, хлопчатник для хлопкоуборочной машины и др. и размеров посевных площадей, т.е. один хлопковой культиватор на 40 гектаров, один зерноуборочный комбайн «Доминатор-130» на 450 гектаров, одна хлопкоуборочная машина «Кейс-2022» на 150 гектаров и т.д. Качество новой техники оценивается требуемой системой агротехнических, энергетических, надежностных, эксплуатационно-технологических и экономических показателей, предусмотренных техническим заданием.

Вектор 2 – это сумма векторов фактических оценочных показателей новой техники: агротехнические, т.е. отклонение глубины пахоты, глубина заделки семян, поврежденность зерна в бункере комбайна, полнота сбора хлопка и др., энергетические, т.е. тяговая мощность, буксование движителей, эффективная мощность двигателя и др., надежностные, т.е. безотказность, долговечность, ремонтнопригодность, сохраняемость, эксплуатационно-технологические, т.е. производительность работы за 1 час сменного времени, удельный расход топлива, коэффициент надежности технологического процесса и др. и экономические, т.е. годовая экономия труда по эксплуатации машины, годовая экономия прямых эксплуатационных затрат и др.

Вектор 3 – характеризует показатели качества ремонтно-технологической документации, ремонтно-технологического оборудования, диагностических приборов, инструментов, запасных частей и комплектующих изделий, смазочных и ремонтных материалов, передаваеммых непо-средственно фирмой-изготовителем новой техники исполнителю ФТС.

Вектор 4 – это параметры состояния неисправности и неработоспособности машины потребителя ФТС до ремонтно-технологических воздействий, т.е.до ее сдачи исполнителю ФТС.

Вектор 5 – это параметры исправности и работоспособности машины после ремонтно-технологических воздействий, т.е. после ее выдачи исполнителем ФТС. При этом главным параметром является ресурс капитально отремонтированных машин, например, не менее 80 % от первоначального.

Вектор 6 – это параметры управления качеством изготовления новой техники, т.е. требуемые физико-механические свойства сырья и машино-строительных материалов, твердость и точность инструмента и оборудования, качество сборки и обкатки машины, квалификация рабочих и инженеров и др.

Вектор 7 – это параметры управления качеством выполнения комплекса работ по техническому обслуживанию и ремонту техники, т.е. точность диагностики, проверки, крепления, регулировки, качества смазки узлов и механизмов, также уровень квалификации технологов и ремонтников.

Вектор 8 – это параметры управления качеством выполнения механизироанных работ. В частности, параметры подготовленного агрофона полей, рациональная структура машинно-тракторных агрегатов (МТА), параметры регулировки настроечных величин МТА, т.е. зазоры, углы, давление и т.д., режимы работы МТА, т.е. рабочая скорость передвижения,

ширина захвата, технологические и скоростные параметры рабочих органов и др., уровень квалификации механизаторов и инженерно-технических работников по эксплуатации машин, качества хранения техники.

Основным процессом системы является общий процесс управления состоянием системы ФИП, т.е. совокупность частных целенаправленных процессов по обеспечению управляемости параметрами подсистем ФИП.

За выход системы приняты составляющие вектора 9, т.е. экономические показатели деятельности потребителя ФТС.

Необходимо отметить, что векторы, определяющие механизм взаимодействия подсистем ФИП, имеют не только технические и технологические характеристики, но и экономические характеристики и показатели.

В таблице 1 приведены экономические характеристики и показатели векторов ФИП.

Таблица 1 – Экономические характеристики и показатели векторов системы ФИП

Вектор 1 – Требования потребителя на вид, количество и качество новой техники: приемлемая балансовая стоимость, большой срок службы, универсальность, комбинированность, высокая производительность новой техники.
Вектор 2 – Оценочные показатели новой техники, выявленные в процессе Государственных испытаний: удельная экономия текущих затрат, годовая экономия, степень снижения эксплуатационных затрат; показатель трудоемкости, высвобождения рабочей силы; производительность новой техники за час чистого и сменного времени работы, годовая выработка машины, коэффициент использования времены смены; удельные капитальные затраты и дополнительные капиталовложения на единицу работы, фактический коэффициент эффективности капиталовложений и срок окупаемости затрат.
Вектор 3 – Показатели эффективности ремонтно-технологического оборудования: стоимость, производительность и точность передвижных и стационарных средств технического обслуживания и оборудований для диагностирования.
Вектор 4 – Параметры состояния техники потребителя, ремонтный фонд: фактический срок эксплуатации машины до капитального ремонта, уровень комплектности неисправной машины
Вектор 5 – Показатели качества техники после ремонта и технического обслуживания: снижение затрат потребителя на ремонт, расход запасных частей, горюче-смазочных и ремонтных материалов, увеличение средней наработки на отказ и до капиатального ремонта, срок службы техники до списания.
Вектор 9 – Экономические показатели потребителя: степень снижения трудных затрат в производстве продукции, рост производительности труда, снижение прямых эксплуатационных затрат, сроки окупаемости капиталовложений на внедрение новой техники.

Обратная связь системы, определяемая векторами 10, 11 и 12, предназначена для обеспечения соответствия между реальными и базовыми показателями исправности и работоспособности машины (вектор 10) и экономики потребителя ФТС (векторы 11 и 12) путем управления составляющих векторов 6, 7 и 8. Обратная связь между подсистемами ФИП может быть представлена также в виде информации, например, о степени

ремонтнопригодности новой техники ($Ф \Rightarrow И$), порядке использования ремонтного оборудования ($Ф \Rightarrow И$), качестве отремонтированной техники.

($П \Rightarrow И$), или ремонтном фонде ($И \Rightarrow П$) правилах эксплуатации новой техники ($Ф \Rightarrow П$), и ее конструктивных недостатках ($П \Rightarrow Ф$).

Ограничения системы могут быть В качестве критериев оценки эффективности функционирования системы ФИП могут быть приняты: степень снижения трудовых затрат ΔЗ на производство продукции и прирость $\Delta П$ производительности труда потребителя ФТС в результате использования новой или отремонтированной техники сформированы из ограничений, накладываемых, по нормативным документам на агротехнические (ΔА) энергетические (ΔЭН), надежностные (ΔН), эксплуатационно-технологические (ΔЭТ) и экономические (ΔЭ) показатели машины. Например, для нового ($Ф \Rightarrow П$) или отремонтированного ($И \Rightarrow П$) зерноуборчного комбайна ΔА: потери зерна ≤1,5% и ΔЭТ: коэффициент надежности технологического процесса ≥0,98. Необходимо отметить, что для нормального функционирования ситемы ФИП производственные процессы ее подсистем Ф, И и П должны быть управляемыми и обеспечены определенными ресурсами управления. Для системы ФИП в качестве ресурсов управления могут быть использованы конкретные технические, технологические и экономические решения.

В таблице 2 приведены некоторые ресурсы управления составляющих системы ФИП.

Таблица 2 – Некоторые ресурсы управления составляющих системы ФИП эффективности ФТС сельхозмашин в Узбекистане

Ресурсы управления подсистемы **Ф**
Оптимизация физико-механических показателей сырья и машино-строительных материалов; вида, количества и показателей точности работы инструмента и машиностроительного оборудования; производственных процессов сборки и режимов обкатки новой техники; состава конструкторов, рабочих, технологов и инженерно-технических работников; технологических процессов проектирования и изготовления новой техники с целью обеспечения требуюмых показателей исправности и работоспособности.
Ресурсы управления подсистемы **И**
Оптимальный учет вида и площады возделываемых потребителем сельскохозяйственных культур, длительности и частоты агротехнических приемов, количества и состава МТП; составление оптимальных планграфиков технического обслуживания и ремонта техники; предупредительные ремонтно-обслуживающие воздействия; оптимизация технологических процессов предремонтной диагностики неисправных машин; оптимальных остаточный ресурс составных частей машин; полное использование производственной мощности ремонтно-обслуживающей базы; соблюдение всех требований технологии ремонта и технического обслуживания; польный учет всех рекламаций потребителей техники.
Ресурсы управления подсистемы **П**
Оптимизация состава МТП в зависимости от вида и площади возделываемых культур; оптимальная эксплуатация выбранного МТП; широкое использование универсальных, комбинированных и широкозахватных машин; оптимальный расход запасных частей, горюче-смазочных и ремонтных материалов.

Для выбора рациональных управлющих воздействий на ФИП необходимы рассмотрение и оценка множества вариантов взаимодействий между элементами системы $(\Phi \Leftrightarrow И, И \Leftrightarrow П, \Phi \Leftrightarrow П)$. Поэтому целесообразно использовать физические, математические и статистические модели, на которых производится генерирование альтернатив решения изучаемой проблемы, их анализ, оценка и поиск наилучших решений.

Таким образом, разработанные технические, технологические и экономические основы создания рациональной модели системы ФИП являются научной базой для выполнения научных исследований по поиску повышения

Список использованной литературы

1. Даки Н.В. Организация сервисного обслуживания сельскохозяйственной техники фирмами-изготовителями// М.: Агропромиздат. – 1990. – Вып 5. – С. 63–69.

2. Технический сервис машин сельскохозяйственного назначения. /В.В. Варнаков, В.В. Стрельцов, В.Н. Попов и др. – М.: Колос, 2003. – 253 с.

3. Технический сервис в сельском хозяйстве/ П.А. Андреев, А.Э. Северный, В.И. Черноиванов и др. – М.: Колос, 1993. – 48 с.

4. Черноиванов В. И. Состояние и перспективы технического сервиса в АПК Российской Федерации. – М.: ГОСНИТИ, 1993. – 67 с.

5. Попов Ю. М., Гаркуша В.А. Экономические основы фирменного обслуживания техники// Механизация и электрификация сельского хозяйства. – М.: 1990. – № 9. – С. 36–38.

Summary. After the carried out researches it was found that, the general process of managing the status of «*Company producer – customer of the Corporate technical service*» system (*CTS*) is the main process of the system; i.e. combination of private goal-oriented processes for providing the manageblity over the company susbsystems parameters, the machines manufacturer – the executive of corporate technical service – the customer of corporate technical service. Meanhwile in effort to get normal functioning the system the production processes of its subsystems must be manageable and provided with a certain resources.

In a purpose to select rational managing influences it is task-oriented to apply the phyisico, mathematical and statistical models to which generating the alternatives of solutions for problem studying, its analysis, evaluation and the best solutions searching are being implemented.

УДК 621.78: 631.363.7.033

Анискович Г.И., кандидат технических наук, доцент;
Мисько В.Г., старший преподаватель;
Шевчук М.А., ассистент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Беларусь

ПРИМЕНЕНИЕ ИМПУЛЬСНОЙ ЗАКАЛКИ ПРИ УПРОЧНЕНИИ НОЖЕЙ ШНЕКА КОРМОСМЕСИТЕЛЯ-РАЗДАТЧИКА

Аннотация. В настоящей статье рассматривается применение технологии импульсного закалочного охлаждения потоком воды для упрочнения ножей шнека

кормосмесителя-раздатчика АМКОДОР В-МИКС. Приведены результаты исследований физико-механических свойств упрочненных ножей.

Abstract. This article discusses the application of pulsed quenching cooling technology using a water jet for hardening the knives of the screw feeder mixer АМКОДОР В-МИКС. The results of studies on the physical and mechanical properties of the hardened knives are presented.

Ключевые слова: ресурс, упрочнение, прочность, структура, термообработка, твердость, износостойкость, ударная вязкость.

Keywords. resource, hardening, strength, structure, heat treatment, hardness, wear resistance, impact toughness.

Одним из ключевых элементов в технологии механизированного кормления животных является кормосмеситель-раздатчик. Раздатчик предназначен для приготовления сбалансированных кормосмесей, включающих в себя сенаж, кукурузный силос, сено, солому, минеральные и витаминные добавки, а также для их последующего транспортирования и раздачи в кормушки или на кормовой стол [1,2].

Одним из наиболее распространенных агрегатов на территории Республики Беларусь, является кормосмеситель-раздатчик АМКОДОР В-МИКС производства ОАО «АМКОДОР-СЕМАШ» управляющая компания холдинга».

Машины данной серии выпускаются в различных модификациях – с одним или двумя вертикальными смесительными шнеками. В зависимости от модификации раздатчика, количество монтируемых ножей находится в пределах от 4 до 8 единиц на один агрегат. Внешний вид ножа шнека кормосмесителя-раздатчика АМКОДОР В-МИКС показан на рисунке 1.

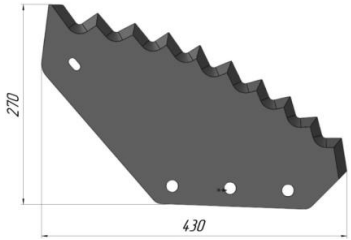


Рисунок 1 – Внешний вид и габаритные размеры ножа шнека кормосмесителя-раздатчика АМКОДОР В-МИКС

В процессе эксплуатации ножи шнека кормосмесителя-раздатчика подвергаются воздействию комплекса неблагоприятных факторов, обуславливающих их интенсивный износ. Основными причинами износа являются следующие:

1. Абразивное воздействие грубых кормов, при измельчении различных компонентов кормосмеси – сена, соломы, силоса и других материалов. Эти компоненты, особенно при наличии минеральных включений (например,

песка, земли, мелких камней), обладают выраженным абразивным действием, способствуя постепенному стачиванию режущей кромки ножей [2].

2. Удары и вибрационные нагрузки, возникающие как при взаимодействии с плотными фракциями корма, так и с посторонними предметами, случайно попадающими в смесительную камеру (обломки древесины, металлические предметы и пр.). Ударные нагрузки вызывают усталостные микротрещины и сколы на кромке ножа, что ускоряет его разрушение.

3. Циклические тепловые нагрузки. Из-за трения о перерабатываемые материалы в зоне режущей кромки может происходить локальный нагрев, за которым следует резкое охлаждение за счёт контакта с влажными компонентами корма. Эти температурные циклы способствуют термической усталости металла и образованию трещин.

4. Коррозионное воздействие влажной и агрессивной среды. При длительном контакте с металлической поверхностью ножей кормов, особенно силоса и сенажа, имеющих высокую влажность и кислотность, происходит химическая коррозия, усиливающая механический износ [3].

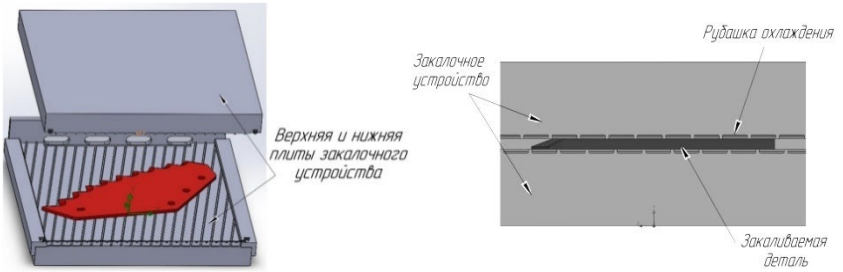
5. Недостаточная твёрдость и прочность материала ножей. В случае изготовления ножей из стали с низкими механическими свойствами (твёрдостью, прочностью) или некачественной термообработкой, срок службы деталей резко сокращается. Мягкий и недостаточно прочный металл быстрее изнашивается, деформируется, вследствие чего ножи требуют частой замены на новые или восстановленные [3].

Серийно выпускаемые ножи шнека кормосмесителя-раздатчика производства ОАО «АМКОДОР-СЕМАШ» управляющая компания холдинга» изготавливаются из высокопрочной борсодержащей стали марки 30MnB5, соответствующей требованиям стандарта EN 10083-3 – «Стали для закаливания и отпуска. Часть 3. Технические условия поставки бористых сталей». Однако на использование стали данной марки для изготовления ножей оказывают влияние санкционные ограничения и нестабильность международных логистических цепочек, приводящих к задержке или прекращению поставок, а также сравнительно высокая ее стоимость.

В связи с этим особую актуальность приобретает возможность изготовления ножей из отечественных недорогих марок сталей с обеспечением требуемой долговечности за счет применения инновационных упрочняющих технологий.

Одним из перспективных способов упрочнения, положительно зарекомендовавшим себя на предприятиях Республики Беларусь, является технология импульсного закалочного охлаждения потоком жидкости. Технологическая схема процесса упрочнения представлена в работах [4-6]. Отличительной особенностью технологии является фиксация предварительно нагретой детали в закалочном устройстве технологического модуля и последующее ее охлаждение потоком воды под давлением. Внешний вид закалочного устройства ножей шнека кормосмесителя-раздатчика показан на рисунке 2а.

Конструкция закалочного устройства обеспечивает равномерное охлаждение предварительно зафиксированной заготовки со скоростью, значительно превышающую скорость закалки для соответствующей марки стали (рисунок 2б).



а) б)

Рисунок 2 – Расположение заготовки при загрузке в закалочное устройство (а) и закалочном охлаждении (б)

Исследования проводились с использованием заготовок экспериментальных ножей, изготовленных из стали марки 45 ГОСТ 1050-2013.

Нагрев детали осуществлялся в камерной печи объемного нагрева СНО 8.10.4/11 до температуры 820-840 °С и последующей выдержкой 15–20 мин до завершения процесса аустенитизации. Контроль температуры осуществлялся при помощи термопары, предусмотренной конструкцией печи. Промежуточный контроль температуры проводился с помощью пирометра DIT-500 Sonel. Температура нагрева и время выдержки детали в печи были обусловлены материалом и геометрическими размерами ножа.

По истечении времени выдержки в печи, нож помещался в закалочное устройство, где интенсивно омывался потоком воды (рисунок 3). Время охлаждения детали в закалочном устройстве составляло 6с. Температура ножа после охлаждения составляла не более 30–35 °С.

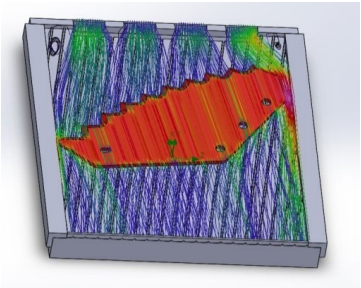


Рисунок 3 – Схема движения воды в закалочном устройстве

После закалки ножи подвергались низкому отпуску при температуре 200 °С. Нагрев осуществлялся в печи СНО-4.8.3/11 с терморегуляцией. Загрузка деталей в печь осуществлялась после выхода на рабочую температуру. Время выдержки деталей в печи составляло 60 мин. После извлечения ножи остывали на воздухе.

На образцах, вырезанных из упрочненных экспериментальных ножей, исследовались структура, твердость, ударная вязкость, относительная износостойкость.

Исследованиями установлено, что значения твердости поверхности упрочненных деталей находятся в пределах 49–52 HRC.

Испытание на абразивную износостойкость проводились в соответствии с ГОСТ 23.208-79 «Обеспечение износостойкости изделий. Метод испытания материалов на износостойкость при трении о нежестко закрепленные абразивные частицы». Эталонным принят образец из стали 45 в отожженном состоянии с твердостью 190–200 HV. По результатам проверки коэффициент относительной абразивной износостойкости составил 3,0–3,2.

Испытания на ударную вязкость проводились при нормальной (+20 °С) температуре и в соответствии с требованиями ГОСТ 9454-78 на образцы без надреза. Результаты испытаний образцов на ударную вязкость упрочненных импульсной закалкой образцов составили в среднем 1,7 МДж/м^2.

Микроструктура в упрочненных зонах на глубину до 2,5 мм представляет собой троостомартенсит с микротвердостью 5500–5600 МПа (50–52 HRC) (рисунок 4).

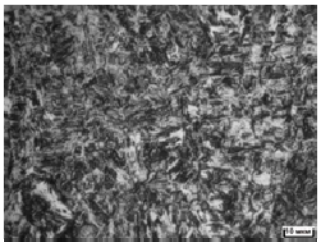


Рисунок 4 – Микроструктура образца (х800) из стали 45 (имп. закалка, отпуск 200 °С)

Результаты экспериментальных исследований показали, что ножи, изготовленные из стали 45 после термообработки импульсной закалкой и низкого отпуска обладают требуемыми физико-механическими свойствами и могут использоваться на кормосмесителях-раздатчиках АМКОДОР В-МИКС как альтернатива ножам, изготовленным из более дорогой борсодержащей стали марки 30MnB5.

Таким образом, результаты экспериментальных исследований показывают, что изготовленные из стали 45 и упрочненные импульсным закалочным охлаждением жидкостью ножи шнека кормосмесителя-

раздатчика обладают требуемыми физико-механическими свойствами, необходимыми для работы в условиях интенсивного абразивного изнашивания, циклических тепловых и ударно-вибрационных нагрузок и могут использоваться как альтернатива ножам, изготовленным из более дорогой борсодержащей стали 30MnB5.

Список использованной литературы

1. Соловьев С. А. Стратегия развития системы технического сервиса машин в животноводстве // Техника и технологии в животноводстве. 2015. №2 (18).

2. Белянчиков Н. Н. Механизация животноводства и кормоприготовления / Н. Н. Белянчиков, А. И. Смирнов. – Москва: Агропромиздат, 2015. – 432 с.

3. Кадин, И. Н. Разработка технологии упрочнения ножей кормосмесителя с применением метода электроискровой обработки / И. Н. Кадин, А. В. Бондарев // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 24–25 ноября 2022 г. – Минск : БГАТУ, 2022. – С. 616–618.

4. Повышение работоспособности деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин / И. Н. Шило [и др.]; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Белорусский государственный аграрный технический университет. – Минск : БГАТУ, 2010. 320 с. : ил.

5. Анискович Г. И. Особенности конструкции закалочных устройств для импульсной закалки / Г. И. Анискович, М. А. Шевчук, С. С. Свиридов // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве. – Минск: БГАТУ, 2019, N Ч. 2. – С. 85–874.

6. Бетеня Г. Ф., Анискович Г. И. Модификация структуры и механических свойств стали пониженной прокаливаемости при импульсном закалочном охлаждении жидкостью. / MOTOROL/ – Lublin-Pzeszow, 2013, vol.15, №7 – С. 80–86.

Summary. The results of experimental studies show that the knives of the feed mixer screw feeder, made from steel 45 and strengthened by pulsed quenching cooling with liquid, possess the required physical and mechanical properties necessary for operation under conditions of intense abrasive wear, cyclic thermal loads, and impact-vibration stresses. These knives can be used as an alternative to knives made from more expensive boron-containing steel 30MnB5.

УДК 631.1

Терехов А.А., аспирант

ФГБОУ ВО «Тамбовский Государственный Технический Университет», г. Тамбов, Российская Федерация

ПРИГОТОВЛЕНИЕ КОРМОСМЕСЕЙ ДЛЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В УСЛОВИЯХ КРЕСТЬЯНСКО-ФЕРМЕРСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Аннотация: Кормление крупного рогатого скота (КРС) в условиях крестьянско-фермерского хозяйства (КФХ) требует тщательного подхода к

составлению рационов. Сбалансированные кормосмеси не только обеспечивают животных необходимыми питательными веществами, но и способствуют повышению продуктивности и снижению затрат на корма. В данной статье рассмотрим основные принципы приготовления кормосмесей, а также приведем статистику потребления кормов для разных групп КРС.

Abstract: Feeding of cattle (cattle) in the conditions of peasant-farming farms (PFH) requires a careful approach to ration formulation. Balanced feed mixtures not only provide the animals with the necessary nutrients, but also help to increase productivity and reduce feed costs. In this article, we will consider the basic principles of preparing feed mixtures, as well as provide statistics on feed consumption for different groups of cattle.

Ключевые слова: Кормосмеси для (КРС), сочные корма, грубые корма, концентрированные корма, КФХ.

Keywords: Feed mixtures for (cattle), succulent fodder, coarse fodder, concentrated fodder, KFH.

Сбалансированные кормосмеси играют ключевую роль в успешном ведении животноводства, особенно в условиях крестьянско-фермерского хозяйства (КФХ). Они представляют собой тщательно [1]. подобранные комбинации различных видов кормов, которые обеспечивают крупный рогатый скот (КРС) всеми необходимыми питательными веществами: белками, жирами, углеводами, витаминами и минералами. Рассмотрим, почему сбалансированные кормосмеси так важны для КРС.

Сбалансированные кормосмеси напрямую влияют на продуктивность КРС:

- Для дойных коров: правильный рацион увеличивает надои молока и улучшает его качество (жирность, содержание белка).
- Для мясного скота: сбалансированное питание способствует быстрому набору мышечной массы и улучшению мясных характеристик.
- Для молодняка: оптимальное кормление ускоряет рост и развитие, что особенно важно для формирования здорового и продуктивного стада.

Кормосмеси, составленные с учетом физиологических потребностей животных, помогают:

- Поддерживать нормальную работу желудочно-кишечного тракта благодаря наличию грубых волокон (сено, солома).
- Укреплять иммунитет за счет витаминов и минералов, содержащихся в сочных кормах и добавках.
- Предотвращать заболевания, связанные с недостатком питательных веществ (например, авитаминоз, остеомаляция).

Что касается основных компонентов кормосмесей, [2]. то тут стоит отметить что состав кормосмесей напрямую зависит от возраста, физиологического состояния и направления развития КРС. Основные компоненты включают: Грубые корма (сено, солома, сенаж); Сочные корма (силос, корнеплоды); Концентрированные корма (зерно, шроты, комбикорма); Добавки (минеральные и витаминные премиксы).

Для того что бы кормосмесь получилась достаточно ценной и сбалансированной необходимо соблюдать технологию приготовления которая включает в себя несколько этапов, такие как:

1. Подготовка кормов: измельчение, очистка, дробление.
2. Дозирование компонентов: расчет пропорций в зависимости от потребностей животных.
3. Смешивание: использование кормосмесителей или ручное смешивание.
4. Контроль качества: проверка на влажность, отсутствие плесени и примесей.

После того как кратко было описана технология приготовления кормосмесей ниже была представлена сводная (таблица 1) где можно [4]. наглядно видеть суточное потребление различных компонентов включающий в рацион КРС.

Таблица 1 – Потребление кормов КРС

Группа КРС	Сено	Силос	Корнеплоды	Концентрированные корма	Минеральные добавки
	кг/сутки				
Дойные коровы	5-6	12-15	5-8	3-5	0,1-0,15
Молодняк КРС	2-3	5-7	2-3	1,5-2,5	0,05-0,1
Сухостойные коровы	6-8	8-10	3-5	1-2	0,1-0,15

Рассмотрев данную (таблицу 1), можно сказать, то, что основу рациона дойных коров составляет сочные и концентрированные корма, в которых есть все необходимые вещества для поддержания нормальной лактации, а также способствующие повышению удоев и поддержанию здоровья животных. Что касается молодняка то тут стоить отметить, что он нуждается в высоком содержании протеина для активного роста и развития, где тоже больший акцент делается на концентрированные и сочные корма. И последнее что необходимо рассмотреть это сухостойные коровы, у которых рацион направлен на поддержание здоровья коровы и будущего теленка и смещен в сторону грубых и сочных кормов, что способствует подготовке к отелу и снижает риск осложнений.

Эта таблица наглядно демонстрируют различия в рационах для разных групп КРС, что помогает фермерам оптимизировать кормление и повысить продуктивность животных.

И так рассмотрев рацион кормления различных групп КРС можно отметить несколько существенных преимуществ: экономия кормов [3]. за счет их рационального использования; улучшение усвояемости питательных веществ; упрощение процесса кормления; возможность адаптировать состав кормосмеси под нужды конкретного хозяйства.

Заключение: Приготовление кормосмесей для КРС в условиях КФХ – это важный этап в организации успешного животноводства. Грамотный подход к составлению рациона, использование качественных кормов и современных технологий позволят повысить продуктивность скота и рентабельность хозяйства. Приведенные данные в (таблице 1) потребления кормов помогут фермерам оптимизировать процесс кормления и достичь высоких результатов.

Список использованной литературы

1. Петров, В. М. Технология приготовления кормосмесей для крупного рогатого скота / В. М. Петров // Вестник сельскохозяйственной науки. – 2020. – № 4. – С. 45–52.

2. Калашников, А. П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие / А. П. Калашников, В. И. Фисинин. – М.: Россельхозакадемия, 2016. – 456 с.

3. Михайлов, В. В. Использование кормосмесителей в животноводстве / В. В. Михайлов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2021. – № 3. – С. 12–18.

4. Электронный ресурс: Министерство сельского хозяйства РФ. Рекомендации по кормлению КРС. – URL: https://mcx.gov.ru (дата обращения: 10.10.2023).

Summary. The article is devoted to the preparation of balanced feed mixtures for cattle in peasant-farming farms (PFH). The basic principles of ration preparation including rough, succulent, concentrated feeds and additives, as well as their influence on productivity, health and economic efficiency are considered. The table with daily norms of feed consumption for different groups of cattle (dairy cows, young stock, dry cows) is given. The importance of feed mix preparation technology and adaptation of rations to the specific needs of the farm is emphasized.

УДК 621.791.92: 631.356.26

Анискович Г.И., кандидат технических наук, доцент;
Шевчук М.А., ассистент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

КОМБИНИРОВАННОЕ УПРОЧНЕНИЕ КОПАЧЕЙ СВЕКЛОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ ПРИ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИИ

Аннотация. Приведены результаты исследования микроструктуры и твердости упрочненных износостойкой наплавкой в сочетании с импульсной закалкой копачей свеклоуборочных комбайнов.

Abstract. The results of studies on the microstructure and hardness of components strengthened by wear-resistant cladding combined with pulsed hardening are presented.

Ключевые слова. Копач, упрочнение, закалка, износостойкая наплавка, микроструктура, твердость.

Keywords. Digging component, hardening, quenching, wear-resistant cladding, microstructure, hardness.

Копачи, предназначенные для подкапывания корнеплодов свеклы, являются сменными быстроизнашивающимися деталями свеклоуборочных самоходных комбайнов и представляют собой сложнопрофильные изделия, конструктивно состоящие из рабочей и крепежной частей. Ресурс копачей предопределяется износостойкостью рабочей части, при недопустимой величине линейного износа которой по ширине наступает предельное состояние этих деталей. Поэтому рабочая и особенно ее нижняя (режущая) часть, воспринимающая наибольшие контактные давления со стороны почвы вследствие чего интенсивно изнашивающаяся должна обладать повышенными физико-механическими свойствами. С учетом условий работы, характера изнашивания и величины износа обоснованы технические требования к физико-механическим свойствам копачей.

Копачи должны быть изготовлены из листового горячекатаного проката среднеуглеродистой конструкционной стали и подвергнуты термической обработке – закалке. Поверхностная твердость копачей после закалки и отпуска должна быть в пределах 54–58 HRC. Эскиз копача представлен на рисунке 1.

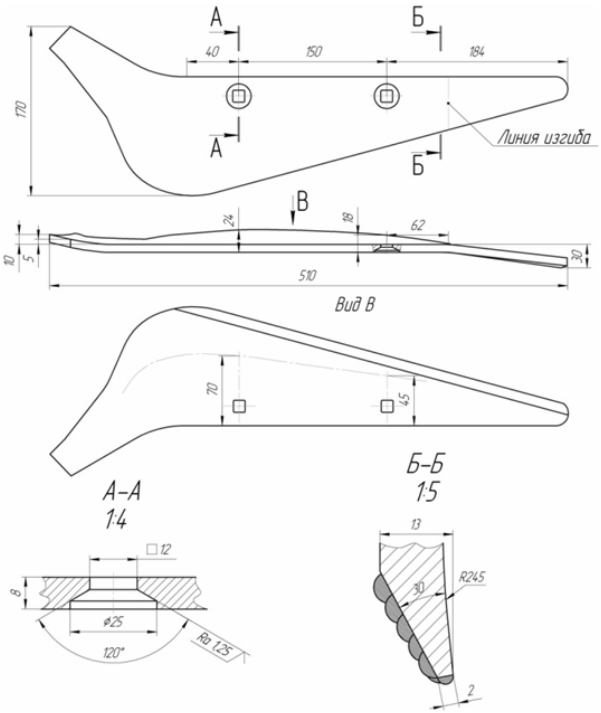


Рисунок 1 – Эскиз копача свеклоуборочного комбайна

Нижняя торцевая и лезвийная поверхности копача должна быть упрочнена износостойкой наплавкой. Толщина наплавляемого износостойкого материала – 3±0,5 мм. Твердость наплавленного слоя должна составлять 56–60 HRC.

Ресурс копачей при уборке свеклы должен соответствовать значению гарантийной наработки и составлять не менее 30 га. При оценке ресурса копача предельное состояние определяется линейным износом ширины детали по оси первого от носка крепежного отверстия. Ширина копача от верхней до нижней кромки детали по оси первого от носка крепежного отверстия допускается не менее 40 мм. Линейный износ по толщине в зоне крепежных отверстий не должен превышать 2 мм. Поломка, сколы и изгиб копача в процессе эксплуатации не допустимы, кроме аварийных случаев (наезда на камень или другое препятствие).

Разработке технологического процесса изготовления копачей свеклоуборочных комбайнов предшествовал анализ вариантов возможной и целесообразной реализации отдельных технологических операций и последовательности их выполнения. Технологический маршрут изготовления копачей включает следующие операции.

Заготовительная. Раскрой листа на заготовки с использованием установки для плазменной резки.

Термическая. Нагрев заготовок перед гибкой до температуры 1150–200ºС в нагревательной полуметодической печи.

Прессовая. Гибка заготовки по углом 120° в гибочном штампе ковочного молота и прошивка отверстий.

Сверлильная. Зенковка на вертикально-сверлильном станке отверстий на глубину 6мм.

Наплавочная. Наплавка режущей кромки заготовки электродом Т-620 (Т-590).

Термическая. Нагрев заготовки до закалочной температуры в электропечи сопротивления.

Термическая. Закалка в потоке жидкости в закалочном устройстве технологического модуля в соответствии с заданным режимом.

Термическая. Низкотемпературный отпуск в течение 1,0–1,5 часов в электропечи сопротивления.

Контрольная. Контроль параметров копача на соответствие техническим требованиям на изготовление детали.

В предлагаемом технологическом процессе операции наплавки и импульсной закалки являются упрочняющими, при выполнении которых копачам придаются требуемые эксплуатационные свойства. Поверхностная твердость и прочность копачей обеспечивается закалкой в потоке охлаждающей жидкости, износостойкость наиболее изнашиваемой нижней (режущей) части – наплавкой износостойким материалом.

Износостойкость режущей части детали, наплавляемой электродом Т-620, в состав которого входят легирующие элементы, такие как хром, титан, бор, приобретается за счет высокой твердости получаемого покрытия.

При импульсной закалке достижение требуемых значений твердости и прочности копачей связано с измельчением структурных фаз в процессе интенсивного закалочного охлаждения. Установлено, что диспергирование характерных элементов структуры, которое может осуществляться как в цикле аустенизации, так и в цикле закалочного охлаждения, и которое обычно связывают с формированием структуры мартенсита, является одним из самых надежных методов повышения конструкционной прочности стальных изделий [1,2].

На характер протекания мартенситного превращения влияет скорость охлаждения при закалке [3,4]. Типичная структура мартенсита углеродистой закаленной стали имеет характерный крупноигольчатый вид, свойственный пластинчатому (двойниковому) типу при температуре переохлаждения 240–180°С. Размер пластин 1–10 мкм.

Мелкоигольчатый мартенсит (0,1–2,0 мкм) относится к реечному (дислокационному) типу мартенсита и образуется при переохлаждении до температур 150–80°С.

Образование сверхмелкоигольчатого мартенсита с очень малыми размерами мартенситных игл (практически неразличимых в оптическом микроскопе), формируемых из мелкозернистого аустенита, который может иметь фрагментированную структуру с высокой плотностью дислокаций [1,3]. Ориентировочные размеры мартенситных кристаллов порядка 0,02–0,1 мкм (20–100 нм) достигается при интенсивном охлаждении с переохлаждением порядка 80–20°С [5].

Из вышесказанного следует, что направленное термическое воздействие с высокой интенсивностью охлаждения, многократно превышающей критическую скорость, способствует созданию и формированию в объёме стального изделия ультрамелкозернистых и наноструктурных образований [1, 5]. Результатом формирования мелкозернистого структурного состояния мартенситных кристаллов является повышение прочности, а также твердости, при обеспечении достаточной вязкости и пластичности конструкционных сталей.

Исследованиями, проведенными в технологическом научно-производственном центре БГАТУ, установлено формирование разориентированных микрообластей – фрагментов игл мартенсита при мартенситном превращении в результате интенсивного водяного охлаждения со скоростями закалки выше 10 000 град/с, что позволяет получать структурные элементы размерами 0,1–0,4 мкм (100–400 нм) [6, 7].

Экспериментальные образцы копачей, изготовленные из стали 60ПП подвергались наплавке с последующей импульсной закалкой с печного нагрева.

Наплавка осуществлялась по фаске режущей части детали, электродом Т-620, диаметром 4 мм, сила тока 200–210 А, толщина наплавленного слоя 2,5–3 мм. Нагрев заготовки копача перед закалкой с выдержкой в течение 15 мин. при температуре 800–810°С осуществлялся в печи сопротивления ПКМ 3.6.2/11.

При импульсной закалке температура и давление воды в системе подвода охлаждающей жидкости технологического модуля соответственно составляли 18–25°С и 0,40–0,45 МПа; продолжительность цикла охлаждения – 3,5–4,0 с. После закалки детали подвергались низкому отпуску при температуре 200°С в течение 1 ч.

Исследования упрочненных деталей показали, что твердость наплавленного слоя составляет 60–62 HRC. Высокое значение твердости можно объяснить большой степенью легирования наплавочных электродов, благодаря чему в структуре наплавленного металла образуется большое количества первичных карбидов хрома, титана и бора.

Структура поверхностного слоя основного металла упрочненного копача представляет собой весьма мелкоигольчатый мартенсит 2–3 баллов (ГОСТ 8233) с небольшим количеством остаточного аустенита (рисунок 2 а, б). Максимальная длина мартенситных игл 3 мкм.

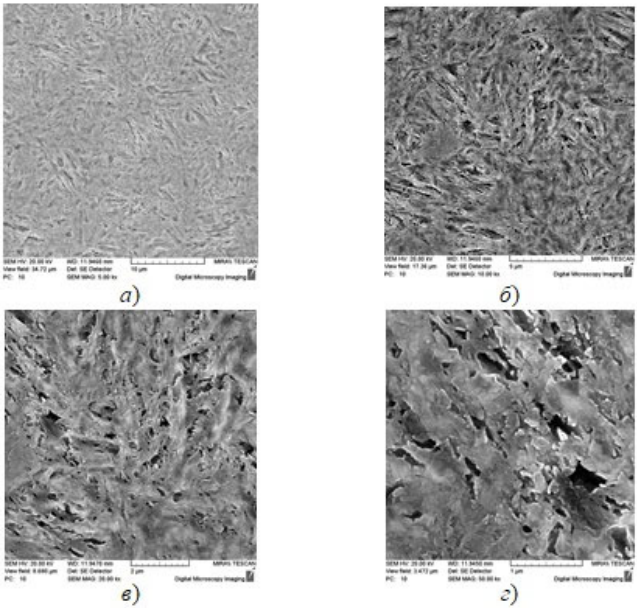


Рисунок 2 – Микроструктура поверхностного слоя основного металла упрочненного копача:
а) – х5000, б) – х10000; в) – х20 000, г) – х50 000

При больших увеличениях (рисунок 2 в, г) видно, что мартенситные иглы частично фрагментированы. Размер фрагментов находится в диапазоне 40–160 нм, средний размер составляет 60–80 нм. На отдельных фрагментах проявляются очертания субмикрозерен. Края мартенситных пластин и фрагментов частично размыты, что говорит об их частично аморфно-кристаллическом состоянии. Придание такого дисперсного структурного строения упрочненным деталям является основой повышения твердости закаленной детали, величина которой находится в пределах 56–58 HRC.

Комбинированным упрочнением – износостойкой наплавкой в сочетании с импульсной закалкой – копачей свеклоуборочных комбайнов изготовленных из углеродистых конструкционных сталей достигается высокий уровень значений твердости наплавленного слоя, в структуре которого образуется большое количество карбидов металлов, и основного металла детали в структуре которого благодаря высокой скорости закалочного охлаждения, обеспечивается формирование развитой фрагментированной наноструктуры мартенсита.

Список использованной литературы

1. Структурная теория конструктивной прочности материалов: Монография/Л.И. Тушинский. – Новосибирск: НГТУ, 2007. – 400 с.

2. Энциклопедический справочник термиста – технолога: в 3-х томах. Т. 3./ С.Б. Масленков, В.М. Ляпунов, В.М. Зинченко, Б.К. Ушаков. Под общ. ред. С.Б. Масленкова. М.: Наука и технология. 2004. – 611 с.

3. Новиков, И.И. Теория термической обработки металлов: учебник для вузов / И.И. Новиков. – Изд. 3-е, исправ. и доп. – Москва: Металлургия, 1978. – 392с.

4. Гуляев, А.П. Металловедение: учебник для вузов / А.П. Гуляев. – Изд. 6-е, перераб. и доп. – Москва: Металлургия, 1986. – 544 с.

5. Рыбин В.В., Малышевский В.А., Хлусова Е.И. Технологии создания конструкционных наноструктурированных сталей // Металловедение и термическая обработка металлов. 2009, №6 (648). С. 3–7.

6. Бетеня, Г.Ф. Анискович, Г.И. Модификация структуры и механических свойств стали пониженной прокаливаемости при импульсном закалочном охлаждении жидкостью. / MOTOROL/ – Lublin-Pzeszow, 2013, vol.15, №7 – С. 80–86.

7. Бетеня, Г.Ф. Опыт упрочнения деталей из сталей пониженной прокаливаемости импульсным закалочным охлаждением жидкостью/Г.Ф. Бетеня, Г.И.Анискович //Вестник БарГУ/ – 2013, вып.1 – С. 152–159.

Summary. By applying combined hardening – wear-resistant cladding in combination with pulsed quenching – of the digging components (copachi) of sugar beet harvesters made from carbon structural steels, a high level of hardness is achieved, meeting the technical requirements for the cladded layer. In the structure of this layer, a large number of metal carbides are formed. In the base metal of the component, due to the high cooling rate during quenching, a developed fragmented nanostructure of martensite is formed.

УДК 621.3.076

Елеушинов А.А., магистр;
Молдажанов А.К., PHD;
Азизов А.А., магистр
НАО «Казахский государственный аграрный исследовательский университет», г. Алматы, Республика Казахстан

ВАРИАТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА АКТИВНЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МОБИЛЬНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН ДЛЯ САДОВ И ВИНОГРАДНИКОВ

Аннотация. В статье рассмотрены актуальные требования к вариативным системам электропривода активных рабочих органов мобильных сельскохозяйственных машин для садов и виноградников, проведен анализ типов электродвигателей и предложена концепция универсальной системы управления.

Abstract. The article examines current requirements for variable electromechanical drive systems of active working units in mobile agricultural machinery for orchards and vineyards, analyzes types of electric motors, and proposes a concept for a universal control system.

Ключевые слова: электропривод, вариативная система, сельскохозяйственные машины, управление, мобильная техника

Keywords: electrical drive, variable system, agricultural machinery, control system, mobile equipment

Введение. Современные требования к мобильной сельскохозяйственной технике, особенно для садов и виноградников, включают высокую энергоэффективность, точность управления и экологичность. Перевод активных рабочих органов с гидравлических на электромеханические приводы снижает эксплуатационные затраты и упрощает обслуживание благодаря отказу от масла и уплотнений [1]. Цель статьи – проанализировать ключевые требования, выполнить расчеты и предложить модульную систему управления на базе ПМСД (постоянно-магнитного синхронного двигателя), обеспечивающую широкий диапазон регулирования скорости (не менее 1:100) и высокий КПД (не ниже 92 %) [2].

Обзор активных рабочих органов.

Основные инструменты машин для садов и виноградников:

Обрезные ножницы и секаторы – кратковременные пиковые нагрузки, до 7–10 Н·м на закусывание ветки.

Опрыскиватели – непрерывная работа при 1500–2000 об/мин и 3–5 Н·м момента.

Шнеки и вибрационные сборщики – требуются средние скорости 1000–2500 об/мин и моменты до 20 Н·м.

Мотыги и рыхлители – пиковые нагрузки до 15 Н·м при низких скоростях. Требования к динамике – быстрый отклик (< 100 мс) и точность позиционирования (< 1 мм), что достигается векторным управлением ПИД-регулятором [6].

Требования к электроприводам.

При выборе привода учитывают:

Пиковая мощность и крутящий момент. Для мелких инструментов 0,5–5 кВт (до 10 Н·м), для крупногабаритных – до 15–20 кВт (до 50 Н·м) [4].

Диапазон регулирования скорости ≥ 1:100. Обеспечивается VFD (Variable Frequency Drive) с поддержкой векторного управления для сохранения КПД во всём диапазоне [1].

КПД не ниже 92 % в номинальном режиме и ≥ 88 % при нагрузках 20–100 % [2].

Масса и габариты ограничиваются междурядьями (до 50 кг на узел, требования ISO 500 для навесного оборудования) [5].

Электропитание – аккумулятор 48–96 В или 200–400 В, совместимость с солнечными панелями и генераторами.

EMC и защита – соответствие IEC 61800-3, IP65-IP66 для защиты от пыли и влаги.

Расчет характеристик приводов

На примере среднего ПМСД (см. **Таблица 1**) для пикового момента $M_{тр}$ = 16 Н·м и базовой скорости 3000 об/мин мощность:

$$P = \frac{2\pi n M}{60} = \frac{2\pi \cdot 3000 \cdot 16}{60} \approx 5027 \text{ Вт}.$$

Резерв мощности принимаем 20 %, итого выбираем двигатель 6 кВт [4].

Таблица 1 – Типичные параметры ПМСД

Motor Type	Nominal Power (kW)	Nominal Torque (Nm)	Nominal Speed (rpm)	Efficiency (%)
PMSM Small	2,5	8	3000	95
PMSM Medium	5	16	3000	94
PMSM Large	15	47,7	3000	93

Диаграммы:

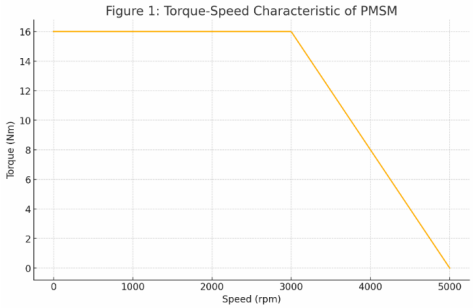


Рисунок 1 – Характеристика «крутящий момент – скорость»
(турнирный участок при 3000 об/мин, затем линейное снижение)

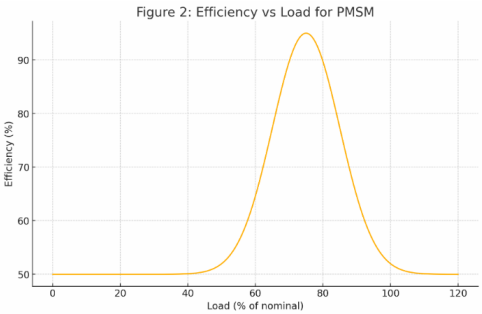


Рисунок 2 – КПД двигателя в зависимости от нагрузки
(максимум ~95 % при 70–80 % нагрузки)

Структура системы управления

Модульная архитектура включает (рис. 3):

Энергетический модуль (аккумулятор + солнечные панели + система защиты).

Инвертор на основе ARM+RTOS, реализующий MPDTC (model predictive direct torque control) для повышения КПД до 95 % [3].

Сенсорный и беспроводной интерфейс (экран + Bluetooth/Wi-Fi) для выбора режима (режим «ножницы», «опрыскиватель» и т. д.).

Набор датчиков: токовый, термодатчики обмоток, энкодеры для обратной связи.

ПО с алгоритмами самодиагностики и OTA-обновления.

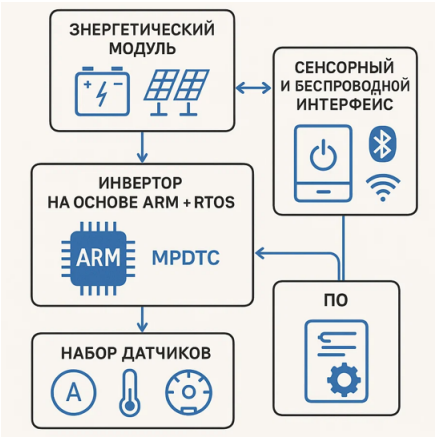


Рисунок 3 – Структура системы управления вариативной системы электропривода активных рабочих органов мобильных сельскохозяйственных машин

Выводы Предложенная система обеспечивает широкий диапазон регулирования скорости ≥ 1:100, высокий КПД (до 95 %), компактность и защиту по стандартам EMI/EMC. Модульность позволяет быстро переоборудовать машину под разные активные органы, снижая время простоя и эксплуатационные затраты.

Список использованной литературы

1. Stover, R. Variable frequency drives for irrigation pumps // USU Extension. 2022. (extension.usu.edu)

2. Zhang X., Wang Y., Chen P. Battery management strategies for off-grid agricultural machinery // Energies. 2020. (MDPI)

3. Research on efficiency improvement of PMSM with MPDTC considering core loss // Energies. 2022. (MDPI)

4. Permanent magnet synchronous motor for electric tractor // ResearchGate. 2014. (ResearchGate).

5. ISO 500: Agricultural tractors – Power take-off types 1–4 // ISO. 2014. (Wikipedia)

6. Control techniques for PMSM in precision agriculture // CAE Access. 2019. (caeaccess.org)

Summary. This paper investigates the design and implementation of variable electromechanical drive systems for active working units in mobile agricultural machinery used in orchards and vineyards. A comprehensive review of common tools–pruning shears, sprayers, harvesters, and tillage implements–highlights their distinct torque and speed requirements. Key selection criteria for permanent-magnet synchronous motors (PMSMs) are discussed, including peak torque (up to 50 Nm), speed regulation range (≥ 1:100), and efficiency (> 92 %). Detailed calculations demonstrate the sizing of a 6 kW PMSM for mid-range applications, supported by torque–speed and efficiency–load curves. The proposed modular control architecture–with an ARM-based inverter, advanced field-oriented and predictive control algorithms, and wireless operator interface–ensures high performance, compactness, and compliance with EMI/EMC and IP65–66 standards. The system's flexibility and self-diagnostic capabilities promise reduced downtime and lower operational costs.

УДК 631.1

Игамбердиев А.К.[1], доктор технических наук, профессор;
Гурнович М.Н.[2], начальник отдела международных связей
[1]*НИУ «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», г. Ташкент, Республика Узбекистан*
[2]*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ УЗБЕКИСТАНА

Аннотация. Представленный материал посвящен концепции внедрения современных цифровых технологий в агропромышленный комплекс с целью

повышения его эффективности. Документ подробно описывает концепцию «Умного сельского хозяйства», включающую в себя такие направления как «Умное земледелие», «Умное поле», «Умный сад», «Умная теплица» и «Умная ферма». Рассматриваются вопросы цифровизации сельского хозяйства, основные задачи и пути их решения, механизмы государственной поддержки и перспективы развития отрасли. Особое внимание уделяется внедрению автоматизированных, роботизированных технологий и систем искусственного интеллекта для управления сельскохозяйственным производством, что позволит повысить производительность труда, эффективность использования ресурсов и конкурентоспособность сельскохозяйственной продукции на мировом рынке.

Abstract. The presented material is devoted to the concept of introducing modern digital technologies in the agro-industrial complex in order to improve its efficiency. The paper describes in detail the concept of “Smart Agriculture”, which includes such areas as “Smart Farming”, “Smart Field”, “Smart Garden”, “Smart Greenhouse” and “Smart Farm”. The issues of digitalization of agriculture, the main tasks and ways of their solution, mechanisms of state support and prospects for the development of the industry are considered. Special attention is paid to the introduction of automated, robotic technologies and artificial intelligence systems to manage agricultural production, which will increase labor productivity, resource efficiency and competitiveness of agricultural products in the global market.

Ключевые слова. Агропромышленный комплекс, цифровые технологии, умное земледелие, умное поле, умный сад, умная теплица, умная ферма.

Keywords. Agro-industrial complex, digital technologies, smart farming, smart field, smart garden, smart greenhouse, smart farm.

Введение. Не будет преувеличением сказать, что на сегодняшний день уровень традиционных технологий в определенном смысле достиг своего предела. Это, в свою очередь, требует внедрения точных, развитых техник и технологий.

Известно, что 45 процентов общего земельного фонда Республики относится к категории земель сельскохозяйственного назначения, а около 50 процентов населения проживает в сельской местности.

В последние годы, благодаря систематическим мероприятиям и государственной поддержке в отрасли, были достигнуты значительные результаты. В частности, с 2012 года Узбекистан, наряду с такими зарубежными странами, как Швейцария, США, Турция и Казахстан, входит в число ведущих стран по государственной поддержке сельского хозяйства (10% от общих государственных расходов в 2016 году).

Основная часть. Для развития отрасли, обеспечения продовольственной безопасности и развития экспорта, обеспечения населения качественными, безопасными продуктами питания, система управления должна охватывать следующее:

В области "Умного сельского хозяйства", охватывающего полный научно-технический цикл полного инновационного комплекса и категории

цифровизированной системы, существуют следующие основные направления цифровизации и научно-технологического развития сельского хозяйства: "Цифровые технологии в управлении агропромышленным комплексом"; "Умное земледелие"; "Умное поле"; "Умный сад"; "Умная теплица"; "Умная ферма".

Управление агропромышленным комплексом состоит из специфических субъектов и объектов.

Субъект управления:

- умное сельскохозяйственное предприятие

Объект управления:

- цифровые технологии в управлении агропромышленным комплексом;
- умное земледелие;
- умное поле;
- умный сад;
- умная теплица;
- умная ферма (животноводство)

В результате внедрения технологий "Умного сельского хозяйства" создается возможность управления хозяйством в целостном виде, повышается эффективность управления сельским хозяйством за счет формирования единой цифровой среды.

Рисунок 1 – Управление агропромышленным комплексом

Повышение эффективности управления: применение ресурсосберегающих технологий, в частности точных рядных сеялок, сельскохозяйственной техники, оснащенной GPS оборудованием; водосберегающие технологии орошения, предусматривающие

эффективное использование водных ресурсов, удобрений; робототехника для ухода за сельскохозяйственными животными и доения молока; привлечение в сельское хозяйство сотрудников (специалистов), владеющих новыми современными профессиями; переход на цифровой формат обмена данными, повышение эффективности взаимодействия участников между собой и с государством за счет сокращения видов отчетности; создание банка знаний и технологий общего пользования в разрезе подотраслей и территорий сельского хозяйства республики; повышение адаптивности и устойчивости к изменениям климата; формирование конкурентоспособного, рыночно и экспортно ориентированного сельского хозяйства; укрепление продовольственной безопасности и усиление охраны окружающей среды; повышение эффективности государственных расходов, в том числе на основе государственно-частного партнерства; планомерное внедрение технологий "Умного сельского хозяйства", соответствующих зарубежным аналогам; повышение эффективности логистической инфраструктуры сельскохозяйственных производителей путем внедрения инновационных решений.

Основные задачи: переход к цифровому сельскому хозяйству и активное и широкое использование цифровых технологий для повышения производительности труда;

интеграция потока данных сельскохозяйственных производителей и государства на платформу "Умное сельское хозяйство" для обеспечения глобального планирования и предоставления точных рекомендаций участникам рынка, в том числе для применения искусственного интеллекта; интеграция функций платформы "Умное сельское хозяйство", обеспечивающих открытость доступа сельскохозяйственных производителей к государственным, банковским и страховым данным; формирование механизмов и мер поддержки внедрения цифровых технологий в сельском хозяйстве; обеспечение прослеживаемости движения сельскохозяйственной продукции (через метки, чипы, идентификаторы, технологии, устройства, системы); стимулирование местных разработок, обеспечивающих доступ к различным цифровым открытым платформам (цифровое поле, цифровое стадо, техника, управление теплицами и другие); предоставление комплекта персональных (матричных) технологических решений для участников рынка; внедрение торговых онлайн-платформ и систем для продажи сельскохозяйственной продукции; формирование предложений по регулированию нормативно-правовых документов и нормативно-технических требований для перехода на цифровые технологии; формирование учебно-методических комплексов (стандарты, методология учебной программы); обеспечение соответствия процессов производства продукции и стандартов общемировым требованиям для выхода

сельскохозяйственной продукции Узбекистана на ведущие экспортные позиции на мировом рынке; создание нормативно-правовых, организационных и институциональных основ внедрения технологий "Умного сельского хозяйства", включая цифровую инфраструктуру; разработка и внедрение механизмов стимулирования спроса на умные-сервисные услуги; формирование системы государственной поддержки создания и внедрения разработок умных-сервисных услуг; обслуживание сельского населения и повышение уровня жизни; обеспечение благоприятной среды для инфраструктуры информационно-коммуникационных технологий в сельской местности, а также повышение скорости и возможностей использования Интернета; создание платформы "Умное сельское хозяйство", оценивающей продукцию сельскохозяйственных производителей и связывающей с потребителями во всех отраслях сельского хозяйства; развитие применения системы навигации на сельскохозяйственных угодьях с использованием цифровых технологий, включая предоставление открытой информации фермерам, ускорение внедрения и совершенствования системы цифровых технологий; планирование и осуществление полного охвата всех регионов Республики внедряемой технологией "Умное сельское хозяйство"; создание технологий, упрощающих процесс кредитования и страхования сельскохозяйственного производства, сокращение сроков предоставления государственных услуг (субсидии, дотации и другие) с учетом цифровых объективных данных субъектов, упрощение документооборота путем стимулирования внедрения цифровых технологий; повышение производительности труда и ускорение оборота средств хозяйствующих субъектов; внедрение цифровых информационных ресурсов, платформ и технологий, повышающих эффективность производства, обеспечивающих контроль и мониторинг (точное земледелие, контроль вегетационного периода, цифровое поле, цифровое стадо и другие), эффективно обеспечивающих управление (баланс производства и потребления, экспорт, анализ рыночной конъюнктуры разных уровней, анализ баланса), создание эффективной цепочки продаж от производителя к потребителю;

использование наличия товаров на биржах и складах (хлопок, зерно, масло, сахар, рис и другие) и сезонной торговли ими в качестве финансово-регулирующих инструментов управления балансом спроса и предложения; повышение эффективности взаимодействия между участниками и с государством в цифровом формате, интеграция информационных ресурсов и создание возможности неограниченного быстрого, свободного доступа для пользователей (осуществление электронных операций, электронные складские документы, акты приема товаров на переработку и другие); развитие цифровой среды дистанционного сельскохозяйственного образования и рынка

профессионального агроконсалтинга; повышение привлекательности работы в сельском хозяйстве, увеличение потребности в специалистах информационно-коммуникационных технологий в сельском хозяйстве, повышение доходов населения в сельской местности; обеспечение интеграции сельскохозяйственных производителей с платформой макропрогнозирования, управлением сельскохозяйственной техникой, средствами объективного контроля прогнозов погоды и вегетации растений, элементами планирования и управления производством, средствами искусственного интеллекта, цифровой платформы сельского хозяйства с процессами цифровой экономики.

Задачи цифрового трансфера (передачи) в сельском хозяйстве: формирование базовых процессов и методологии цифрового сельского хозяйства, внедрение передовых технологий и практического опыта, повышающих рентабельность сельского хозяйства экономически обоснованным образом, принципа "поле-прилавок" в производстве сельскохозяйственной продукции с целью эффективного и оперативного использования имеющихся ресурсов; запуск платформ "Эффективный гектар" для сельскохозяйственных культур, "Эффективное поголовье" для производителей животноводства, позволяющих эффективно использовать ресурсы, эффективное использование мощностей машинно-тракторных парков, обеспечение динамического формирования показателей доходности производства, рентабельности и затрат, себестоимости продукции, прогнозов продаж, цен закупки фьючерсов внутри и за пределами Узбекистана; разработка функциональных требований для местной аппаратуры и оборудования для цифровых систем и систем "точного земледелия" на основе сигналов ГЛОНАСС/ГНАСС; внедрение платформ объективного мониторинга и управления транспортной и логистической инфраструктурой в сельском хозяйстве; организация инновационных хозяйств в качестве площадок для испытания технологий и обучения; внедрение платформы "интернет сетей" (кибер-физических систем) для управления сельскохозяйственной техникой, теплицами, оборудованием, используемым потоком данных, повышением энергоэффективности производства, системами наблюдения; приведение в соответствие с международными стандартами и техническими требованиями с целью поэтапной замены преобладающих зарубежных технологий в сельскохозяйственном производстве на импортозамещающие местные технологии; обязательная локализация данных телеметрических проверок; применение цифровой технологии анализа состояния и состава почвы, структуры, проведение мониторинга урожайности культур, предварительный анализ культур, вредителей и т.д. для повышения урожайности; разработка технических требований к местной аппаратуре по дифференцированному внесению минеральных удобрений и химических средств в почву, внедрение показа отдельных

характеристик каждого поля на основе цифровых почвенных карт для точного земледелия; создание матрицы цифровых решений по различным регионам республики с учетом особенностей продукции для производства высококачественной экологически безопасной продукции на основе использования научного потенциала, основанного на передовом опыте; испытание, анализ и внедрение цифровых технологий управления, применяемых на всех этапах технологических операций производства (прямой и непрерывный посев, дифференциальное внесение удобрений, управляемые и контролируемые транспортные средства, эффективная уборка и послеуборочная логистика) (биологизация производства);

контроль и мониторинг землепользования путем анализа данных, интеграция аналитических цифровых инструментов и регулирующих решений; создание информационных систем Государственной карантинной и ветеринарной службы на государственно-частной цифровой платформе с целью непрерывной интеграции систем контроля в системы бизнес-управления хозяйствующего субъекта для мониторинга и идентификации животных и охвата полной цифровой цепочки производства животноводческой продукции; использование цифровизации животноводства и технологий "цифрового стада", контроль и управление условиями содержания скота, мониторинг процессов движения при выпасе животных на пастбище, в том числе экспорт животноводческой продукции по "зеленым коридорам"; стандартизация протоколов и форматов обмена данными между информационными системами по управлению производством, повышение конкурентоспособности цифровых ведущих провайдеров в обеспечении соответствия глобальным стандартам; разработка местных цифровых технологий племенного дела и генетики (включая технологию блокчейн), совершенствование деятельности семеноводческих центров в областях, увеличение и интенсификация производства сортов растений и пород животных, адаптированных к специфическим почвенно-климатическим условиям регионов; содействие в разработке и внедрении новых учебных программ и учебных стандартов по инновационным цифровым технологиям земледелия (включая прямой посев, технологии точного земледелия, биотехнологии и другие) в передовой педагогической системе высшего и среднего специального образования, организация курсов повышения квалификации кадров для агропромышленного комплекса, разработка комплекса мер по распространению знаний по биотехнологиям, ресурсосберегающим технологиям в сельском хозяйстве; формирование наборов данных и процедур для создания информационных систем по управлению закупками, экспортом и импортом сельскохозяйственной продукции; интеграция информационных систем участников рынка и государства, экологическая и экономическая эффективность инновационных технологий в сельском хозяйстве, формирование данных

обо всех рабочих системах, включая системы наблюдения, фонд семенных и генетических ресурсов, а также поставщиков удобрений.

Реализация Концепции поможет в разработке новой аграрной технологической политики республики и будет способствовать росту в соответствующих отраслях:

информационно-коммуникационные технологии, инновационная сельскохозяйственная техника и оборудование для точного сельского хозяйства, производство биологических продуктов (средства защиты растений, стимуляторы и удобрения), оптимизация использования минеральных удобрений и химических средств защиты растений, снижение воздействия на окружающую среду, развитие центров семеноводства; внедрение новых образовательных стандартов в учебные программы сельскохозяйственных ВУЗов и колледжей, разработка новых квалификационных требований, оптимизация всех процессов аграрного сектора через цифровизацию профессиональных услуг консультационных центров по сельскому хозяйству; цифровизация в сельском хозяйстве, создание комплексных автоматизированных производственных и логистических сетей, процесс, объединяющий сети розничной торговли, оптовые торговые компании, логистику, сельскохозяйственных производителей и их поставщиков с финансируемым управлением, регулярную организацию торговых площадок для потока товаров и экспорта сельскохозяйственной продукции.

Умное земледелие: "Умное земледелие" – это автоматизированный сбор, анализ, обновление данных о состоянии почвы и земельных ресурсов, разработка рекомендаций по оптимальному (ландшафтно-адаптивному) размещению сельскохозяйственных культур, распределению земельных участков, применению севооборота, агротехнологиям выращивания культур, автоматизированной оценке земельных участков (включая кадастр), контроль и мониторинг использования земли и воды, деятельности и эффективности системы адаптивно-ландшафтного земледелия.

Разработка и внедрение интеллектуальных систем землепользования, планирования и оптимизации агроландшафтов в сельскохозяйственном производстве различных уровней, функционирующих на основе методов цифровых, дистанционных, геоинформационных технологий и компьютерного моделирования.

При внедрении технологических решений в направлении "Умное земледелие" предусматривается следующее: использование автоматизированной системы планирования при использовании сельскохозяйственных земель; система сбора, обновления и хранения данных о состоянии земель; система мониторинга состояния и использования земель, целевая оценка пригодности земель и

моделирование потенциальной урожайности; система прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур; система распределения сельскохозяйственных посевных площадей и планирования отдельных видов культур; система проектирования технико-экономического обоснования цифрового адаптивно-ландшафтного земледелия и агротехнологий; сеть полномочных центров по адаптивно-ландшафтной системе землепользования, подготовке и повышению квалификации специалистов.

Умное поле: "Умное поле" – это обеспечение устойчивого роста сельскохозяйственной продукции путем внедрения цифровых технологий, анализа и системного применения данных о почве, окружающей среде и растениях.

При внедрении технологических решений в направлении "Умное поле" предусматривается следующее: формирование условий для развития научной, научно-технической деятельности, разработка цифровых технологий мониторинга и управления производственными процессами в растениеводстве с анализом цифровизированных технологий и данных с применением научной теории продуктивности для производства продукции, товаров и оказания услуг, обеспечивающих конкурентоспособность и независимость местного агропромышленного комплекса; разработка средств сбора и анализа сверхточных данных о состоянии почвы, растений и окружающей среды с применением технологий интернет-сетей; разработка интегрированных средств передачи данных исходя из особенностей национального полевого растениеводства; разработка алгоритма контроля состояния почвы, растений и окружающей среды для анализа данных, формирования управленческих решений на основе научной теории продуктивности; разработка роботизированных технологий для растениеводства, обеспечивающих уменьшение ограничивающих факторов воздействия на продуктивность растений.

Умный сад: "Умный сад" – интеллектуальная система, готовящая, осуществляющая и контролирующая все технологические процессы выращивания садоводческой продукции с применением роботизированных, беспилотных машин, агрегатов. Такая система обеспечивает анализ почвенно-климатических условий на основе данных, определяет оптимальные культуры для выращивания, интеллектуальное применение органических и минеральных удобрений, профилактические меры против вредителей и болезней, а также экономический расчет рентабельности производства и спроса населения территории (страны, области).

Разработка интеллектуальной технической системы, обеспечивающей автоматический анализ данных о состоянии агробиоценоза сада, принятие

управленческих решений и их реализацию с помощью роботизированных технических средств.

При внедрении технологических решений "Умного сада" предусматривается следующее: разработка средств сбора и анализа сверхточных данных о состоянии почвы, растений и окружающей среды с применением технологий интернет-сетей; разработка информационных систем и технических средств для оперативного получения и мониторинга данных об изменениях состояния сада и окружающей среды (датчики, контролирующие показатели агробиосистемы, средства отбора проб, беспилотные летательные аппараты и другие); разработка интегрированных средств передачи данных исходя из особенностей национального садоводства; разработка системы программного обеспечения, позволяющей автоматически управлять получением и анализом данных с датчиков, осуществлять систематизацию их анализа, принимать решения по управлению технологическими процессами и осуществлять обратную связь с техническими средствами; разработка технологий применения роботизированных (беспилотные летательные аппараты) технических средств для осуществления управляющих воздействий в системе цифрового садоводства в автоматизированном режиме.

Умная теплица: "Умная теплица" – это автономный, роботизированный и защищенный от внешних воздействий сельскохозяйственный объект, предназначенный для выращивания растениеводческой продукции в автоматическом режиме с максимальной минимизацией участия оператора, агронома, инженеров.

Система оптимизирует экономику объекта с учетом затрат и потребительской деятельности, соблюдает экологические и санитарно-гигиенические регламенты с применением цифровых технологий (искусственный интеллект, интернет-сети и другие) с учетом агроэкологической оценки гибридов и сортов растений, анализа почвы и других факторов.

Организация цифровой экономики предусматривает внедрение информационных технологий во всех сферах деятельности государства различных уровней: разработку и практическое применение всего программно-инструментального решения и роботизированных интеллектуальных технологий в закрытой системе, снижающих производственные затраты и повышающих производительность труда; комплексное решение существующих и новых задач анализа больших объемов данных упомянутых технологий в цифровой экономике; разработку и внедрение современных и завершенных технологий теплицы, основанных на применении интернет-сетей (от защищенной сети, сенсоров до устройства, ведущего к аналитической системе); обеспечение устойчивого роста выращивания растениеводческой продукции в теплицах, получение высококонкурентных субстратов и

удобрений, местных инновационных систем для теплиц (микроклимат, освещение, эффективное энергоснабжение, универсальный модуль, обеспечение, автономность и другие), методов контроля качества продукции, сырья и пищи и повышения пищевой ценности.

При внедрении технологических решений "Умной теплицы" предусматривается следующее: развитие интеллектуального продукта в области биоинженерии и выращивания растений в закрытой системе; разработка автоматизированной системы дистанционного управления теплицами, в которой применяются беспроводные сенсоры, микроэлектронный комплекс цифровой формы обработки и передачи сигналов; разработка беспроводной платформы для сбора, обработки и визуализации данных с помощью промышленного оборудования интернет-сети для тепличных хозяйств; разработка методов и алгоритмов анализа больших объемов данных для интеллектуального управления теплицами, мониторинга и прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур в тепличных хозяйствах; взаимосвязь с бизнесом по части образовательных программ, повышения квалификации преподавателей, организации центров, дающих возможность для стартапов в области интернет-сетей и "Умной теплицы" для сельского хозяйства.

Умная ферма: «Умная ферма» – это полностью автономный, роботизированный сельскохозяйственный объект, предназначенный для ухода за сельскохозяйственными животными в полностью автоматическом режиме без участия человека (оператора, скотовода, ветеринара и других специалистов).

Такая ферма использует необходимые цифровые технологии (искусственный интеллект, интернет-сети, данные, связь и др.) и самостоятельно проводит анализ таких показателей, как экономическая целесообразность производства, активность потребителей, общее состояние здоровья населения региона и другие экономические показатели.

На основе этих аналитических данных ферма принимает решение о том, какие виды породы сельскохозяйственных животных необходимо выращивать (с определёнными качественными и количественными характеристиками).

Внедрение технологических решений «умной фермы» предусматривает следующее:

- создание систем датчиков для идентификации физиологического состояния сельскохозяйственных животных и технологий мониторинга численности крупного рогатого скота;
- автоматизированные технологии и оборудование для проведения бонитировки (оценки животных) с предоставлением результатов в электронном виде;
- комплекс датчиков и программно-аппаратных средств для оценки и лечения физиологического состояния сельскохозяйственных животных;

- устройства для контроля качества молока (белок, жир, соматика, электропроводность и др.) в доильных установках в автоматическом режиме;
- оборудование и приборы для определения жировой, мышечной и костной ткани методом биоэлектрического импеданса;
- использование бесконтактных дистанционных устройств и технологий для мониторинга движения животных.

Интеллектуальная цифровая система управления производством предусматривает разработку и внедрение:

- централизованной автоматизированной системы управления «умной фермой»;
- подсистем автоматизированного управления производством кормов, размножением поголовья и зооветеринарной службой;
- локальных цифровых подсистем управления технологическими процессами (дойка, кормление, микроклимат, уборка навоза и др.);
- автоматизированных рабочих мест для ведущих специалистов (ветеринар, зоотехник, инженер);
- информационно-аналитических блоков для оценки качества продукции и взаимодействия с потребителями и другими сторонами;
- автоматизированных инновационных машинных технологий и технических средств;
- технологии автоматической оценки качества и состава кормов непосредственно во время их уборки, позволяющей своевременно корректировать рацион кормовых смесей;
- автоматизированной биокаталитической технологии подготовки зерновых кормов с использованием высокоградусных механических и ферментативных воздействий, увеличивающей перевариваемость кормов в 1,5–2 раза по сравнению с традиционными технологиями;
- роботизированных средств для приготовления и распределения кормовых смесей с возможностью дозирования высокоэнергетических компонентов для разных половозрастных групп, а также создания комфортных условий содержания животных;
- внедрения добровольной доильной системы и модернизации существующих доильных залов с использованием четырёхуровневых доильных модулей, оснащённых системами автоматического и роботизированного доения, мониторинга качества молока и физиологического состояния животных, что позволит:
  - сократить случаи мастита у коров на 25–30%;
  - выявлять аномальное молоко в потоке;
  - продлить хозяйственную продуктивность коров до 4–5 лактационных циклов;
  - снизить стоимость оборудования в 5–6 раз по сравнению с импортными аналогами;

- автоматизированные доильные аппараты для линейных доильных установок, оснащённых молочными трубопроводами.

Выводы

1. Необходимость цифровой трансформации сельского хозяйства обусловлена достижением пределов эффективности традиционных технологий и требует внедрения точных, инновационных техник и технологий для дальнейшего развития отрасли.

2. Комплексный подход к цифровизации включает создание единой платформы «Умное сельское хозяйство», объединяющей различные направления (умное земледелие, умное поле, умный сад, умная теплица, умная ферма) в целостную систему управления.

3. Экономические преимущества внедрения цифровых технологий заключаются в повышении эффективности управления ресурсами, сокращении производственных затрат, повышении урожайности культур и продуктивности животноводства, а также оптимизации логистических процессов.

4. Экологические выгоды выражаются в более рациональном использовании водных ресурсов, сокращении применения химических средств защиты растений и минеральных удобрений, снижении воздействия на окружающую среду.

5. Социальные эффекты цифровизации включают повышение привлекательности работы в сельском хозяйстве, появление новых профессий, повышение уровня жизни сельского населения, развитие сельскохозяйственного образования и консалтинга.

6. Технологические инновации в виде роботизированных систем, беспилотных устройств, интернета вещей, искусственного интеллекта и больших данных становятся основой для создания полностью автономных сельскохозяйственных объектов с минимальным участием человека.

7. Государственная поддержка и регулирование являются ключевыми факторами успешного внедрения технологий «Умного сельского хозяйства» через создание нормативно-правовой базы, образовательных программ, механизмов стимулирования и финансирования инновационных проектов.

8. Интеграция в глобальные цепочки создания стоимости требует соответствия международным стандартам и техническим требованиям, что обеспечит конкурентоспособность отечественной сельскохозяйственной продукции на мировом рынке.

9. Повышение продовольственной безопасности страны достигается через планомерное внедрение инновационных технологий, повышение производительности труда и качества продукции, эффективное управление производственными процессами.

10. Реализация концепции «Умного сельского хозяйства» позволит сформировать новую аграрную технологическую политику,

способствующую устойчивому развитию не только сельского хозяйства, но и смежных отраслей – “ИКТ” (Информационно-коммуникационные технологии), машиностроения, биотехнологий, образования и логистики.

11. Данные выводы подчеркивают необходимость системного подхода к цифровизации агропромышленного комплекса и важность координации усилий государства, бизнеса, науки и образования для достижения устойчивого развития сельского хозяйства в условиях цифровой экономики.

Список использованной литературы

1. Постановление Президента Республики Узбекистан от 21.05.12 г. № ПП-1758 «О Программе дальнейшей модернизации, технического и технологического перевооружения сельскохозяйственного производства в 2012-2016 годах».

2. Постановление Президента Республики Узбекистан от 10.05.2018 г. № ПП-3712 «О мерах по дальнейшему совершенствованию механизмов своевременного обеспечения сельского хозяйства сельскохозяйственной техникой».

3. Постановление Президента Республики Узбекистан от 24.05.2017 г. № ПП-3003 «О мерах по коренному совершенствованию системы подготовки инженерно-технических кадров для сельского и водного хозяйства».

4. Постановление Президента Республики Узбекистан от 29 мая 2018 года № ПП-3751 «О дополнительных мерах по повышению эффективности механизации и сервисного обслуживания сельскохозяйственных товаропроизводителей».

5. Постановление Президента Республики Узбекистан от 31 июля 2019 года № ПП-4410 «О мерах по поддержке ускоренного развития сельскохозяйственного машиностроения и обеспечению аграрной сферы сельскохозяйственной техникой за счет государства».

6. Указ Президента Республики Узбекистан от 23 октября 2019 года № УП-5853 «Об утверждении Стратегии развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 годы».

7. Игамбердиев А.К., Аликулов С. Эксплуатация тракторов и сельскохозяйственных машин, технический сервис. Ташкент. TIQXMMI, 2020. - 286 б (учебное пособие).

8. Игамбердиев А.К., Усманова Г. Обоснование параметров рабочих органов культиваторов по качеству обработки почвы // Орошение и мелиорация. № 1.2020. – 48–51 с.

9. Htths // www. Zerno-ua com/journals, 2010, p. 21.

10. Биоразнообразие энергии земли. Бюллетень № 6. 2015, стр. 3.

УДК 629.113.52

Дунаев А.В., доктор технических наук
г. Москва, Российская Федерация

ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА МТП

Аннотация. Рассматриваются наиболее эффективные пути улучшения качества технического сервиса МТП. Приводятся общие результаты применения ремонтно-

восстановительных, противоизносных и антифрикционных минеральных составов в виде высокодисперсных порошков, а также геомодификаторов поверхностей трения.

Abstract. The most effective ways of improving the quality of technical service of MTP are considered. General results of application of repair and restoration, anti-wear and anti-friction mineral compositions in the form of highly dispersed powders, as well as geomodifiers of friction surfaces are presented.

Ключевые слова. Диагност, средство, масло, износ, состав, заряд.

Keywords. Diagnostician, agent, oil, wear, composition, charge.

Оптимизация периодичности, объемов и методов работ при обслуживании и ремонте техники до конца ее жизненного цикла позволяет наиболее полно и с наименьшими издержками осуществлять использование любого парка машин. Это относится и к технике АПК, где необходимо упорядочить требования к технической эксплуатации машин, внедрить прогрессивные приемы контроля основных параметров, такие как «капельная проба» по определению состояния моторного масла, применение ремонтно-восстановительных составов и геомодификаторов. Ниже представим лишь краткую информацию об наиболее эффективных направлениях улучшения качества технического сервиса машин.

Известен опыт специалистов Башкирского ГАУ, которые в начале нулевых гг. стремились повышать качество технической эксплуатации МТП в хозяйствах республики разными путями, в т.ч.:

- только силами дилерских организаций от поставщиков техники. При этом для дорогостоящей техники целесообразна районная организация спектрального и химмотологического анализа смазочных масел;

- силами специалистов хозяйств, но под руководством и с некоторой помощью дилеров;

- только силами самих хозяйств при наличии для этого всех возможностей.

Однако при этом оставались хозяйства, в которых качественное обслуживание и ремонт МТП не достигалось никакими условиями. По-видимому таких коллективных и фермерских хозяйств не мало. В них при проведении технического обслуживания и ремонта опираются на опытных механизаторов и имеющихся специалистов. Здесь, при минимуме или отсутствии диагностических средств, целесообразно издать рекомендации по контролю технического состояния, например, тракторов «Беларус» с отечественным дизелем, по качественным признакам. Для этого практика технического сервиса МТП накопила большой опыт, а Ставропольский СХИ в свое время издал диагностические таблицы [1-7, 19].

Эффективность такого контроля подтвердил еще в 1988 г. чемпион-диагност Госкомсельхозтехники СССР, бывший председатель Ново-Воронцовской РСХТ Лехан Григорий Игнатьевич, участвующий во

Всесоюзном совещании диагностов АПК. Здесь же заместитель начальника Тартуского филиала ЦОКТБ ГОСНИТИ Трат Юло Августович сообщил, что его коллегами в Эстонии, Ленинградской, Псковской и в Новгородской областях проведен масштабный анализ использования примерно 30-ти диагностических средств от ГОСНИТИ. Обследование этих средств специалистами филиала и диагностами областей показало, что вначале диагносты используют все средства, но по мере освоения ими они от них отказываются и используют качественные признаки. И Лехан Г.И. отметил, что «лучший диагност тот, который без приборов быстро находит неисправности».

Однако обследование в Северо-Западе СССР тогда показало, что диагносты всё же используют такие средства, как гидротестер, универсальный элекротестер и расходомер картерных газов для оценки изношенности ЦПГ ДВС.

Уместно отметить важность контроля состояния моторного и трансмиссионного масел с помощью «капельной пробы», предложенной в примитивном виде еще в 1947 г. фирмой Шелл при низком качестве тогда моторных масел. В настоящее время моторные и трансмиссионные масла обладают высоким щелочным числом, которое является главным показателем работоспособности масел не только по моющим свойствам, но и по другим важным качествам. Фирма Шелл усовершенствовала свою методику и автоматизировала её с просвечиванием масляных пятен на фильтровальной бумаге. Некоторые менеджеры без должного практического опыта в контроле масел создали некие диагностические планшеты, по которым предлагается проверять наличие в маслах бензина (этого никак не может быть), воды (если только в невероятном количестве), мехпримесей. Однако оценка состояния масла и агрегата с ним проводится лишь по динамике внешнего кольца чистого масла, кольца загрязненного масла, по ядру масляного пятна, ко кольца, самых крупных загрязнений около ядра. А при осмотре пятна в первые секунды растекания капли масла на фильтровальной бумаге есть возможность выявления воды по не ровному обрамлению масляного пятна. Для контроля по «капельной пробе» соответствующая инструкция имеется [9, 10, 11, 13, 14].

Отмеченное учитывает, что на некоторых тракторах, особенно импортных, имеются бортовые средства контроля и управления. Но они основаны на контроле электрических показателей. Но не все основные физические показатели технического состояния агрегатов тракторов, возможно контролировать электрическими сигналами с помощью встроенных датчиков, так например, показателей износа ЦПГ, зубчатых передач, состояния смазочных масел, гидрожидкостей и др.

С 1937 г. апробировано применение ремонтно-восстановительных, противоизносных и антифрикционных минеральных составов в виде высокодисперсных порошков, вводимых в картерные масла и в консистентные смазки. Примером этому является успешный 57-часовой перелет Чкаловского экипажа через Северный полюс в США на самолете АНТ-25 с двигателем, предварительно обработанным серпентиновым триботехническим составом, который был предложен академиком Вернадским В.И. и его учеником Ферсманом А.Е. Этот прием обработки был засекречен и возрожден Петербургскими энтузиастами «нового конструкционного материала» только в конце 80-х гг. Геомодификаторы поверхностей трения в 90-х гг. с энтузиазмом апробированы многими НИИ, вузами и военными учреждениями. Были созданы десятки коллективов по безразборному ремонту всевозможной техники с большим разнообразием порошков 18 серпентиновых минералов с удачными и неудачными практиками. И ныне остались только высоко оснащенные компетентные коллективы в Петербурге, Москве, в Подмосковье и возможно в Сибири. Ими достигнуты удивительнейшие результаты по продлению ресурса изношенных автомоторов, в основном, легкового транспорта. Ими выпускались более 60 трибосоставов для самой различной техники, в т.ч. для дизельной топливной аппаратуры. То есть, использование геомодификаторов поверхностей трения – большой резерв увеличения ресурса и надежности агрегатов маши и оборудования, работающих в масляных средах [8, 9, 12, 14, 17]. И здесь целесообразна подготовка и издание соответствующих технологических рекомендаций.

В Египте в далеком прошлом для уменьшения трения использовали ил реки Нил. Уже в наши времена – порошки графита, дисульфида молибдена, политетрафторэтилена и др. В КНР утверждена госпрограмм использования графенов и уже с 2016 г. на маслопредприятии в городе Хэ Ганн успешно производится около 20 марок масел с наноразмерными углеродными хлопьями GRAF-SB производства Красноярского НИИ химии и химической технологии. В отличие от серпентиновых геомодификаторов составы ГРАФ не требуют длительной приработки агрегатов, хотя толщина ими ремонтно-восстановительного покрытия незначительна, а геомодификаторы дают 10-150 мкм, а в отдельных случаях давали 600 и 1000 мкм.

Конечно, имеются другие современные, порой удивительные по эффективности, триботехнические составы, например MICRO X3 на основе фторкарбонатной смолы. Так что использование триботехнических составов – современный, простой и не дорогой способ резкого повышения качества технической эксплуатации МТП.

Прошло длительную в эксплуатации автотранспорта и лабораторными испытаниями, но не широкую апробацию ввода в масла электрических зарядов, что было разработано под руководством Любимова Д.Н. С его «Электронными регуляторами трения» по ТУ 34 15-003-62012172-2010

происходит электрофорез и перенос металла с анода на катод. Получен положительный опыт такой апробации при использовании медного или омедненного анода, удовлетворительные результаты – со стальным анодом [18]. А по лабораторным испытаниям Гвоздева А.В. в Ивановской ГСХА – замечательные результаты с цинковым и оловянным анодами [15].

Следует отметить, что опытным специалистам в области технического сервиса МТП целесообразно больше проводить его исследования в хозяйствах как по изучению передового опыта, так и по повышению его качества, особенно в широком масштабе (в районе, в Республике в целом).

Дополнительный аспект из практики. Важное значение в оценке технического состояния машин и в управлении их техническим состоянием, в определении объема работ ТО и текущего ремонта машин имеют заявки (данные) от их операторов. Естественно, что опытные водители постоянно следят за работой машин и иногда замечают изменение давления моторного масла, увеличение его уровня в маслобаке, перерасход топлива, изменение дымления и характера шума выпуска отработавших газов, изменение звука от работы турбокомпрессора, перегрев, протечки масел, жидкостей, новые стуки и шумы в двигателе, КП, ведущих мостах, отклонения в работе тормозов, рулевого управления, системы охлаждения, ходовой части, неисправности контрольных приборов и другое, порой аварийного характера. И ответственные службы сервиса по таким заявкам проводят внеплановые работы по выявлению причин неисправностей и их устранению. В некоторых службах имеется оправданная прогрессивная практика, полного совмещения, вопреки стандартным рекомендациям, работ ТО и текущего ремонта.

Полезно в документы на машины постоянно вносить данные о важных проведенных работах текущего ремонта, но часто этого нет.

Новую ситуацию в техническом сервисе машин обусловили бортовые системы контроля, которые выдают необычный и широкий спектр диагностических показателей и признаков в цифровой и символьной форме. Сочетание данных бортовых систем контроля с традиционными диагностическими параметрами и качественными признаками может сформировать современный их перечень. Это дает возможность непосредственно, оперативнее и эффективнее управлять техническим обслуживанием и ремонтом машин без использования абстрактных теорий прошлого века. Этому должны соответствовать и новые технологии технической эксплуатации МТП.

Изложенный выше материал не открывает новых знаний, но законы мироздания и механохимического трения и изнашивания (по Б.И. Костецкому) не измены и стоит задача их эффективного использования.

Список использованной литературы

1. Михлин, В. М. Положение о диагностировании машин / В. М. Михлин, А. В. Дунаев [и др.]. – 2-е изд. ОТЭИ ГОСНИТИ. – М., 1988. – 32 с.

2. Михлин, В. М., Бельских В. И., Чечет В. А., Колчин А. В., Дунаев А. В. [и др.]. МУ 10.16.0001.001-88. Дизели тракторные, комбайновые и автомобильные. Методы контроля мощности и топливной экономичности в условиях эксплуатации. Методические указания. ОТЭИ ГОСНИТИ. – М., 1989.

3. Михлин, В. М., Халфин М. А., Мухамадеев С. Б., Дунаев А. В. Система ТО и ремонта с.-х. машин по результатам диагностирования. Информагротех. – М., 1995.

4. Дунаев, А. В., Михлин В. М., Чечет В. А., Колчин А. В. Контроль и восстановление топливно-энергетических показателей автотракторных дизелей в эксплуатации. – М., Труды ГОСНИТИ, Т. 96, 1998. – С. 129–147.

5. Дунаев, А.В. Выбор методов и средств диагностирования ЦПГ автотракторных ДВС. Техника в сельском хозяйстве». – 2007, № 6. – С. 25–28.

6. Дунаев, А. В. Экспресс-оценка остаточного ресурса ЦПГ ДВС. Техника в сельском хозяйстве, 2008, № 6, с. 34–37.

7. Дунаев, А. В. Диагностирование ДВС и планирование их ремонта на основании качественных признаков технического состояния. Труды ГОСНИТИ. – М., 2012, Т. 112, ч. 1. – С. 172–177.

8. Дунаев, А. В. Безразборный ремонт. Сельский механизатор. – 2013, № 5. – С. 34–35.

9. Дунаев, А. В., Лялякин В. П., Соловьев Р. Ю. Технологические рекомендации по повышению ресурса агрегатов тракторов ремонтно-восстановительными добавками к маслам. ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. – 96 с.

10. Дунаев, А.В. Выявление неисправностей ДВС по качественным признакам. Сельский механизатор. – 2013, № 10. – С. 38–41.

11. Дунаев, А. В. Диагностирование машин и оборудования по показателям рабочих свойств масел. Инновации в сельском хозяйстве. – 2015. № 3 (13). – С. 142–146.

12. Дунаев, А. В. Нетрадиционная триботехника. Некоторые итоги развития в России. Lambert Academic Publishing in animprint of SIA. – 2018, 217 с.

13. Дунаев, А.В., Костомахин М.Н. Экспресс-контроль масла, определение срока его смены и диагностирования состояния агрегатов машин. Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2019. № 5. – С. 49–52.

14. Миклуш, В. П., Дунаев, А. В., Тарасенко, В. Е. [и др.]. Управление надежностью сельскохозяйственной техники методами диагностики и триботехники. Минск: БГАТУ. – 2020 – 392 с.

15. Гвоздев, А. А., Дунаев А. В. Уменьшения интенсивности изнашивания при электрическом воздействии на масла. Трение и Износ. – 2020. Том 41, № 3. – С. 385–391.

16. Дунаев, А. В., Костомахин М. Н. Диагностирование ДВС и планирование их ремонта на основании качественных признаков технического состояния. Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2021. № 2. – С. 41–46.

17. Селютин, Г. Е., Дунаев А. В. Наноразмерные углеродные триботехнические материалы. Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2020. № 5. – С. 18–24.

18. Дунаев, А. В. Нетрадиционные воздействия на масла, моторные топлива в эксплуатации машин и оборудования / А. В. Дунаев, В. Е. Тарасенко. – RUSCience. – М., 2023. – 167 с.

19. ГОСТ 20793-2023. Тракторы и машины сельскохозяйственные. Техническое обслуживание. ФГБУ «Институт стандартизации». – М., 17.05 2023 г.

Summary. Experienced specialists in the field of technical service of MTP should conduct more research on farms both to study best practices and to improve their quality, especially on a large scale (in the region, in the Republic as a whole). The above material does not reveal new knowledge, but the laws of the universe and mechanochemical friction and wear (according to B.I. Kostetsky) have not changed and the task is to use them effectively.

УДК 621.77.04

Толочко Н.К., доктор физико-математических наук, профессор;
Кравцов В.Б., старший преподаватель;
Астрейко К.Ю., магистрант
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

АДДИТИВНОЕ ЛИСТОВОЕ ЛАМИНИРОВАНИЕ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Аннотация. Предложены конструкторско-технологические подходы к изготовлению стальных деталей машин (шестерня и грядиль плуга) методом аддитивного листового ламинирования в заводских условиях. Детали с многослойной структурой прошли топологическую оптимизацию и испытания, которые показали возможность снижения их массы при сохранении требуемых функциональных свойств, а также повышения производительности и снижения затрат на производство.

Abstract. Design and technological approaches for manufacturing steel machine components (a gear and a plough beam) by means of sheet lamination additive technology under factory conditions are proposed. The multilayer structured components were subjected to topology optimization and testing, which demonstrated the potential to reduce their mass while preserving required functional properties, as well as to increase productivity and lower production costs.

Ключевые слова. Шестерня, грядиль, конструкция, изготовление, аддитивная технология, листовое ламинирование

Key words. Gear, beam, design, manufacturing, additive technology, sheet lamination.

Аддитивные технологии (АМ, от англ. Additive Manufacturing) находят широкое применение в машиностроении для изготовления деталей, особенно те из них, которые позволяют формировать изделия непосредственно из металла [1]. Наибольшую практическую значимость имеют технологии, основанные на селективной термообработке лазерным (Selective Laser Melting, Laser Metal Deposition) или электронным лучом (Electron Beam Melting, Electron Beam Freeform Fabrication)

металлического порошка или проволоки, а также плазмой (Ion Fusion Formation) или электродуговым разрядом (Gas metal arc welding). Однако распространение этих технологий ограничено высокой стоимостью оборудования, малой рабочей зоной построения и низкой производительностью, обусловленной послойным и локальным характером формирования изделий.

Принципиально иным подходом является аддитивная технология листового ламинирования (Sheet Lamination, SL), при которой детали формируются из листового металла. Наибольшую эффективность демонстрирует CSB-SL-вариант («cut–stack–bond»), предусматривающий контурный раскрой, пакетирование и последующее их соединение между собой. Достоинствами данной технологии являются доступность оборудования (раскроечные станки), большая рабочая зона (до 2 метров и более) и высокая производительность, поскольку изготавливаемая деталь наращивается сразу же готовыми слоями – листовыми выкройками [2].

В настоящей работе рассмотрены возможности применения SL-технологии для изготовления стальных шестерен и грядилей плуга на Минском заводе шестерен (МЗШ). Разработаны комбинированные технологические процессы, совмещающие традиционные операции и SL-технологию. Применение SL-подхода расширяет конструктивно-технологические возможности проектирования, позволяя оптимизировать детали под конкретные условия эксплуатации. В частности, в работе реализована топологическая оптимизация конструкции шестерни и грядиля с учётом особенностей их послойного изготовления. Работа структурно состоит из двух разделов: первый посвящён шестерне, второй – грядилю.

Проектирование и производство шестерен

Шестерни являются ключевыми элементами зубчатых передач, широко используемых в различных типах машин. При их изготовлении по технологии листового ламинирования (SL) особое внимание требуется уделить проблеме нежелательного формирования ступенчатого рельефа на боковых стенках разных типов шестерен с учетом их характерной геометрии [2]. Такой рельеф формируется при условии, когда боковые стенки шестерен расположены под углом к направлению аддитивного построения, т.е. к плоскости наращиваемых листовых выкроек. Особенно это характерно для цилиндрических косозубых и конических прямозубых шестерен. В отличие от них, у цилиндрических прямозубых шестерен боковые поверхности ориентированы параллельно направлению аддитивного построения, что позволяет избежать указанной проблемы.

С учетом этих факторов в качестве объекта конструкторско-технологической разработки была выбрана цилиндрическая прямозубая

шестерня, установленная в гитаре механизма деления зубофрезерного станка 5Е32. Материал шестерни – сталь 65Г.

Традиционный технологический процесс изготовления шестерни в заводских условиях включал следующие операции: (1) заготовительная, (2) термообработка (нормализация), (3) токарная, (4) термообработка (нормализация), (5) зубофрезерная, (6) долбежная, (7) слесарная, (8) термообработка (закалка), (9) плоскошлифовальная, (10) шлифовальная (шлифовать отверстие Ø30), (11) шлифовальная (шлифовать поверхность Ø60), (12) зубошлифовальная, (13) контрольная. Общая трудоёмкость процесса составила около 9,5 часов (табл. 1).

Таблица 1 – Трудоемкость (Т) операций традиционного технологического процесса изготовления шестерни

Операция	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Т, мин	6	25	32,4	25	75	12	3	240	6	14	10	93	16

Операции механической обработки в традиционном технологическом процессе выполнялись на следующих станках: ленточно-отрезном, токарно-винторезном, зубофрезерном, долбежном, плоскошлифовальном, внутришлифовальном и шлицешлифовальном. Термообработка (нормализация) проводилась в камерной печи, закалка – в индукционной.

Заготовку шестерни получили путем отрезки стального проката с последующей токарной обработкой. Зубья формировались зубофрезерованием, шпоночный паз – долблением. Слесарные операции обеспечивали снятие заусенцев, а шлифование – достижение требуемого качества поверхностей. Финальный контроль обеспечивал соответствие геометрических параметров чертежу.

При применении SL-технологии претерпели модифицирование, как конструкция шестерни, так и технологический процесс ее изготовления. Конструкция приобрела послойную (многослойную) форму: каждый слой представлял собой индивидуальную листовую выкройку. Это повлияло на структуру всего производственного процесса – как в части операций, так и условий их выполнения.

Модифицированный технологический процесс изготовления включал следующие операции: (1) заготовительная, (2) слесарная, (3) термообработка (закалка), (4) плоскошлифовальная, (5) контрольная, (6) слесарно-сборочная, (7) шлифовальная (шлифовать отверстие Ø30), (8) шлифовальная (шлифовать поверхность Ø60), (9) зубошлифовальная, (10) контрольная. Согласно табл. 2, трудоёмкость изготовления по SL-технологии составила около 6,5 часов, что значительно ниже по сравнению с традиционным процессом.

Таблица 2 – Трудоемкость (Т) операций модифицированного технологического процесса изготовления шестерни

Операция	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Т, мин	6	2	240	7	5	5	14	10	93	11

Внедрение SL-технологии привело к существенным изменениям в структуре технологического процесса изготовления шестерни. Из него были исключены такие операции, как термообработка (нормализация), токарная, зубофрезерная и долбёжная обработка. В модифицированный процесс добавлены новые – промежуточный контроль и слесарно-сборочная операция. В ряде операций, сохранившихся в модифицированном процессе, были изменены их содержание и условия выполнения (например, заготовительная, слесарная, термообработка, шлифование и контроль). Это повлекло за собой изменение последовательности операций и их нумерации.

В соответствии с SL-технологией заготовки выполнены в виде листовых выкроек из горячекатаной стали 65Г толщиной 5 мм, каждая из которых соответствовала геометрии шестерни (рис. 1а). Для получения выкроек использовали станок лазерной резки LaserCUT-1515-6-2-N-RT (мощность 2000 Вт), в качестве газа для лазерной резки применяли кислород, что обеспечила высокую скорость резания. Для изготовления шестерни толщиной 20 мм требовалось 4 одинаковые выкройки. На стадии резки одновременно формировались контур зубчатого венца (с припуском на механообработку), центральное отверстие со шпоночным пазом и три дополнительных (для механического соединения пакетированных выкроек между собой). Режимы резки были подобраны с учётом материала (табл. 3).

Таблица 3 – Показатели основных параметров реза сального листа из стали 65Г, толщиной 5 мм.

Скорость реза, мм/мин	2500
Давление газа при резке, МПа	30
Диаметр сопла, мм	1,5
Фокус, мм	+3
Мощность луча, Вт	2000
Ширина реза, мм	0,5

На слесарной операции в трех дополнительных отверстиях выкроек нарезали резьбу для последующего стяжения болтами. Операцию выполняли на всех выкройках в сборе: заготовки устанавливали на оправку и фиксировали струбциной. Кроме того, в каждой выкройке сверлили два отверстия под установочные штифты. Для достижения требуемой твердости (43–46 HRC) листовые выкройки подвергали закалке. На этапе промежуточного контроля оценивали качество поверхности перед финальной сборкой, осуществляемой в рамках слесарно-сборочной операции. На этом этапе выкройки пакетировали, соединяли болтами и фиксировали штифтами, формируя заготовку шестерни.

На последующих шлифовальных операциях обрабатывали рабочие поверхности собранной шестерни, включая боковые, вершины и впадины

зубьев. Особое внимание уделяли устранению неровностей, образующихся на стыках фрагментов до шлифования (рис. 1, б). В результате шлифования рабочие поверхности зубьев приобретали необходимую шероховатость, сопоставимую с качеством зубьев, изготовленных традиционными методами (рис. 1, в).

Рисунок 1 – Листовая выкройка (а) и многослойная шестерня до (б) и после (в) шлифования зубьев

Переход от традиционной технологии изготовления шестерни к модифицированной, основанной на SL-технологии, позволил сократить общую трудоёмкость с 9,5 до 6,5 часа, что обеспечило рост производительности примерно в 1,5 раза. Согласно экономическим расчётам, себестоимость снизилась примерно на 5 % за счёт уменьшения числа операций, в том числе высокоэнерго- и трудоёмких.

Одним из направлений совершенствования конструкции стала задача снижения металлоёмкости. Для этого методом конечных элементов в APM FEM (CAD-система KOMPAS-3D) было исследовано напряжённо-деформированное состояние 3D-модели шестерни. На основе анализа распределения полей напряжений предложена топологическая оптимизация – добавление сквозных отверстий в наименее нагруженных участках.

Рисунок 2а иллюстрирует результаты оптимизации, рис. 2б – листовую выкройку с новой топологией, рис. 2в – облегчённую шестерню после шлифовки зубьев. Внесение отверстий позволило уменьшить массу шестерни с ~0,27 кг до ~0,17 кг, то есть почти в 1,6 раза.

Многослойные образцы шестерен – как базовые, так и облегчённые – изготавливались по SL-технологии и подвергались производственным испытаниям. Их устанавливали в гитару механизма деления зубофрезерного станка 5Е32 вместо штатной шестерни, выполненной по традиционной технологии. Испытания продолжались 40 часов. Нарушений в работе механизма, повышенного шума или нагрева не наблюдалось. По завершении испытаний визуальный осмотр не выявил признаков износа, деформаций, сколов или трещин.

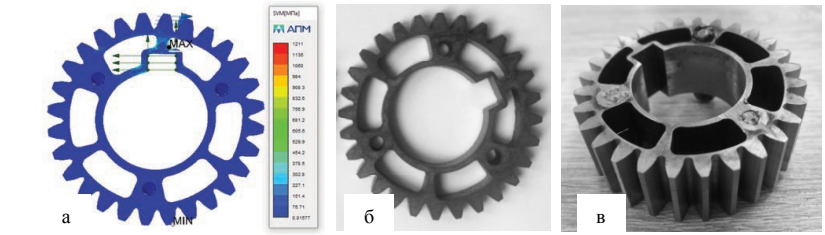


Рисунок 2 – Диаграмма распределения эквивалентных напряжений по фон Мизесу SVM(МПа) в шестерне под нагрузкой, листовая выкройка с оптимизированной топологией (б) и многослойная облегченная шестерня (в)

Проектирование и производство грядиля плуга

Грядиль представляет собой стальной брус прямоугольного сечения, служащий элементом крепления корпуса плуга к его балке. В процессе работы он обеспечивает жёсткую фиксацию корпуса в направлении движения и передаёт на него тяговое усилие от трактора.

Объектом конструкторско-технологического анализа выбран грядиль для оборотного плуга ППО-8РК (рис. 3а). Его габариты: высота H=0,722 м, длина L=0,420 м; размеры сечения: высота h=0,080 м, толщина b=0,045 м. Грядиль имеет шесть крепёжных отверстий: по три с каждой стороны. С одной стороны, он соединяется с балкой, с другой – с корпусом плуга, посредством болтов. Материал – сталь 35ХГСА; масса – 27,024 кг.

Плуг предназначен для обработки каменистых почв с удельным сопротивлением до 0,1 МПа. При эксплуатации грядиль подвергается переменным изгибающим нагрузкам, пиковые значения которых кратковременно в 2,7 раза превышают средние.

Традиционная технология изготовления грядиля на производстве включала: (1) отрезку, (2) нагрев, (3) гибку, (4) контроль ОТК, (5) вертикально-фрезерную обработку, (6) фрезерно-сверлильную, (7) зачистку заусенцев, (8) контроль ОТК, (9) объёмную закалку, (10) отпуск, (11) дробеочистку. Согласно данным табл. 4, суммарная трудоёмкость составляла около 6,2 ч.

Таблица 4 –Трудоемкость (Т) операций традиционного технологического процесса изготовления грядиля

Операция	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Т, мин	6	1	10	8	10	21	1	8	5	240	65

Основные виды используемого технологического оборудования: ленточнопильный станок (операция 1), гибочный станок (операции 2 и 3), вертикально-фрезерный станок (операция 5), вертикально-обрабатывающий

центр (операция 6), камерная печь (операции 9 и 10), дробеметная машина (операция 11). На слесарной операции 7 проводили очистку от заусенцев. На операциях контроля 4 и 8 проверяли точность размеров с чертежом.

Рисунок 3 – Грядиль плуга с традиционной конструкцией (а)
и с модифицированной многослойной конструкцией (б),
изготовленной с использованием SL-технологии

Как и в случае с шестернёй, при переходе на SL-технологию были изменены как конструкция грядиля, так и технологический процесс его изготовления.

Модифицированная технология включала следующие операции: (1) лазерная резка, (2) слесарно-сборочная, (3) объемная закалка, (4) отпуск, (5) дробеочистка, (6) повторная слесарно-сборочная операция. Согласно данным табл. 5, суммарная трудоёмкость составила около 3,8 ч, что существенно ниже по сравнению с традиционным процессом.

Таблица 5 – Трудоемкость (Т) операций модифицированного технологического процесса изготовления грядиля

Операция	1	2	3	4	5	6
Т, мин	35	10	10	2	120	52

На операции лазерной резки, выполняемой на станке LaserCUT-1515-6-2-N-RT, одновременно формировались как контуры листовых выкроек, так и все необходимые отверстия, включая дополнительные. На слесарно-сборочной операции осуществлялась подготовка выкроек к термообработке: их собирали в пакет через проставки с зазором и стягивали болтами. Термообработка (объёмная закалка и отпуск) и дробеочистка выполнялись аналогично операциям традиционного процесса. На завершающей сборочной операции выкройки извлекали из пакета и вновь собирали в многослойный грядиль для установки на плуг.

Переход от традиционной технологии к модифицированной, основанной на SL-технологии, позволил снизить трудоёмкость изготовления грядиля с 6,2 до 3,8 ч, что обеспечило рост

производительности примерно в 1,6 раза. По данным экономических расчётов, себестоимость уменьшилась в 1,4 раза. Достигнутые улучшения объясняются сокращением числа операций, в том числе наиболее трудоёмких и энергоёмких.

С целью снижения металлоёмкости и, как следствие, массы грядиля и всего плуга, была проведена топологическая оптимизация конструкции методом конечных элементов с использованием модуля APM FEM (CAD-система KOMPAS-3D) (по аналогии топологической оптимизацией шестерен). Анализ напряжённо-деформированного состояния позволил определить зоны с минимальными напряжениями, в которых были выполнены сквозные отверстия. На рис. 4, а–в представлены результаты оптимизации, а также облегчённый грядиль, изготовленный по SL-технологии.

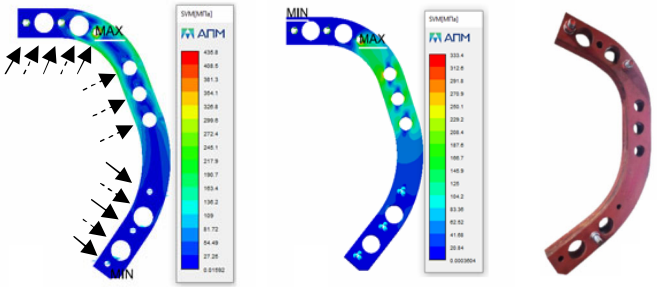


Рисунок 4 – Диаграммы распределения эквивалентных напряжений по фон Мизесу SVM (МПа) в листовых выкройках грядиля с модифицированной конструкцией при действии продольной (а) и поперечной (б) силы сопротивления и облегченный грядиль, полученный из листовых выкроек с оптимизированной топологией с использованием SL-технологии (в)

Грядиль, изготовленный по SL-технологии, прошёл полевые приёмочные испытания на соответствие требованиям СТБ 1388-2019 «Плуги тракторные лемешные общего назначения. Общие технические условия». Он был установлен на один из корпусов плуга ППО-8РК (рис. 3, б–г). Испытания проводились в течение 12 смен, общая наработка составила 192 га. В ходе испытаний отказов, деформаций или других повреждений не зафиксировано; параметры вспашки соответствовали установленным нормативам ТНПА.

Список использованной литературы

1. Зленко, М. А. Аддитивные технологии в машиностроении: пособие для инженеров / М.А. Зленко, М.В. Нагайцев, В.М. Довбыш. – М. ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», 2015. – 220 с.

2. Толочко, Н. К. Методологические аспекты оценки эффективности аддитивной технологии листового ламинирования / Н.К. Толочко, О.В. Сокол // Вестник машиностроения. – 2020. – №10. – С. 11–15.

3. Толочко Н. К., Авраменко П. В., Кравцов В. Б., Копчик Д. И. Проблема ступенчатого рельефа при изготовлении шестерен по аддитивной технологии листового ламинировании // Агропанорама. 2022. №1. С. 2–7.

Summary. For the first time, a comprehensive methodological approach has been developed for the creation of steel machine parts using additive sheet lamination technology. This approach includes the design of multilayer, topologically optimized structures and combined technological processes that integrate traditional and additive operations. It enables a reduction in metal consumption while maintaining functional characteristics, increasing productivity, and lowering production costs.

As a result of implementing this approach, multilayer steel gears have been developed with a 1.6-fold weight reduction, a 1.5-fold increase in productivity, and a 5% reduction in production costs. Multilayer steel plow beams have also been created, achieving a 17% weight reduction, a 1.6-fold increase in productivity, and a 1.4% decrease in production costs.

УДК 631.363:636.085

Жилич Е.Л., заведующий лабораторией;
Никончук В.В.; **Сапач С.Н.**
РУП «Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ КОРМОВОГО СТОЛА КРС

Аннотация. Наличие кормов, их качество, грамотная организация процесса кормление и рациональное использование кормов являются основными условиями, определяющими эффективность производства молока и говядины. С целью механизации ряда процессов на фермах и комплексах по содержанию крупного рогатого скота, а также для снижения трудозатрат разработан подталкиватель-разрыхлитель кормов полунавесной а также самоходная машина с рядом сменных адаптеров.

Abstract. The availability of feed, its quality, competent organization of the feeding process and rational use of feed are the main conditions determining the efficiency of milk and beef production. In order to mechanize a number of processes on farms and complexes for keeping cattle, as well as to reduce labor costs, a semi-mounted feed pusher-loosener and a self-propelled machine with a number of replaceable adapters have been developed.

Ключевые слова. Подталкиватель кормов, повторная ферментация, кормовой стол, кормовой проход, адаптер, самоходная машина.

Keywords. Feed pusher, re-fermenter, feed table, feed passage, adapter, self-propelled machine.

Постоянное наличие корма в зоне доступа животных на кормовом столе повышает его потребление, сокращает количество недоеденных остатков и положительно отражается на их продуктивности. Также немаловажным фактором, способствующим повышению продуктивности животных, является возможность ввода обогатительных добавок. Исходя из этого возникает необходимость разработки специального устройства, применение которого обеспечит подталкивание кормов с прохода на кормовой стол, рыхление кормов и кормосмесей с целью исключения вторичной ферментации кормов, ввода обогатительных добавок в концентрированные и сухие корма для усиления их качественных и вкусовых показателей.

На сегодняшний день задача по снижению трудовых затрат при обслуживании крупного рогатого скота на молочно-товарных фермах и комплексах, а также повышение уровня механизации трудоемких процессов остается актуальной.

Для решения поставленной задачи первоначально сотрудниками РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» разработан подталкиватель-разрыхлитель кормов полунавесной ПКП-0,9, который предназначен для использования на фермах по содержанию крупного рогатого скота для подталкивания, ворошения и перемешивания большого объёма корма, находящегося на кормовом столе.

Подталкиватель-разрыхлитель кормов полунавесной ПКП-0,9 предназначен для перемещения грубых кормов, таких как сено, солома, силос, сенаж, а также кормосмесей, с целью их разрыхления и подталкивания с прохода на кормовой стол. Применение данного подталкивателя препятствует слеживанию кормосмеси. Разработанный подталкиватель агрегатируется с мотоблоками оснащенными ВОМ и мощностью двигателя более 6 л.с.

На рисунке 1 представлен общий вид рабочего органа подталкивателя-разрыхлителя кормов полунавесного ПКП-0,9.

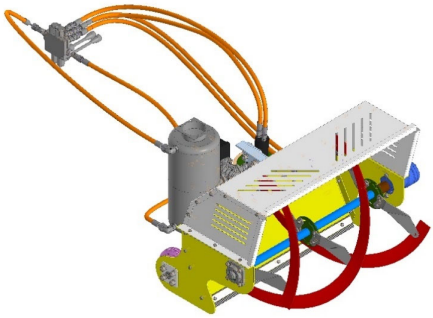


Рисунок 1 – Общий вид рабочего органа подталкивателя-разрыхлителя кормов полунавесного ПКП-0,9

При движении вдоль кормового стола по кормовому проходу, кормовая масса захватывается парой двухзаходных спиралей, перемешивается и подталкивается в зону досягаемости животного.

Постоянное наличие корма в зоне доступа животных на кормовом столе повышает его потребление, при этом сокращает количество недоеденных остатков, образовавшихся из-за «избирательного» поедания кормов животными. В данном случае время кормления увеличивается порядком в два раза, что приводит к сокращению удоев в среднем на 15 % [1].

Залеживание корма на кормовом столе приводит к повторной ферментации кормов. В результате этого процесса образуются гниющие массы, которые негативно влияют на здоровье животных и качество кормов. Ферментация ускоряет процесс разложения питательных веществ и приводит к потере их качества. Кроме того, гниение корма становится источником патогенных микроорганизмов, которые могут вызывать различные заболевания животных. Особенно это актуально летом.

Частое подталкивание кормов стимулирует у коров рефлекс потребления – корова чаще подходит к кормовому столу и потребляет больше корма, что в конечном итоге влияет на продуктивность. Регулярное подталкивание и перемешивание (рыхление) кормов на кормовом столе повышает их потребление более чем на 3,5 %, практически, на 100 %, снижаются отходы, в следствии чего происходит увеличение продуктивности животных, более полное поедание, а также снижение расхода кормов и стоимости единицы продукции животноводства [1, 2].

Однако, несмотря на все положительные стороны использования разработанного подталкивателя кормов, необходимо отметить один недостаток, а именно большая масса мотоблока, что затрудняет работу персонала в течении продолжительного времени.

Исходя из вышеизложенного, возникла необходимость для разработки отечественной самоходной машины для обслуживания кормового стола, при условии выполнения вышеуказанных операций, ввиду чего сотрудниками лаборатории механизации процессов производства молока и говядины разработана самоходная машина для обслуживания кормового стола КРС с рядом сменных адаптеров (рисунок 2), благодаря чему дополнительно можно осуществлять обслуживание различных производственных объектов на территории сельскохозяйственного предприятия.

В качестве перспективы развития данного вида техники, хотелось бы предложить целесообразность ее использования для обслуживания молочно-товарных ферм и комплексов, различных производственных сельскохозяйственных объектов, а также имеется вожность применения в коммунальном хозяйстве.

Рисунок 2 – Самоходная машина для обслуживания кормового стола с рядом сменных адаптеров

В перспективе данную самоходную машину можно дооснастить рядом сменных адаптеров, Вариационный ряд возможных адаптеров может достигать пятидесяти единиц. Это могут быть различные приспособления, предназначенные для транспортирования грузов, выполнения погрузочно-разгрузочных и уборочных работ и так далее. Разработываемый ассортимент адаптеров будет напрямую зависить от специфики производства и необходимого количества самих приспособлений.

Список использованной литературы

1. Разумовский, Н. Менеджмент кормового стола / Животноводство России. – 2019. – № 5. – С. 55–58.

2. Технологические рекомендации по организации производства молока на новых и реконструируемых молочно-товарных фермах / Н. А. Попков [и др.] ; Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2018. – 138 с.

УДК 621.791.92 : 621.81

Косак А.А., магистрант;
Афанасенко Д.Е., аспирант;
Миранович А.В., кандидат технических наук, доцент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В ПРОЦЕССАХ УПРОЧНЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Аннотация В работе рассматриваются технологические возможности способов упрочнения металлических поверхностей деталей посредством

нанесения защитных износостойких покрытий с использованием энергии электрического и магнитного полей.

Abstract The examines the technological possibilities of methods for strengthening metal surfaces of parts by applying protective wear-resistant coatings using the energy of electric and magnetic fields.

Ключевые слова ремонтное производство, технологические способы, внешнее электромагнитное поле, магнитно-электрическое упрочнение, композиционный ферромагнитный порошок.

Keywords repair production, technological methods, external electromagnetic field, magnetic-electric hardening, composite ferromagnetic powder.

Большими потенциальными возможностями обладают технологии, основанные на использовании концентрированных потоков энергии, что практически исключает коробление деталей, вызванное температурными деформациями. Магнитно-электрическое упрочнение (МЭУ) по сравнению с аналогами имеет ряд достоинств: не требуется специальной подготовки поверхности детали перед упрочнением; применяется простое в обслуживании металлообрабатывающее оборудование; легко поддается автоматизации, поскольку электрические и магнитные потоки энергии просты в реализации и удобны в управлении [1].

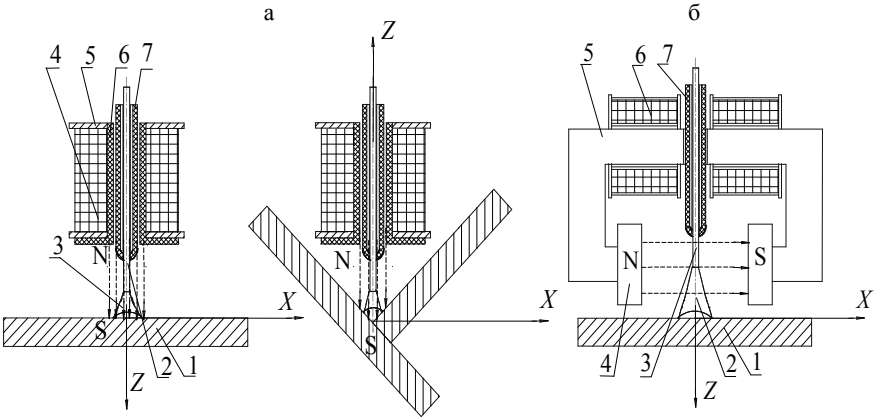
Известно [2, 3], что от общего количества используемых в ремонтно-обслуживающем производстве способов упрочнения и восстановления деталей 75–80% занимают сварочно-наплавочные. Их основным недостатком является возникновение на стадии кристаллизации жидкого металла дефектов сварных швов (непровары, трещины) и наплавленных покрытий (поры, микротрещины, разнотолщинность и др.). Для стабилизации горения дуги и исключения этих дефектов применяются такие технологические приемы, как регулирование погонной энергии, вибрация электрода или сварочной проволоки и др. [2, 3]. В некоторых случаях они не приемлемы из-за многочисленных конструкционных недостатков и сложности их практического применения.

Наиболее распространенный способ стабилизации процессов сварки-наплавки основан на управляющем воздействии внешнего электромагнитного поля (ЭМП) на источник нагрева – дугу, ванну расплава или покрытие [4]. Этот способ используется в процессах: дуговой сварки-наплавки плавящимся и неплавящимся электродами в среде защитных газов [5] и под слоем флюса [6]; индукционной наплавки [7]; плазменном напылении [8]; закалки сжатой электрической дугой [9]; электроконтактной приварки порошков [10]; электроискровом легировании [11]; электроэрозионной обработке [12]; комбинированного способа восстановления деталей [13].

В работе [6] показано, что при сварке неплавящимся электродом сплава Д16 в среде защитных газов дугой, колеблющейся синхронно с изменением напряженности магнитного поля (МП), изменяется форма сварочной ванны, снижается пористость металла, измельчается зерно металла шва. Выявлено, что при сварке плавящимся и неплавящимся электродами в среде аргона проплавляющая способность дуги возрастает из-за ее сжатия, когда поперечная составляющая индукции меньше 2–4% общей индукции управляющего МП. Если поперечная составляющая поля менее 3% общей индукции, глубина проплавления возрастает пропорционально ей и при индукции 0,3 Тл увеличивается более чем в 2 раза.

Для стабилизации горения дуги при сварке под слоем флюса в работе [6] предложено использовать сильные продольные знакопеременные МП промышленной частоты. Применение постоянного магнитного поля невозможно из-за перемещения ванны расплава в одну сторону и образования сварочного валика с гребнями и подрезами.

При сварке (наплавке) низкоуглеродистых сталей током обратной полярности сварочной проволокой Св-08ГА диаметром 2 мм под слоем флюса АН-348А в результате регулирования частоты и величины индукции поперечного или продольного переменного МП (рисунок 1, а, б) изменяется ширина валика, уменьшаются пористость и трещинообразование на поверхности металла [6].



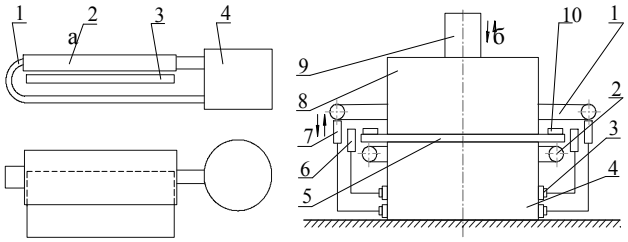
а – схема ввода продольного магнитного поля: 1 – изделие; 2 – сварочная проволока; 3 – дуга; 4 – обмотка электромагнита; 5 – корпус; 6 – сердечник; 7 – мундштук; б – схема ввода поперечного магнитного поля: 1 – изделие; 2 – дуга; 3 – наплавочная проволока; 4 – полюсный наконечник; 5 – магнитопровод; 6 – обмотка электромагнита; 7 – мундштук

Рисунок 1 – Схемы конструкций устройств ввода внешнего магнитного поля для сварки-наплавки под слоем флюса

Для устранения неравномерности распределения электромагнитного поля и мощности в зоне наплавки тонких стальных дисков зубчатой формы авторами предложено экранирование ЭМП, создаваемого одновитковым индуктором с магнитопроводом (рисунок 2, а) [6, 7]. Для этого разработано устройство с электромагнитным и тепловым экранами (рисунок 1.2, б), позволяющее регулировать мощность в зоне наплавки и обеспечивающее равномерность толщины наплавленного слоя [6, 14].

В работе [6] повышение энергоэффективности плазменного напыления и качества покрытий обеспечивается дополнительным источником напряженности импульсного электрического поля. Образованный на поверхности детали распределенный электрический потенциал относительно плазматрона позволяет создать равномерное по всей площади покрытие с высокой адгезией, а также снизить потребляемую оборудованием мощность в 3,5 раза.

Для повышения твердости и износостойкости промышленного инструментария применяется ВЧ-плазменное напыление, в процессе которого происходит индукционный разогрев плазмы электромагнитным полем высокой частоты [15].



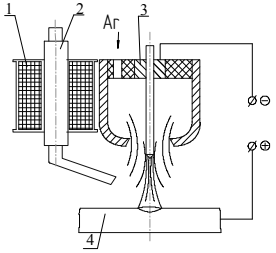
а – схема индуктора с магнитопроводом: 1 – петля индуктора; 2 – магнитопровод; 3 – деталь; 4 – высокочастотный генератор); б – устройство для индукционной наплавки: 1, 2 – верхний и нижний виток индуктора; 3 – механизм перемещения индукторов; 4 – нижняя плита; 5 – изделие; 6, 7 – соответственно тепловой и электромагнитный экраны; 8 –верхняя плита; 9 – пневмоцилиндр; 10 – шихта

Рисунок 2 – Схемы конструкций индуктора и устройства для индукционной наплавки тонких стальных дисков с одновременным экранированием электромагнитных и тепловых полей

Износостойкость модифицированного покрытия в 2,5 раза превышает износостойкость детали после традиционной термообработки [15].

В процессе термического упрочнения рабочих поверхностей деталей плазменной закалкой с магнитным сканированием дуги (рисунок 3) обеспечивается равномерность распределения твердости по глубине упрочненного слоя, а глубина и ширина закалки увеличиваются до 1,5 и 2,0 мм соответственно, вместо 0,5 и 0,1 мм при закалке прямой дугой без

оплавления поверхности [7, 16]. Сканирование электрической дуги магнитной системой позволяет достичь оптимальной скорости обработки от 0,06 до 0,09 м/с, при которой возможна максимальная микротвердость. Результаты исследования показали, что износостойкость термообработанных деталей увеличилась в 4 раза по сравнению с необработанным ма-териалом [7, 8].

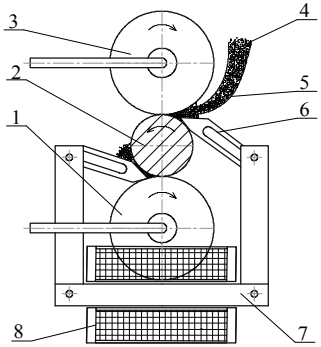


1 – электромагнитная катушка переменного тока; 2 – водоохлаждаемый магнитопровод; 3 – аргонодуговая горелка; 4 – изделие
Рисунок 3 – Схема конструкции устройства для поверхностной плазменной закалки деталей с магнитным сканированием дуги

Создаваемое магнитное поле П-образной электромагнитной системой при электроконтактной приварке порошковых материалов (рисунок 4) повышает технологичность процесса посредством удержания материалов в зоне приварки и позволяет уменьшить потери его до 20 % [7, 9]. Испытания на усталостную прочность показали, что покрытия, полученные приваркой порошка с применением ЭМП в рабочей зоне, обладают более высокой прочностью по сравнению с покрытиями, образованными приваркой стальной ленты [8, 10].

Для исключения синхронизации искровых импульсов и вибрации рабочего электрода в процессе электроискрового легирования используются разобщенные источники импульсов электрического тока генератора и вибросистемы. Авторами установлено, что при безвибрационном способе контактирования электрода и детали по сравнению с вибрационным повышается чистота легированной поверхности на 3–4 класса, а привес материала покрытия увеличивается почти в 2 раза [48].

В работе [11] определено, что применение внешнего магнитного поля с индукцией 0,02–0,1 Тл в рабочей зоне при электроэрозионной обработке обеспечивает повышение производительности процесса на 30–50 % и уменьшение относительного износа электрода-инструмента. Воздействие внешнего МП в процессе обработки способствует увеличению количества электрических разрядов, улучшению условий удаления шлама из межэлектродного промежутка, уменьшению электрической прочности рабочей жидкости в промежутке [11, 12].



1, 3 – электрод; 2 – заготовка детали; 4 – порошок; 5 – порошкопровод; 6 – полюс; 7 – магнитопровод; 8 – электромагнитная катушка

Рисунок 4 – Схема конструкции устройства для электроконтактной приварки порошковых материалов

Разработанный авторами для комбинированного способа восстановления деталей инструмент в форме скобы-двухполюсника, между полюсами которого образуется переменное магнитное поле высокой напряженности (до 144 А/м), позволяет увеличивать содержание углерода в поверхностном слое до 0,15 % и повысить износостойкость обрабатываемых поверхностей в 1,4–1,5 раза [13].

Проведенный анализ способов упрочнения и восстановления показывает целесообразность применения внешнего ЭМП в рабочей зоне. Это обусловлено тем, что стабилизация процессов осуществляется без контакта устройств ввода внешнего магнитного поля с рабочей зоной. Применение таких устройств не требует существенного изменения стандартного оборудования, а управление внешним ЭМП в рабочей зоне может автоматизироваться [6,7, 12].

Список использованной литературы

1. Восстановление деталей машин : справочник / Ф.И. Пантелеенко [и др.] ; под ред. В.П. Иванова. – М. : Машиностроение, 2003. – 672 с.

2. Технология ремонта машин / Е.А. Пучин [и др.] ; под ред. Е.А. Пучина. – М. : УМЦ «Триада», 2006. Ч. I. – 348 с.

3. Обработка упрочненных поверхностей в машиностроении и ремонтном производстве : учеб. пособие / С.И. Богодухов [и др.]. – М : Машиностроение, 2005. – 256 с.

4. Пустовойт, С.В. Совершенствование дуговой сварки электромагнитными методами / С.В. Пустовойт, Г.И. Лесков // Автоматическая сварка. – 2000. – № 1. – С. 39–42.

5. Рыжов, Р.Н. Применение шестиполюсной электромагнитной системы для управления параметрами формирования швов при сварке неплавящимся электродом / Р.Н. Рыжов, В.Д. Кузнецов, А.В. Малышев // Автоматическая сварка. – 2004. – № 2. – С. 45–49.

6. Сидоренко, С.М. Распределение индукции управляющего продольного магнитного поля при сварке тавровых соединений / С.М. Сидоренко, А.Д. Размышляев, В.Р. Маевский // Автоматическая сварка. – 2002. – № 9. – С. 48–50.

7. Расчет индуктора с магнитопроводом для нагрева плоских поверхностей / А.С. Письменный [и др.] // Автоматическая сварка. – 2000. – № 11. – С. 39–43.

8. Коротких, В.М. Управляемые энергоэффективные технологии плазменного напыления защитных покрытий сельскохозяйственного назначения / В.М. Коротких // Технологии и средства сельского хозяйства. – 2011. – № 8. – С. 83–87.

9. Поверхностное упрочнение стальных деталей сжатой электрической дугой / А.Е. Михеев и [др.] // Сварочное производство. – 2003. – № 2. – С. 24–27.

10. Юнусбаев, Н.М. Восстановление автотракторных деталей электроконтактной приваркой порошковых материалов в магнитном поле : автореф. дис. … канд. техн. наук / Н.М. Юнусбаев ; ФГОУ БашГАУ. – Уфа, 2006. – 6 с.

11. Электроэрозионные процессы на электродах и микроструктурно-фазовый состав легированного слоя / И.И. Сафронов [и др.] ; под ред. Н.Н. Дорожкина. – Кишинев : Штиница, 1999. – 591 с.

12. Иванов, Н.И. Интенсификация процесса ЭЭО постоянными и пульсирующими магнитными полями / Н.И. Иванов, В.В. Мартынов, Б.Н. Лукичев // Электрохимические и электрофизические методы обработки материалов: сб. науч. трудов. – Тула : ТГТУ, 1991. – С. 94–100.

13. Горохова, М.Н. Повышение эффективности комбинированного способа восстановления деталей ферромагнитными порошками : автореф. дис. … докт. техн. наук / М.Н. Горохова ; ГНУ ГОСНИТИ Россельхозакадемии. – Москва, 2013. – 31 с.

14. Пулька, Ч.В. Наплавка рабочих узлов почвообрабатывающей и уборочной сельскохозяйственной техники (обзор) / Ч.В. Пулька // Автоматическая сварка. – 2003. – № 8. – С. 36–41.

15. Поляк, М.С. Технология упрочнения: в 2-х т. / М.С. Поляк. – М. : Л. В. М. - СКРИПТ, «Машиностроение», 1995. – Т. 1. Технологические методы упрочнения. – 832 с.

16. Уманский, В.Б. Новые способы упрочнения деталей машин : справ. пособие / В.Б. Уманский, Л.К. Маняк. – Донецк : Донбасс, 1990. – 144 с

Summary. The conducted analysis of methods of strengthening and restoration shows the expediency of using an external electromagnetic field in the working area. It is caused by stabilization of processes without contact of devices by introducing an external magnetic field into the working area..

УДК 664.784.6;636.085

Рогальская Ю.Н., научный сотрудник;
Бернацкая Д.В.
РУП «Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь

К ВОПРОСУ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СЕМЯН КУКУРУЗЫ ДЛЯ СКАРМЛИВАНИЯ КРС

Аннотация. Проблема повышения эффективности использования отходов сельскохозяйственного производства состоит в том, что в необработанном

продукте питательные вещества находятся в труднодоступном для пищеварительных ферментов виде. Разработка технологии и комплекта оборудования для переработки вторичных продуктов при производстве семян кукурузы для скармливания КРС для сокращения доли побочной продукции при производстве семян кукурузы, а также повышения продуктивности животных при одновременном сокращении себестоимости производства единицы продукции животноводства поможет решить данную проблему.

Abstract. The problem of increasing the efficiency of agricultural waste utilization is that the nutrients in the unprocessed product are in a form that is difficult for digestive enzymes to access. The development of technology and a set of equipment for processing secondary products in the production of corn seeds for feeding cattle to reduce the share of by-products in the production of corn seeds, as well as increasing animal productivity while simultaneously reducing the cost of production of a unit of livestock products will help solve this problem.

Ключевые слова. Початок, ферментация, переработка, побочный продукт.

Keywords. Cob, fermentation, processing, by-product.

При переработке кукурузы на семена ежегодно образуются миллионы тонн отходов (стержни початков, стебли и т. д.), которые легко собираются и пригодны для различных целей [1].

Кроме того, огромное количество возобновляемой биомассы, превышающее 140 миллиардов метрических тонн, генерируется ежегодно в результате агропромышленной деятельности. Агроотходы часто выбрасываются без разбора или сжигаются, тем самым создавая угрозу окружающей среде, при этом способствуя глобальному потеплению за счет образования парниковых газов. Чаще всего биомасса, несмотря на богатый состав питательных веществ, также не находит достойного применения. Среди агроотходов первое место занимают кукурузные кочерыжки из-за крупномасштабного выращивания кукурузы: во всем мире ежегодно производится более 200 миллионов тонн кукурузных початков.

Анализ научно-технической информации показывает, что в настоящее время в некоторых странах стержни кукурузных початков служат топливом, в странах Европы – сырьем для производства целлюлозного этанола. В КНР отходы переработки кукурузы используют в фермерских хозяйствах как корм, топливо, подстилку для животных. Однако в большинстве стран, в том числе Республике Беларусь, они не находят применения и остаются на полях либо сжигаются. В основном это объясняется неэффективностью экономических механизмов и отсутствием единой базы данных по объемам накопления и методам использования растительных отходов сельского хозяйства.

Большинство выполняемых научных исследований сосредоточено на переработке цельных кукурузных початков, хотя имеются сообщения о повышении ценности отходов производства зерна кукурузы – кукурузных кочерыжек, в том числе и без их предварительной обработки.

Исследуется возможность использования кукурузных кочерыжек, ферментированных грибами Geotrichum albidum, Neurospora crassa и Rhizopus stolonifer, в качестве источника энергии, а Pleurotus pulmonarius – для производства газа in vitro из предварительно обработанной целлюлозы [2].

Ксилан, экстрагированный из початков, служил источником питания для бактерии Bacillus mojavensis A21 – продуцента ксиланазы, нашедшей применение в производстве ксилоолигосахаридов. Кроме того, гидролиз початков кукурузы ксиланазой гриба Trichoderma koeningi приводит к высвобождению ксилозы и синтезу ксилоолигосахаридов, способствующих пролиферации пробиотических бактерий Bifidobacterium teenis, Bifidobacterium bifidum, Lactobacillus fermentum и Lactobacillus acidophilus. Ферментация дрожжами Candida tropicalis W103 кукурузных кочерыжек, предварительно обработанных кислотой, сопровождается получением комплекса соединений – ксилита (в аэробных условиях) и этанола (в анаэробных условиях), детоксикацией ацетата, фурфурола и 5-гидрометилфурфурола. Пигменты, синтезируемые при глубинном культивировании гриба Monascus sp. в среде с гидролизатом початков кукурузы, являются натуральными пищевыми красителямии и терапевтическим средством, обладающим противораковой, противожировой и противомикробной активностью [3].

Таким образом, хотя потенциал переработки и использования побочных продуктов сельского хозяйства вполне очевиден, кормам из таких отходов при составлении рационов уделялось минимальное внимание из-за ограничений, налагаемых рядом питательных и технических соображений. Ферментация агропромышленных отходов предлагается в качестве подходящей предварительной обработки, которая может привести к использованию кукурузных початков в качестве корма для животных.

Если рассматривать данный вопрос в ракурсе развития животноводческой отрасли Республики Беларусь, то на ближайшую перспективу перед сельским хозяйством нашей страны ставится стратегическая задача – за счет повышения качества кормов и снижения энергозатрат на их производство снизить затраты на производство 1 кг молока с 1,02 до 0,95 к. ед. и с 9,0 до 8,0 к. ед. на 1 кг привеса говядины в живой массе. При этом энергетическая питательность 1 кг сухого вещества травяных кормов должна быть не менее 10,5-11,0 МДж с содержанием белка на уровне 18-20 %.

Установлено, что для достижения намеченных объёмов производства молока на уровне 9…10 млн т и мяса – 970 тыс. т. необходимо производить корма общей питательностью 20,49 млн т к. ед., содержащие 3,19 млн. т сырого протеина, в том числе травяных – 12,33 млн. т к. ед. и 2,01 млн. т белка. Потребность в комбикорме должна составлять 8159 тыс. т (40 %), сене

– 449 тыс. т (2 %), сенаже и провяленном силосе – 4913 тыс. т (24 %), кукурузном силосе – 4913 тыс. т (24 %) и зеленых кормах – 2109 тыс. т (10 %) к. ед.

На сегодняшний день обеспечение животноводства Республики Беларусь кормами осуществляется в двух направлениях:

1) путём применения в кормопроизводстве интенсивных технологий на основе достижений научно-технического процесса при возделывании, заготовке и хранении кормов;

2) повышения эффективности использования в кормлении животных отходов и вторичных продуктов сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности. Высокоэффективные технологии обработки данных продуктов играют важную роль в повышении рентабельности животноводства, что достигается следующими факторами:

а) повышением коэффициента полезного использования потенциальных возможностей кормовых материалов путем соответствующей обработки, которая приводит к лучшей их переваримости и усвояемости животными;

б) снижением расхода кормов на получение прироста живой массы или другой продуктивности.

Проблема повышения эффективности использования отходов сельскохозяйственного производства состоит в том, что в необработанном продукте питательные вещества находятся в труднодоступном для пищеварительных ферментов виде. Так, протеин кочерыжек практически не переваривается, жир переваривается на 34 %, клетчатка – на 60 % и безазотистые экстрактивные вещества – на 54 %.

В стержнях кукурузных початков при влажности 14–16 % содержится 4–4,5 % сырого протеина, 0,3–0,4 % сырого жира, 30–32 % клетчатки, 47–50 % безазотистых экстрактивных веществ и 1,0–1,3 % золы. Для кормления животных используются стержни початков кукурузы в размолотом виде, однако все питательные вещества находятся в труднодоступной форме. Для лучшей поедаемости и высокой эффективности измельченные стержни початков кукурузы целесообразно сдабривать патокой, сахарной свеклой, карбамидом (мочевиной). Такая обработка способствует улучшению поедаемости и питательности за счёт вводимых компонентов и никак не повышает эффективность использования животными составных частей кочерыжек.

Результаты многих экспериментов и анализ научно-технической информации подтверждают, что исследованные отходы представляют собой ценные вторичные сырьевые ресурсы, которые применимы для производства кормов для крупного рогатого скота.

На основании вышеизложенного, с учетом темпов производства зерна кукурузы и отсутствия на отечественном и зарубежном рынке технологии

переработки вторичных продуктов и соответствующего оборудования, необходимо проведение исследований по вопросу ферментации, для последующего производства кормов для КРС, с разработкой технологии и комплекта оборудования для переработки вторичных продуктов при производстве семян кукурузы для скармливания КРС, что в последующем будут обеспечивать повышение продуктивности животных, при одновременном снижении себестоимости производства единицы продукции животноводства.

Список использованной литературы

1. Федотова, Г. В., Новые подходы к решению проблемы отходов АПК / Вестник Московского университета имени С. Ю. Витте. Серия 1 : Экономика и управление. – 2024. – №.2 (49). – С 71–79. doi:10.21777/2587-554X-2024-2-71-79.

2. Гильманова Г. Р., Мухаметдинова А. Ф., Семакина Т. В., Валеева Р. Т. Возможность использования кукурузных кочерыжек для производства биотехнологических продуктов // Вестник магистратуры. –2021. – №1-2 (112). – С. 4–6.

3. Василова Л. Я., Каримова Л. И., Борисенков А. Г. Скрининг микроорганизмов – продуцентов ксиланаз // Баш. хим. ж., – 2019. – Вып.26. – №1. – С. 96–99.

4. Повышение эффективности производства молока на основе совершенствования региональной системы кормопроизводства / К. А. Задумкин, А. Н. Анищенко, В. В. Вахрушева, Н. Ю. Коновалова // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2017. – Т. 10, № 6. – С. 170–191. – DOI 10.15838/esc.2017.6.54.11. – EDN YMWXJB.

УДК 631.11:004.89

Бережная И.Ш., кандидат технических наук,
директор центра аддитивных технологий общего доступа
ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет»,
г. Белгород, Российская Федерация

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АПК: ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

Аннотация. В статье рассматриваются современные инновационные технологии, применяемые в агропромышленном комплексе (АПК), с особым акцентом на внедрение цифровых двойников. Авторы описывают преимущества использования цифровых двойников в сельском хозяйстве, такие как улучшение мониторинга процессов, повышение урожайности и оптимизация ресурсов. В статье также рассматриваются примеры успешного применения цифровых технологий в различных аграрных предприятиях, а также вызовы и барьеры, с которыми сталкиваются участники внедрения этих технологий. Заключение статьи подчеркивает важность интеграции цифровых двойников в АПК для достижения устойчивого развития и повышения конкурентоспособности аграрного сектора в условиях современного рынка.

Abstract. The article discusses modern innovative technologies used in the agro-industrial complex (AIC), with a special focus on the introduction of digital twins. The authors describe the advantages of using digital twins in agriculture, such as improved process monitoring, increased yields, and resource optimization. The article also examines examples of successful application of digital technologies in various agricultural enterprises, as well as the challenges and barriers faced by participants in the implementation of these technologies. The conclusion of the article highlights the importance of integrating digital twins into the agro-industrial complex in order to achieve sustainable development and increase the competitiveness of the agricultural sector in the modern market.

Ключевые слова. инновационные технологии, цифровые двойники, виртуальные копии, цифровизация, 3D-сканирование.

Keywords. innovative technologies, digital doubles, virtual copies, digitalization, 3D scanning.

Сельское хозяйство, являясь важнейшей отраслью экономики, всё больше обращается к инновационным решениям для повышения своей эффективности и устойчивости. Введение цифровых технологий, В этом контексте цифровые технологии, в частности, цифровые двойники, приобретают все большую значимость. Цифровой двойник – это виртуальная модель реального объекта или системы, которая использует данные и алгоритмы для моделирования его поведения, состояния и процессов в реальном времени [1].

Использование цифровых двойников в АПК позволяет получать актуальную информацию о состоянии машин, оборудования, полей и агросистем, что способствует принятию более обоснованных решений, автоматизации процессов и снижению рисков.

Основными направлениями внедрения цифровых двойников в АПК являются: мониторинг состояния техники и оборудования; управление инфраструктурой; обучение и симуляции; оптимизация агротехнологий.

Специфика аграрной отрасли существенно усложняет разработку цифровых двойников. Во-первых, высокая пространственно-временная неоднородность данных является одной из главных сложностей. Состояние почвы и культуры может значительно варьироваться на расстоянии десятков метров и изменяться в течение нескольких часов. Это требует непрерывного сбора и анализа данных, чтобы обеспечить точное представление о текущем состоянии производственного процесса [2].

Во-вторых, жёсткая сезонность аграрного производства ограничивает окно валидации моделей. Ошибки в прогнозах часто становятся очевидными только после сбора урожая, что может повлечь за собой значительные финансовые убытки. Поэтому разработка алгоритмов, которые могут учитывать сезонные изменения и реагировать на них в реальном времени, является ключевым моментом для успешного внедрения цифровых технологий в агробизнес.

В-третьих, агробизнес характеризуется сложной логистикой. Хранение и перемещение продукции сопряжены с проблемами, такими как потери от порчи и энергозатраты на обслуживание холодильных мощностей. В этом контексте цифровой двойник агропредприятия должен представлять не только производственный блок, но и логистический контур, включая склады и транспортные потоки.

Совмещение таких модулей открывает возможности для синергетических оптимизаций. Например, внедрение цифровых двойников позволит корректировать график уборки в зависимости от доступности складских ёмкостей и маршрутов рефрижераторного транспорта. Это поможет избежать излишних затрат, связанных с хранением продукции и обеспечением её транспортировки, а также снизить потери от порчи товаров [3].

Внедрение технологий цифровых двойников окажет значительное влияние на повышение конкурентоспособности АПК России. Применение таких технологий может привести к более эффективному использованию ресурсов, улучшению качества продукции и оптимизации производственных процессов. Однако реализация технологий цифровых двойников на практике требует значительных инвестиций в отрасль. Необходимо современное оборудование, программное обеспечение и обучение персонала для успешной интеграции данных решений в агробизнес [4].

Так, несмотря на вызовы, стоящие перед разработкой и внедрением цифровых двойников, они представляют собой важный шаг к модернизации аграрного сектора, позволяя отвечать на требования современного рынка и обеспечивать устойчивое развитие отрасли в условиях конкурентной борьбы [5].

В Белгородском ГАУ применяются различные технологии, которые участвуют в цифровизации сельского хозяйства. "Все они в равной степени эффективны и важны, их объединяет одна функциональная особенность: они собирают данные. Именно с использованием этих данных можно создать цифровую модель или цифрового двойника. В России размеры фермерских хозяйств измеряются тысячами гектаров, и чтобы максимально эффективно управлять ими, использование цифрового двойника становится важным аспектом ведения бизнеса. Цифровой двойник будет аккумулировать в себе все данные: о внесение удобрений, состоянии поля и уборке урожая (полученные с беспилотников), данные с датчиков уборочной техники, датчиков температуры влажности и т.д. Впоследствии на основании полученной информации из цифрового двойника можно составить точный прогноз и стратегию развития на ближайшее время.

Преимущества внедрения цифровых двойников в АПК [6, 7]:

Мониторинг в реальном времени: цифровые двойники позволяют отслеживать состояние растений, влажность почвы, уровень удобрений и другие важные параметры на производстве. Это дает возможность фермерам и агрономам оперативно реагировать на изменения и корректировать свои действия.

Прогнозирование и оптимизация: анализ данных, полученных с помощью цифровых двойников, позволяет предсказывать урожайность, определять оптимальные сроки посева и уборки, а также минимизировать потери благодаря более точному планированию.

Снижение затрат: эффективное использование ресурсов (воды, удобрений, семян) позволяет снизить затраты на производство, что в условиях конкуренции на рынке очень важно. Оптимизация процессов позволяет сократить расходы на рабочую силу и оборудование.

Устойчивое развитие: с помощью цифровых двойников фермеры могут проводить анализ данных и принимать обоснованные решения, направленные на устойчивое использование природных ресурсов. Это включает в себя меры по сохранению биоразнообразия, улучшению качества почвы и снижению влияния на экосистему.

Перспективой дальнейших исследований является интеграция биофизических моделей роста растений, учитывающих различные факторы, такие как свет, вода, температура, почва и удобрения, в цифровой контур (компьютерная программа или приложение, которое обрабатывает информацию о росте растений) и разработка алгоритмов коллективного взаимодействия двойников различных хозяйств, т.е. мы собираемся создать программы, которые помогут разным фермерским хозяйствам сотрудничать друг с другом, используя их цифровые модели. Это позволит им обмениваться данными, а также оптимизировать свои процессы, что, в свою очередь, может привести к росту эффективности и улучшению результатов работы для всех участников в рамках платформенной экономики, (взаимодействие между хозяйствами, обмен данными и совместные решения будут происходить через современные цифровые платформы). Это создаст удобную среду для сотрудничества и развития бизнеса таким образом, что это позволит агрономам и фермерам лучше планировать и управлять процессами посева, ухода и сбора урожая, основываясь на точных данных и моделях

Список использованной литературы

1. Толочко Н.К., Нукешев С.О., Романюк Н.Н., Мендалиева С.И. Аддитивные технологии в производстве и ремонте машин: учебное пособие. Нур-Султан: КАТУ им. С. Сейфуллина, 2022. 184 с.

2. Бережная, И. Ш. Особенности применения аддитивных технологий / И. Ш. Бережная // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке : Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием,

посвященной памяти д.т.н., профессора Вендина Сергея Владимировича, Майский, 15 ноября 2024 года. – Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – С. 8–9. – EDN BCTQSH.

3. Толочко Н.К., Романюк Н.Н., Авраменко П.В. Аддитивные технологии и высшая школа // Вышэйшая школа. 2021. – № 1. – С. 38–43.

4. Сосфенов Д. А. Цифровой двойник как инструмент оптимизации производственных процессов // Инновации и инвестиции. 2023. №5. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovoy-dvoynik-kak-instrument-optimizatsii-proizvodstvennyh-protsessov (дата обращения: 09.06.2025).

5. Инновационная деятельность в агропромышленном комплексе / В. А. Грабауров, Л. Ф. Догиль, З. М. Ильина [и др.]. – Минск : Белорусский государственный аграрный технический университет, 2011. – 305 с. – ISBN 978-985-519-478-2. – EDN PROEMV.

6. Модернизация технического средства для сортировки клубнеплодов / Н. Н. Романюк, В. Н. Еднач, В. А. Агейчик, С. М. Лакутя // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК, Минск, 06–07 июня 2019 года. – Минск: Белорусский государственный аграрный технический университет, 2019. – С. 245–249.

7. Прогрессивные технологии технического сервиса в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. К. Толочко [и др.] ; Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан, Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина. – Электронные данные (6 567 939 байт). - Нур-Султан : КазАТУ, 2020. – 176 с.

УДК 621.791.92: 621.81

Миранович А.В., кандидат технических наук, доцент;
Афанасенко Д.Е., аспирант
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТЕЙ, ПОЛУЧЕННЫХ МАГНИТНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ УПРОЧНЕНИЕМ С ПНЕВМОВИБРОДИНАМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ

Аннотация Изучено влияние комбинированной обработки магнитно-электрического упрочнения с пневмовибродинамической обработкой на трибологические свойства металлических поверхностей пустотелых деталей трансмиссии автотракторной техники в условиях трения качения.

Abstract The influence of combined magnetic-electric hardening with pneumovibro-dynamic treatment on the tribological properties of metal surfaces of hollow transmission parts of automotive and tractor equipment under rolling friction conditions was studied.

Ключевые слова комбинированный способ обработки, магнитно-электрическое упрочнение, пневмовибродинамическая обработка, композиционный ферромагнитный порошок, износостойкость, статистическая модель.

Keywords combined processing method, magneto-electric hardening, pneumovibrody-namic processing, composite ferromagnetic powder, wear resistance, and statistical model.

При магнитно-электрическом упрочнении (МЭУ) композиционными ферромагнитными порошками (КМП) пустотелых деталей, находящихся в постоянном контакте с роликоподшипниками (например, валы коробок перемены передач автотракторной техники), возможно образование на поверхностях таких дефектов, как разнотолщинность и сплошность наносимых покрытий, присутствие в них микротрещин, окисных включений [1–3]. Наличие этих дефектов приводит к увеличению шероховатости упрочненной поверхности, что значительно снижает износостойкость поверхностных слоев и ограничивает область применения способа МЭУ. Для устранения этих недостатков проведены исследования возможности обработки металлических поверхностей комбинированным способом – последовательным проведением совмещенных в одной технологической схеме МЭУ с поверхностной пневмовибродинамической обработкой (ПВДО). Для реализации комбинированной обработки пустотелых деталей типа «тело вращения» создан производственный технологический модуль мод. ЭМПМ-1 на базе токарного станка мод. 1Е61М, в состав которого входят установка для МЭУ мод. УМЭУ-1 с источником технологического тока мод. Invertec-270T и инструмент для ПВДО [4]. Технологическая схема МЭУ с ПВДО позволяет выполнять исполнительными рабочими органами одновременное смятие и сглаживание микронеровностей формируемых поверхностных слоев.

В связи с этим цель исследований – изучить влияние комбинированной обработки МЭУ с ПВДО на трибологические свойства покрытий в условиях трения качения.

Исследования проводились на цилиндрических образцах (наружный диаметр – 40 мм, высота – 12 мм) из стали 45 с покрытиями из КМП Fe-10%V и ФБХ-6-2, полученными МЭУ с ПВДО. Обработка поверхностей выполнялась на модуле мод. ЭМПМ-1. Технологические режимы обработки были выбраны согласно рекомендациям [1, 2]. Механическая обработка образцов с покрытиями осуществлялась шлифованием на станке мод. 3Б64 кругами из различных видов электрокорунда зернистостью 16–40 на керамической связке. Магнитно-абразивная обработка покрытий выполнялась на установке с комбинированной электромагнитной системой на базе станка ЭУ-6 ферроабразивным порошком Ж15КТ. Триботехнические испытания упрочненных образцов проводились в условиях изнашивания со смазочным материалом и смазочным материалом с частицами абразива при трении качения с 10 %-м проскальзыванием на машине трения модели 2070 СМТ-1 по схеме «диск-

диск» (контртело из стали ШХ15 ГОСТ 801-78, закаленное до твердости 60 – 62 HRC, смазочный материал – трансмиссионное масло ТМ-3-18 (ТАП-15В) ГОСТ 23652-79). Величины износа образцов с покрытиями и эталона определялись оптическим длиномером ИЗВ-1 с точностью отсчета 0,001 мм. Исследование изношенных поверхностей выполнялось на растровом электронном микроскопе марки LEO 1455 VP фирмы «Карл Цейсс» (Германия).

Исследования износостойкости образцов с покрытиями и эталонных выполнялись с применением метода математического планирования эксперимента – центрального композиционного ортогонального плана (ЦКОП) второго порядка. В качестве исследуемого параметра принималась интенсивность изнашивания образцов I. Варьируемыми факторами при изнашивании покрытий со смазочным материалом являлись нагрузка на верхний образец P, температура масла в ванне $t_м$ и относительная скорость качения $V_к$. При изнашивании покрытий со смазочным материалом, загрязненным частицами абразива также использовался фактор – концентрация абразивных частиц в масле $К_ч$. Согласно методике исследования износостойкости режим испытаний соответствовал условиям работы деталей трансмиссий автотракторной техники: относительная скорость качения $V_к$ (0,5–3,0 м/с); нагрузка на образец P (0,5–2,5 кН); температура масла в ванне $t_м$ (25–90°С); концентрация абразивных частиц в масле $К_ч$ (0,05–0,25 г/см^3). При трении качения проскальзывание (η) оценивалось отношением частоты вращения (n_2) ведомого диска диаметром (d_2) к частоте вращения (n_1) ведущего диска диаметром (d_1) при условии $d_1 \approx d_2$ ($\eta = n_2/n_1$).

Время испытания износостойкости покрытий в различных условиях изнашивания при трении качения принималось таким, чтобы путь трения для образцов, исследуемых на разных режимах, был одинаковым. Он составлял 20×10^3 м при трении со смазочным материалом и 6×10^3 м при трении со смазочным материалом, загрязненным частицами абразива. Это связано с меньшей интенсивностью изнашивания при наличии смазки и необходимостью увеличения износа для уменьшения погрешности измерений. Испытывались партии по пять образцов.

С учетом результатов исследований [5, 6] установили условия проведения экспериментов (таблица), которые рандомизировались во времени при помощи таблицы случайных чисел.

Таблица – Условия проведения экспериментов

Уровень факторов	Факторы			
	P, кН	$К_ч$, г/см^3	$t_м$, °С	$V_к$, м/с
	X_1	X_2	X_3	X_4
Основной (0)	1,5	0,15	60	1,75
Верхний (+1)	2,0	0,20	77,5	2,37
Нижний (-1)	1,0	0,10	42,5	1,12
Звездная точка (+α)	2,5	0,25	90	3,0
Звездная точка (-α)	0,5	0,05	25	0,5
Интервалы варьирования:				
основной	0,5	0,05	17,5	0,62
по α	1,0	0,1	35	1,25

Обработка результатов экспериментов, полученных по матрице ЦКОП второго порядка с использованием прикладной программы Mathcad, позволили получить статистические модели (1, 2), определяющие зависимости исследуемого параметра I покрытий, полученных МЭУ с ПВДО, от факторов $X_1 = P$, $X_2 = К_ч$, $X_3 = t_м$ и $X_4 = V_к$.

$$Y_1 = I_{Fe\text{-}10\%V} = 1{,}455 - 1{,}045 \cdot X_1 + 6{,}422 \cdot X_2 + 0{,}0009 \cdot X_3 + 0{,}00061 \cdot X_4^* + 0{,}573 \cdot X_1 X_2 + 1{,}914 \cdot X_1 X_3 - 0{,}0094 \cdot X_1 X_4^* - 2{,}337 \cdot X_2 X_3 - 0{,}0014 \cdot X_2 X_4^* - 0{,}00709 \cdot X_3 X_4^* + 0{,}08 X_1^2 + 6{,}919 \cdot X_2^2 + 0{,}00092 \cdot X_3^2 + 0{,}00041 \cdot X_4^{2*}. \quad (1)$$

$$Y_2 = I_{ФБХ\ 6\text{-}2} = 1{,}207 - 0{,}819 \cdot X_1 + 5{,}631 \cdot X_2 - 0{,}032 \cdot X_3 - 0{,}0044 \cdot X_4^* + 0{,}119 \cdot X_1 X_2 + 1{,}527 \cdot X_1 X_3 - 0{,}0030 \cdot X_1 X_4^* - 1{,}128 \cdot X_2 X_3 - 0{,}0093 \cdot X_2 X_4^* - 0{,}0017 \cdot X_3 X_4^* + 0{,}737 \cdot X_1^2 + 5{,}609 \cdot X_2^2 + 0{,}00058 \cdot X_3^2 + 0{,}0023 \cdot X_4^{2*}; \quad (2)$$

Установлено, что не все коэффициенты регрессий (1, 2) значимы с 95%-й доверительной вероятностью по критерию Стьюдента (* – коэффициент не значим). Модель адекватна при 5%-м уровне значимости по критерию Фишера.

Анализ статистических моделей (1, 2) показывает, что в принятых пределах варьирования относительная скорость трения не оказывает существенного влияния на интенсивность изнашивания образцов.

Степень влияния факторов на параметр I для различных КМП определяли по величине коэффициентов моделей (1, 2), геометрическая интерпретация которых представлена в виде одномерных сечений в двумерной системе координат (рисунки 1–3). Зависимости, представленные на рисунках 1–3, находятся в факторном пространстве, так как пределы экстраполяции были ограничены условием $-2 < X_i < +2$.

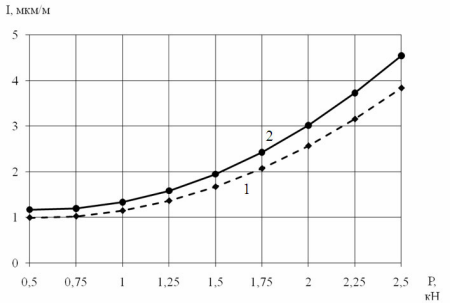


Рисунок 1 – Зависимость интенсивности изнашивания покрытий из КМП Fe-10%V (1) и ФБХ 6-2 (2) от нагрузки Р в условиях трения качения со смазкой, загрязненной частицами абразива

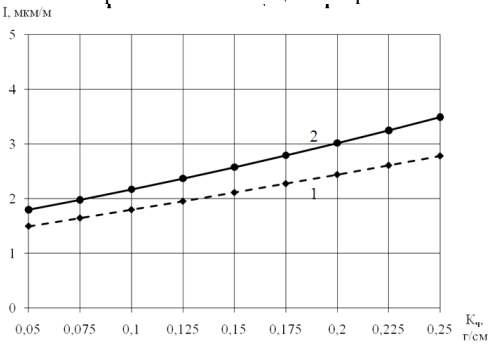


Рисунок 2 – Зависимость интенсивности изнашивания покрытий из КМП Fe-10%V (1) и ФБХ 6-2 (2) от концентрации абразивных частиц в масле Кч в условиях трения качения со смазкой, загрязненной частицами абразива

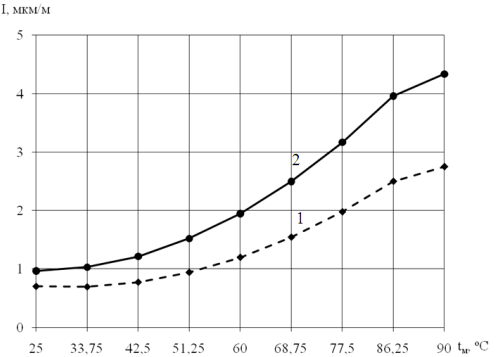


Рисунок 3 – Зависимость интенсивности изнашивания покрытий из КМП Fe-10%V (1) и ФБХ 6-2 (2) от температуры масла в ванне $t_м$ в условиях трения качения со смазкой, загрязненной частицами абразива

Анализ зависимостей интенсивности изнашивания покрытий от нагрузки Р показывает, что износ имеет нелинейных характер, увеличение концентрации абразивных примесей в масле приводит к росту интенсивности изнашивания покрытий по зависимости близкой к линейной. При трении со смазкой, загрязненной частицами абразива, интенсивность изнашивания возрастает при нижней величине нагрузки 0,5–0,70 кН. Следует отметить, что наблюдается процесс разрушения трущихся поверхностей, сопровождающийся резким увеличением интенсивности тепловыделения и износа образцов. Это обстоятельство, вероятно, связано с влиянием боридных частиц покрытий и продуктов износа, попавших в зону трения.

Выявлено, что с уменьшением концентрации абразивных частиц в масле, влияние температуры масла в ванне на изнашивание покрытий, полученных МЭУ с ПВДО КМП Fe-10%V и ФБХ 6-2, увеличивается. Так, при температуре масла более 53°С интенсивность изнашивания покрытий резко увеличивается, что, возможно, связано с нарушением гидродинамического режима смазки и значительным снижением прочности и толщины смазочного слоя.

Из приведенных зависимостей (рисунки 1–3) следует, что наилучшую совместимость имеет пара трения «покрытие из КМП Fe-10%V - сталь ШХ15».

Анализ результатов испытаний износостойкости контртела и покрытий (рисунок 4) показывает, что наибольшей износостойкостью обладают покрытия из порошка Fe-10%V. Износостойкость этого покрытия при трении качения со смазкой при наличии частиц абразива в 1,63 – 1,78 раза выше износостойкости эталона. Износостойкость покрытий из порошка ФБХ 6-2 по сравнению с эталоном больше в 1,32 – 1,53 раза.

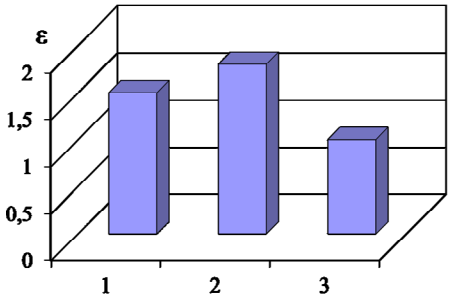


Рисунок 4 – Диаграммы относительной износостойкости покрытий из КМП ФБХ 6-2 (1), Fe-10%V (2) и эталона (3) в условиях трения качения со смазкой, загрязненной частицами абразива

Высокий уровень физико-механических свойств покрытий, полученных МЭУ с ПВДО объясняется тем, что при нанесении покрытий на модуле мод. ЭМПМ-1 снижается пористость, шероховатость, повышается однородность покрытий. При этом достаточно высокое содержание метастабильного

аустенита обеспечивает необходимую пластичность основы КМП Fe-10%V и ФБХ-6-2. В результате этого приповерхностные микрообъемы поверхностных слоев способны выдерживать большее количество циклов передеформирования в процессе изнашивания.

Изучение изношенных поверхностей показывает, что на поверхностях имеются участки с отколовшимися частицами, а также выглаженные участки с рисками, расположенными вдоль направления относительного перемещения контактирующих поверхностей. При этом по всей поверхности контакта имеет место комбинированное взаимодействие поверхностей – адгезионное и упругопластическое, продуктами изнашивания которых являются равновесные тонкодисперсные частицы. По мере увеличения нагружения образцов происходит нарушение когезионного взаимодействия между частицами, их выкрашивание, а также разрушение отдельных неоднородных частиц. Вместе с тем присутствуют контуры еще не отделившихся частиц на границе участка и мелкие фрагменты их на участке со следами разрушения.

На основании полученных результатов исследований трибологических свойств покрытий, полученных МЭУ с ПВДО на модуле мод. ЭМПМ-1, можно сделать следующие выводы:

1 Статистические модели, определяющие зависимости исследуемого параметра – интенсивности изнашивания покрытий в условиях трения качения от нагрузки Р показывают, что износ имеет нелинейных характер, а увеличение концентрации абразивных примесей в масле приводит к росту интенсивности изнашивания покрытий по зависимости близкой к линейной. Выявлено, что с уменьшением концентрации абразивных частиц в масле, влияние температуры масла в ванне на изнашивание покрытий, полученных МЭУ с ПВДО КМП Fe-10%V и ФБХ-6-2, возрастает.

2 С применением графоаналитического метода двухмерных сечений для принятых условий изнашивания определена оптимальная область работы исследуемых трибосопряжений при трении качения со смазкой, загрязненной частицами абразива: $P = 0{,}50 – 0{,}70$ кН, $t_м = 27 – 43$°С, $К_ч = 0{,}052$ г/см^3.

3 Результаты износных испытаний показывают, что для пары трения, работающей при трении качения следует использовать покрытия из КМП Fe-10%V.

Список использованной литературы

17. Акулович Л.М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле. Полоцк : ПГУ, 1999. 240 с.

18. Хейфец М.Л., Кожуро Л.М., Мрочек Ж.А. Процессы самоорганизации при формировании поверхностей. Гомель : ИММС НАНБ, 1999. 276 с.

19. Технологические основы обработки изделий в магнитном поле / П. И. Ящерицын [и др.]. – Минск : ФТИ НАНБ, 1997. – 416 с.

20. Акулович Л.М., Миранович А.В. Магнитно-электрическое упрочнение поверхностей деталей сельскохозяйственной техники. Минск : БГАТУ, 2016. 236 с.

21. Афанасенко, Д.Е. Технологические параметры магнитно-электрического упрочнения рабочих поверхностей валов роторов погружных электронасосов / Д. Е. Афанасенко, Д. С. Щурский, А. В. Миранович // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам. Том 2. Часть 1. Технические науки: Сборник научных трудов по результатам работы V ММНПК. – Вологда–Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2020. – 7–13 с.

22. Афанасенко, Д. Е. Магнитно-электрическое упрочнение дисковых рабочих органов сеялок / Д. Е. Афанасенко, А. В. Миранович // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам : Сборник научн. трудов по результатам работы IV Междунар. молодежн. научн.-практич. конф., 25 апреля 2019 года : Том 2. Часть 1. – Вологда-Молочное : ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2019. – С. 24–28.

Summary. Based on the obtained results of studies of the tribological properties of coatings obtained by combined treatment of MEU with PVDO, it was revealed that with a decrease in the concentration of abrasive particles in the oil, the effect of the oil temperature in the bath on the wear of coatings obtained from Fe-10% V and FBH-6-2 powders increases. The operating range of the studied tribounits during rolling friction with lubricant contaminated with abrasive particles: P = 0.50 - 0.70 kN, t_m = 27 - 43 °C, K_{ch} = 0.052 g / cm^3.

УДК: 629.113

Жданко Д.А.[1], кандидат технических наук, доцент;
Мухля О.О.[2], директор ООО «ЭКСПРЕССДИЗЕЛЬ»
[1]*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*
[2]*ООО «ЭКСПРЕССДИЗЕЛЬ», г. Логойск, Республика Беларусь*

ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ДВИГАТЕЛЕЙ ММЗ Д-245/Д-260 С ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМОЙ COMMON RAIL

Аннотация: общий вид, описание, устройство и схема топливной системы COMMON RAIL. Особенности эксплуатации двигателей Д245/Д260 с дизельной системой COMMON RAIL

Ключевые слова: Двигатель, топливная система, форсунка, ТНВД, особенности эксплуатации.

Большое внимание, при производстве дизельных двигателей, на Минском Моторном Заводе (ММЗ) в Республике Беларусь, уделяется соблюдению экологических норм в части эксплуатации машинно-тракторного парка [5].

Особенно это стало актуально при переходе на проектирование и производство дизельных двигателей (ДВС) с системой COMMON RAIL (CR).

Важным моментом при эксплуатации таких двигателей является глубокое знание устройства и особенностей эксплуатации.

На сегодняшний день производятся двигатели Д245/Д260 различных модификаций.

Модель трактора	Дизель ММЗ	Номинальная мощность, кВт	Номинальная частота вращения коленчатого вала, мин$^{-1}$
Беларус-920.4	Д-245.43S3A	62	1800
Беларус-922.4/923.4/952.4/921.4	Д-245.5S3A	70	
Беларус-1021.4/1025.4	Д-245S3A	81	2200
Беларус-1220.4	Д-245.2S3A	90	
Беларус-1221.4/1222.4	Д-260.2S3A	100	2100
Беларус-1222.4-17/210			
Беларус-1523.4-17/210	Д-260.1S3A	111	2100
Беларус-1523.4			
Беларус-2022.4	Д-260.4S3A	156	
Беларус-2422.4			
Беларус-920.5	Д-245.43S3B	62	1800
Беларус-922.5/923.5/952.5/921.5	Д-245.5S3B	70	
Беларус-1021.5/1025.5	Д-245S3B	81	2200
Беларус-1220.5	Д-245.2S3B	90	
Беларус-1221.5/1222.5	Д-260.2S3B	100	2100
Беларус-1222.5-17/210			
Беларус-1523.5-17/210	Д-260.1S3B	111	
Беларус-1523.5			
Беларус-2022.5	Д-260.4S3B	156	
Беларус-2422.5			

Рисунок 1 – Таблица применяемости двигателей ММЗ с системой CR

На двигателях, в зависимости от модификации, использовались различные варианты форсунок и насосов высокого давления (ТНВД).

Это инжекторы CRIN2: 0445120141 и 0445120245. У них практически одинаковое устройство, поэтому рассмотрим его на примере 0445120141.

Также устанавливались различные типы ТНВД: 0445020089(CP3S3) и 0445025604(CB28).

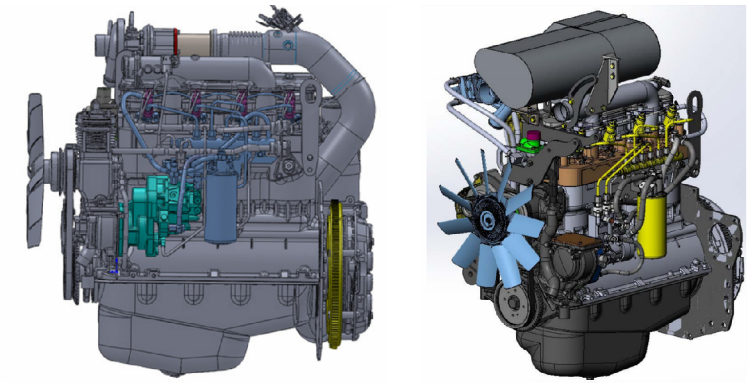


Рисунок 2 – Внешний вид двигателей с ТНВД CP3S3 и CB28

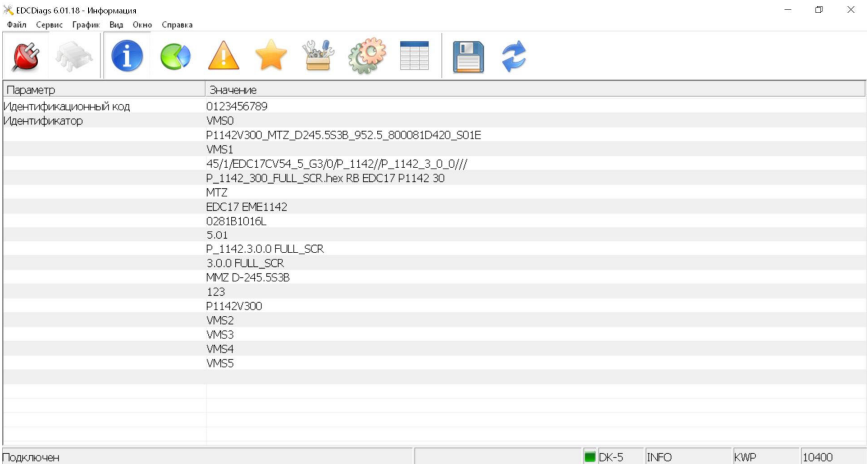


Рисунок 3 – Протокол диагностики при диагностировании сканером ДК-5

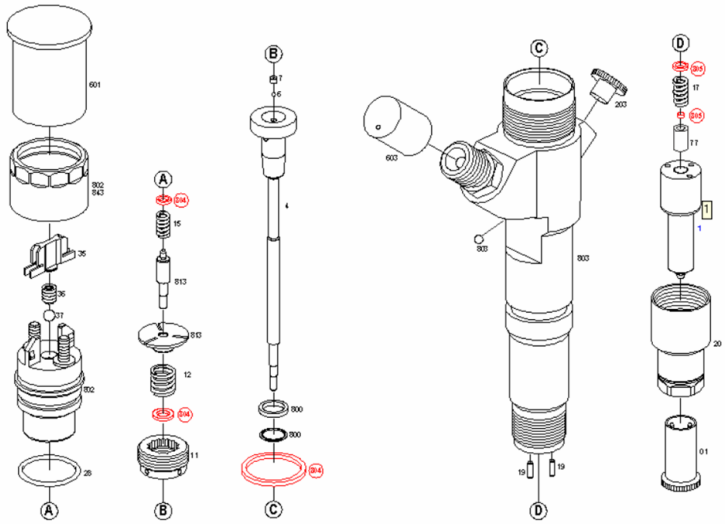


Рисунок 4 – Устройство форсунки CRIN2 0445120141

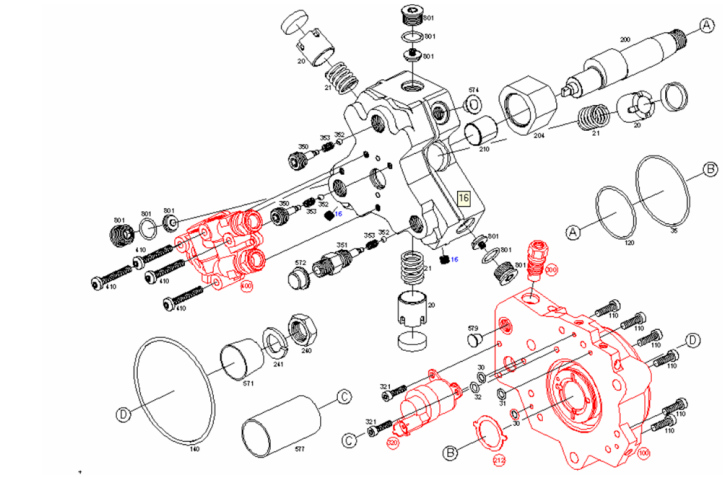


Рисунок 5 – Устройство ТНВД CP3S3

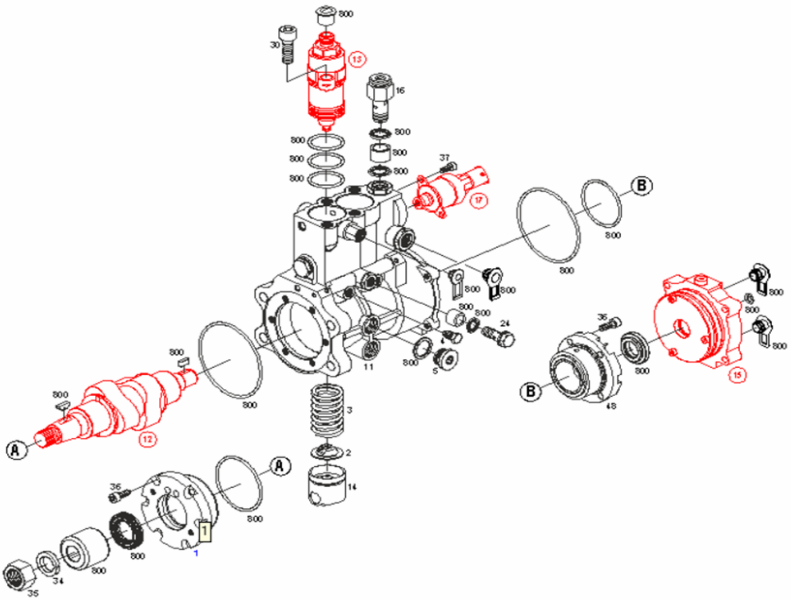


Рисунок 6 – Устройство ТНВД CB28

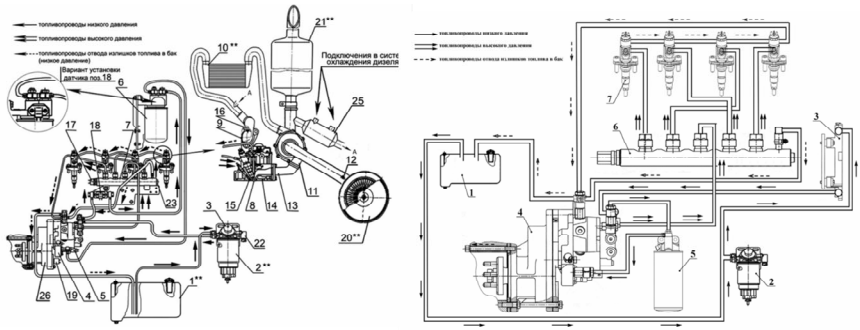


Рисунок 7 – Функциональная схема системы питания с ТНВД CP3S3

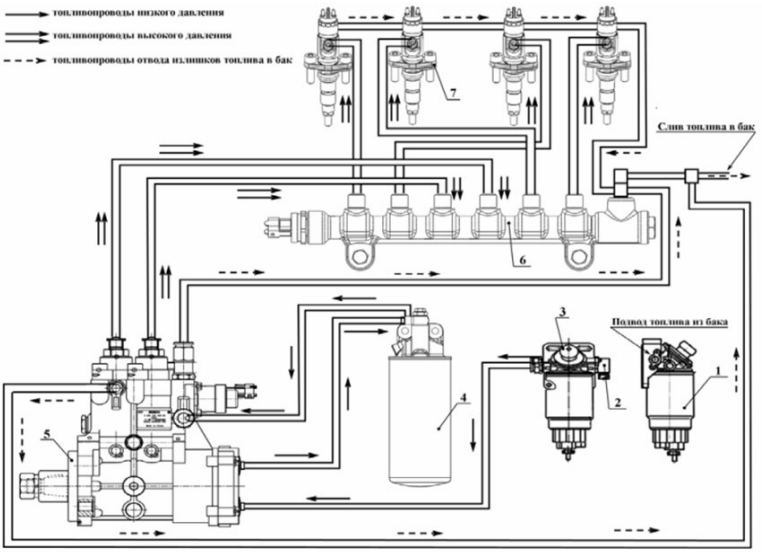


Рисунок 8 – Функциональная схема системы питания с ТНВД CB28:
1 – фильтр предварительной очистки топлива; 2 – подогреватель топлива;
3 – ручной топливопдкачивающий насос; 4 – фильтр токой очистки топлива;
5 – топливный насос высокого давления; 6 – аккумулятор топлива под высоким давлением;
7 – инжектор

Особое внимание следует уделить работам, выполняемым при разборке/сборке компонентов систем CR. Так как система находиться под очень высоким давлением внутри компонентов (до 200 МПа) следует помнить:

- после глушения двигателя, разбирать компоненты системы (откручивать трубки высокого давления) следует не ранее чем через 30 секунд,

- когда система находиться под высоким давлением на двигателе или на испытательном стенде нельзя подносить руки к компонентам топливной системы ближе, чем 500 мм,

- также испытательные стенды должны быть оборудованы защитными экранами.

Рисунок 9 – Возможные повреждения кистей рук, при несоблюдении требований техники безопасности

Далее рассмотрим каталоги возможных неисправностей форсунок и ТНВД CR.

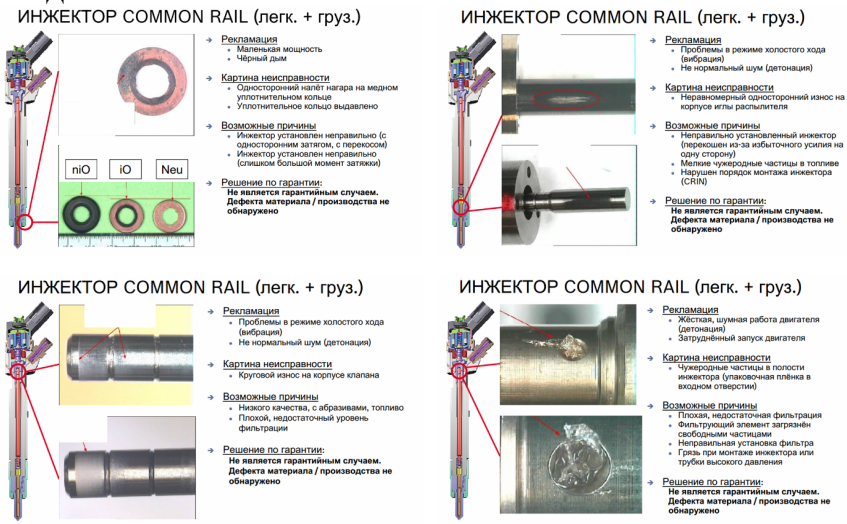


Рисунок 10 (а, б, в, д). Выдержки из каталога неисправностей CRIN2

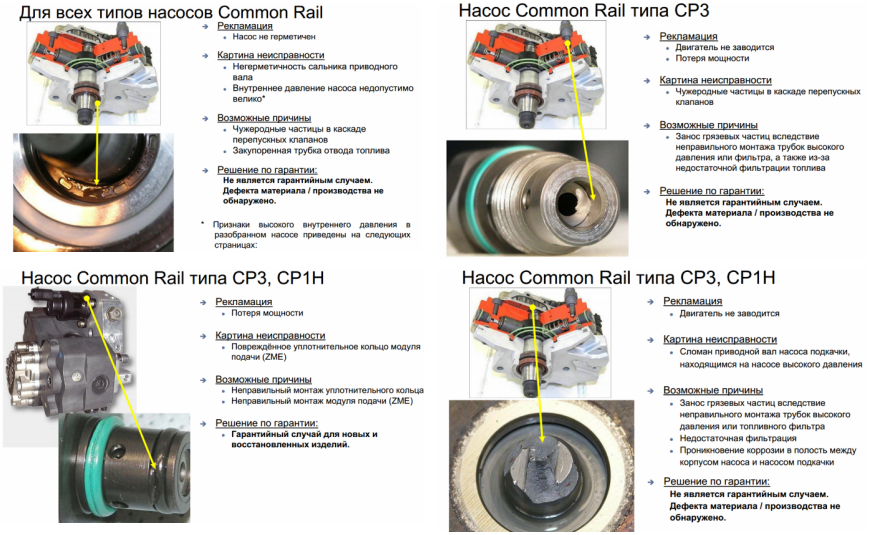


Рисунок 11 (а, б, в, д). Выдержки из каталога неисправностей CP3S3 и CB28

Вывод. Для правильной технической эксплуатации компонентов дизельных топливных систем ДВС важно не только знать и понимать устройство, но и правильно эксплуатировать, уметь оценивать техническое состояние, с обязательным соблюдение требования техники безопасности и охраны труда.

Список использованных источников

1. Руководства по эксплуатации двигателей Д245/Д260 под редакцией: Открытое акционерное общество «Управляющая компания холдинга «МИНСКИЙ МОТОРНЫЙ ЗАВОД». Режим доступа: https://mmz-motor.by/catalog/dvigateli/

2. Электронное управление дизельными двигателями: учебное пособие. Перевод с английского / ЗАО «Легион-Автодата». – М., 2010. – 96 с.

3. Габитов, И.И. Анализ неисправностей электрогидравлических форсунок типа Common Rail /И.И. Габитов, Валиев А.Р., Вахитов Р.А.// Тракторы и сельхозмашины – 2011 . – Вып. №1 1. – С. 41–43.

4. Robert Bosch GMBH. Каталог неисправностей для всех типов ТНВД CP и инжекторов CR. BOSCH. 2006. – 29 с.

5. ПОСТАНОВЛЕНИЕ СОВЕТА МИНИСТРОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ 7 августа 2017 г. N 588 ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ НА 2017 – 2020 ГОДЫ.

УДК 33.336.6

Войтко И.А., кандидат экономических наук, доцент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

СОСТОЯНИЕ РАСЧЕТОВ ОРГАНИЗАЦИЙ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА. ОЦЕНКА РИСКА НАСТУПЛЕНИЯ БАНКРОТСТВА

Аннотация: В статье представлены данные о состоянии расчетов в сельском хозяйстве в Республике Беларусь в динамике. Установлено, что наиболее высокие темпы роста долгов наблюдались в период с 2012 по 2016 гг. и до настоящего времени тенденция роста сохранилась. В то же время, проведенная оценка риска наступления банкротства в сельском хозяйстве показала, что большинство имеющихся долгов обеспечено собственными оборотными средствами и имуществом на нормативном уровне, что позволяет делать вывод о низком риске наступления банкротства.

Ключевые слова: сельское хозяйство, финансовое состояние, задолженность, банкротство, риск.

Key words: agriculture, financial status, debt, bankruptcy, risk.

В настоящее время сельское хозяйство Республики Беларусь функционирует на принципах устойчивого развития. В динамике наблюдается рост объемов производства продукции растениеводства и животноводства, стабильно увеличивается продуктивность животных и урожайность культур. Так, за последние десять лет валовой сбор рапса в хозяйствах всех категорий увеличился более, чем на 30 %, сахарной свеклы – более, чем на 10 %, валовой надой молока вырос на 30 %, производства скота на мясо в живом весе – более, чем на 15 % [1]. В то же время, отмечается сохранение нерешенных вопросов, одним из основных среди которых является непрекращающийся рост долговой нагрузки. На рисунке 1 представлены темпы роста задолженности сельского хозяйства, рассчитанные на основании данных Национального статистического комитета Республики Беларусь [1].

Как видно, наибольший пик роста совокупной задолженности наблюдался в период с 2012 по 2016 гг. Это особенно относится в просроченной задолженности. Такой рост долгов обусловил необходимость принятия соответствующих мер со стороны правительства. Такими мерами стали указы Президента Республики Беларусь [2, 3], предусматривающие реструктуризацию долгов, а также установление в Государственной программе развития аграрного бизнеса на 2016 – 2020 годы качестве целевого индикатора «отношения кредиторской задолженности и задолженности по кредитам и займам к выручке от реализации продукции, товаров (работ, услуг) в сельском хозяйстве» [4]. В результате, начиная с 2017 г в сельском хозяйстве темпы роста долгов снижаются. При этом доля кредитов банков в совокупной задолженности постоянно снижается (рисунок 2).

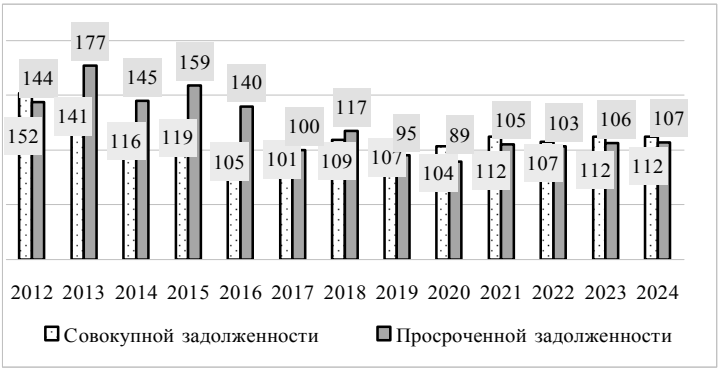


Рисунок 1 – Темпы роста показателей задолженности сельского хозяйства, %

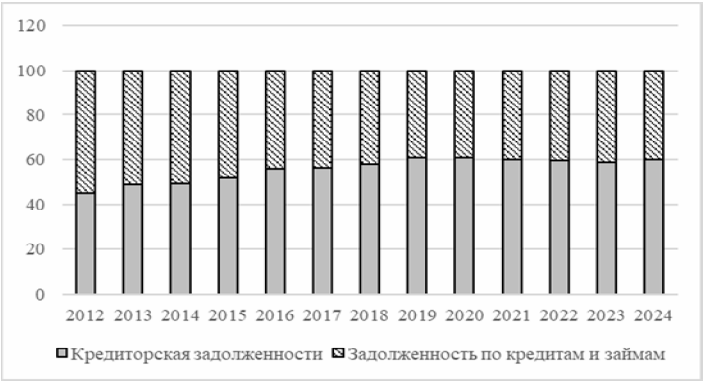


Рисунок 2 – Структура совокупной задолженности в сельском хозяйстве, %
Примечание. Составлено автором на основании источника [1]

В то же время, положительным моментом можно отметить снижение темпов роста просроченной задолженности. При этом, доля просроченной задолженности по кредитам банков в общей просроченной задолженности в последние годы составляет 12–15 %, и в общей задолженности по кредитам банков не превышает 5–6 % (для сравнения – доля просроченной в общей кредиторской задолженности превышает 20 %). Это объявляется тем, что система договорных отношений с банками предусматривает наличие финансовых санкций за неисполнение обязательств, а также нарушение дисциплины расчетов напрямую влияет на кредитную историю.

В целом, несмотря на непрекращающийся рост долгов, начиная с 2021 г, данный показатель стабильно не превышает размер выручки от реализации продукции (рисунок 3).

Рисунок 3 – Динамика задолженности сельского хозяйства Республики Беларусь (по состоянию на 31 декабря), млн руб.

Примечание. Составлено автором на основании источника [1]

Снижение долговой нагрузки в выручке от реализации продукции положительно сказалось на финансовом состоянии. Оценка, проведенная на основании Постановления Министерства экономики Республики Беларусь и министерства финансов Республики Беларусь от 7 августа 2023 г. № 16/46 «Об оценке степени риска наступления банкротства» показала, что в сельском хозяйстве риск наступления банкротства находится на низком уровне (таблица). В такой оценке используется два показателя:

– коэффициент обеспеченности обязательств имуществом, характеризующий соотношение обязательств и имущества;

– коэффициент просроченных обязательств, характеризующий соотношение просроченных обязательств и общей суммы обязательств.

Как видно из приведенных данных, ухудшение финансового состояния отмечается в период с 2016 по 2020 годы, и затем, начиная с 2021 г, снижение темпов роста долгов обеспечивает в сельском хозяйстве низкую степень риска наступления банкротства.

Таблица – Показатели оценки финансового состояния и степени риска наступления банкротства сельскохозяйственных организаций в динамике

Показатели	Годы										
	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Коэффициент обеспеченности обязательств имуществом	0,36	0,42	0,45	0,47	0,48	0,46	0,47	0,48	0,47	0,37	0,37
Коэффициент просроченных обязательств	0,09	0,12	0,15	0,21	0,28	0,27	0,30	0,21	0,19	0,17	0,16
Степень риска наступления банкротства	Низкая	Низкая	Низкая	Средняя	Средняя	Средняя	Средняя	Средняя	Низкая	Низкая	Низкая

Таким образом, можно сделать вывод о том, что, несмотря на отмечающийся рост долговых обязательств, большинство из них обеспечено как собственными оборотными средствами, так и имуществом предприятий на уровне нормативного значения, что обусловливает низкий риск наступления банкротства.

Список использованных источников

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. База статистических данных. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://dataportal.belstat.gov.by/osids/home-page – Дата доступа : 25.04.2025.
2. Указ Президента Республики Беларусь от 4 июля 2016 г. № 253 «О мерах по финансовому оздоровлению сельскохозяйственных организаций».
3. Указ Президента Республики Беларусь от 2 октября 2018 г. № 399 «О финансовом оздоровлении сельскохозяйственных организаций».
4. Государственная программа развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы (утверждена постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 11 марта 2016 г. № 196).

Summary. The article presents data on the state of settlements in agriculture in the Republic of Belarus in dynamics. It was found that the highest rates of debt growth were observed in the period from 2012 to 2016 and the growth trend has continued to this day. At the same time, the conducted assessment of the risk of bankruptcy in agriculture showed that most of the existing debts are secured by own working capital and property at the regulatory level, which allows us to conclude that the risk of bankruptcy is low.

УДК 621.895

Сергеев К.Л., старший преподаватель;
Даниленко И.Н., студент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

РАЗНОВИДНОСТИ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ И ИХ РОЛЬ ПРИ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ

Аннотация. В статье рассмотрен обзор основных смазочно-охлаждающих жидкостей, используемых для обработки металлов резанием в сельскохозяйственном производстве. Эффект от действия СОЖ зависит от ряда факторов, в частности, от введения в состав базовых СОЖ твердых присадок, предназначенных для повышения противоизносных, противозадирных и антифрикционных свойств, а также снижения коэффициента трения.

Abstract. The article considers the review of basic lubricating-cooling liquids, used for metal cutting machining in agricultural production. The effect of coolants depends on a number of factors, in particular, on introduction of solid additives into the composition of basic coolants, designed to increase anti-wear, anti-seize and antifriction properties, as well as to reduce friction coefficient.

Ключевые слова. Классификация, смазочно-охлаждающая жидкость, технологические операции, присадки, дисперсность.
Keywords. Classification, cutting fluid, technological operations, additives, dispersion.

Металлообработка как процесс работы с деталями различных механизмов стала развивать в начале XVIII столетия из-за увеличения населения в Европе и значительного промышленного роста в данном регионе. В это время, такие страны, как Франция и Англия занимались вопросами прикладной обработки и исследования данных технологических сред, а именно влияние смазки на обработанные поверхности деталей и влияние воды как теплоносителя для повышения производительности обработки. С ростом научных исследований стало ясно, что использование воды, которая имеет оптимальную удельную теплоемкость всех доступных жидкостей, вызывает значительную проблему, связанную с коррозией обработанных деталей и поверхностей станков. Поэтому исследователи пришли к выводу о том, что использование животных масел, жирных кислот и соды при соединении с водой образовывали «мыло», которое, в свою очередь, более эффективно защищает поверхности изделия от коррозии и сохраняет все свойства охлаждения воды. Дальнейший поиск оптимальной смазочной жидкости привел исследователей к минеральному маслу, которое показало как свою эффективность на качество поверхности, так и вызвало улучшение смазки самого инструмента. В XX столетии, когда промышленность начала работать на массовое производство, то использование тех объемов данных технологических сред стало явно недостаточно. К середине XX столетия начали осуществляться разработки в данной области и тогда, стало очевидным, что объединение нескольких разнородных веществ, а именно, в основном, масла, воды, поверхностно-активных веществ (ПАВ) и серы способствует созданию оптимальной смазочной жидкости, которая является прототипом сегодняшних смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС) [1].

Применение эффективных СОТС является важным фактором интенсификации процесса резания и обеспечения высокого качества поверхностного слоя обрабатываемых деталей для сельскохозяйственного производства [1–4].

За счет рационального выбора СОТС обеспечивается:

– увеличение стойкости режущего инструмента;

– улучшение качества поверхностного слоя за счет снижения шероховатости;

– повышение точности и производительности обработки;

– удаление стружки из зоны резания в процессе обработки;

– улучшение санитарно-гигиенических условий труда и экологии окружающей среды;

– сокращение себестоимости производства за счет увеличения производительности и снижения расходов на режущий инструмент.

Основная масса СОТС представляет собой жидкие среды, которые называются СОЖ (смазочно-охлаждающие жидкости) [1–4].

На сегодняшний день СОЖ – это обязательная часть большинства технологических процессов обработки металлов резанием, обеспечивающего эффективную эксплуатацию металлорежущего оборудования. Организация и техника применения СОЖ является одним из важных аспектов проблемы использования в обработке материалов резанием, т.к. мировое потребление СОЖ оценивается в 11,37 млрд. долларов и должно превысить 19,41 млрд. долларов к 2037 году. Среднегодовой темп роста составляет более 4,2 % в течение прогнозируемого периода (2025–2037 гг.) [5].

Цель данной работы заключается в обзоре основных смазочно-охлаждающих жидкостей, их характеристиках и применении на различных операциях в процессах металлообработки, используемых в Республике Беларусь.

В Республике Беларусь ежегодно используются более 200 тыс. тонн различных СОЖ [6]. В основном СОЖ импортируется из стран дальнего и ближнего зарубежья, на что расходуются валютные средства. Применяются СОЖ, производимые химическими предприятиями Российской Федерации, а также некоторыми отечественными заводами и частными фирмами ближнего зарубежья (ОАО «Пермский завод смазок и СОЖ», ООО «Сервовит», ОАО «Завод горного воска», ЗАО «Химбелсервис» и др.).

В настоящий момент основными крупными потребителями СОЖ в Республике Беларусь являются такие предприятия, которые, в первую очередь, связаны с авто- и тракторостроением, станкостроением и приборостроением, а также со строительно-дорожным машиностроением (ОАО «Минский автомобильный завод», ОАО «БЕЛАЗ» – управляющая компания холдинга «БЕЛАЗ–ХОЛДИНГ», ОАО «Минский тракторный завод», ОАО «МЗКТ» и др.).

В основном для металлообработки в Республике Беларусь применяют СОЖ в жидком состоянии. Разнообразие свойств и структур материалов, применяющихся в качестве СОЖ, усложняет выбор. В ряде работ, посвященных СОЖ, предложены различные классификации данных технологических сред [1, 2, 4].

СОЖ являются самой распространенной технологической средой при обработке материалов, что обусловлено их более высокой (по сравнению с твердыми и пластичными смазочными веществами) смазывающей, охлаждающей, проникающей и моющей действиями, а также экономичностью и доступностью. Разделить различные эффекты в процессах обработки металлов от вышеуказанных действий СОЖ бывает

весьма проблематично, так как в одних случаях могут проявляться, как и положительно, так и отрицательно в зависимости от наименования операции и режимов резания, от технологических особенностей обрабатываемого материала и т.д. Например, в большинстве случаев эффективность СОЖ при лезвийной обработке улучшается при смазывающем и охлаждающем действии, при магнитно-абразивной – режущем и моющем [7–9].

Жидкие СОЖ предназначены для большинства технологических процессов обработки материалов резанием и финишных операций, а также при штамповке и прокатке металлов и разделяются на масляные, водосмешиваемые, быстрорастворяющиеся и расплавы некоторых металлов.

Масляные СОЖ применяются при тяжелых режимах работы на металлообрабатывающих станках с низкими скоростями подач и большой глубиной резания. Основные технологические операции – сверление, хонингование и развертывание. Методика приготовления – смешивание антифрикционных, противозадирных, антипенных и антикоррозийных присадок с минеральными маслами при температуре их полного растворения. Данные присадки при обработке металлов резанием предотвращают преждевременный износ оборудования, не допускают схватывания режущих поверхностей при высоких температурах и пенообразования, уменьшают процессы коррозии, начинающиеся из-за окисления минеральных масел. Масляные СОЖ обладают хорошими смазочными свойствами, но имеют ряд недостатков:

– наличие масляного компонента (выделение продуктов деструкции масла (газа) в зону дыхания рабочего);

– повышенная загрязненность СОЖ в процессе её эксплуатации;

– повышенная биопоражаемость и, как следствие, более короткий срок эксплуатации;

– практическая невозможность регенерации;

– существенное снижение основных показателей СОЖ из-за накапливания продуктов разложения;

– повышенная трудоемкость приготовления, контроля состояния и затраты, связанные с утилизацией отработанных СОЖ в большом количестве.

Из-за большого количества недостатков масляных СОЖ актуальны исследования, посвященные разработкам водосмешиваемых СОЖ для обработки металлов резанием, которые обеспечили бы по сравнению с масляными меньшую коррозионную агрессивность, повышение качества обработки, уменьшение износа инструмента, снижение биопораженности, а также исключили бы вопрос пожароопасности.

Водосмешиваемые СОЖ хорошо подходят для высокоскоростных режимов обработки металлов. В основном водосмешиваемые СОЖ используются на операциях, которые характеризуются большими скоростями резания и относительно малым давлением на контактируемых поверхностях (хорошие охлаждающие свойства) и там, где необходимо снизить трение (хорошие смазывающие свойства).

Водосмешиваемые СОЖ включает в себя четыре основных разновидности: эмульсии, полусинтетические, синтетические, растворы электролитов.

Эмульсии – это продукт на основе минерального масла, эмульгаторов (соли карбоновых или сульфокислот), стабилизаторов (вода, спирт), ингибиторов коррозии и присадок различного функционального значения. Приготовление – разбавление эмульсола с водой в виде 1–10 % эмульсий в зависимости от вида и режима металлообработки. Характеризуются хорошими смазывающими свойствами.

Полусинтетические СОЖ принципиально ничем не отличаются от эмульсолов по компонентному составу, однако они существенно отличаются от них по концентрации компонентов. Это продукты на основе ПАВ, ингибиторов коррозии, присадок функционального действия, различных добавок, в том числе, и минерального масла (до 40% масс.). Приготовление – процесс смешивания с образованием эмульсий. Характеризуются хорошими смазывающими и охлаждающими свойствами.

Синтетические СОЖ – это концентраты, которые не содержат масел, обладают молекулярной степенью дисперсности. Основные компоненты – продукты на основе ПАВ, ингибиторов коррозии, присадок различного функционального назначения, гликолей, электролитов, воды и т.д. Приготовление – смешивание компонентов в определенной последовательности и в соответствии с рецептурой. Характеризуются хорошими смазывающими и охлаждающими свойствами.

Растворы электролитов – это жидкости: растворы соды, бора, натрия или различных солей (например, хлористого калия), концентрация которых не превышает 2 %.

Основное достоинство водосмешиваемых эмульсионных СОЖ – получение рабочих растворов эмульсии с различной концентрацией, что увеличивает применяемость данного вида технологической среды в металлообработке. Данные СОЖ с большим содержанием концентрата могут замедлить развитие трибологических процессов и уменьшить износ инструмента (СОЖ при обработке металлов с худшей обрабатываемостью и сложной геометрией обработки (протягивание, зубофрезерование, резьбонарезание, зубодолбление)). С меньшим содержанием концентрата

эмульсионные СОЖ используются в операциях, в которых производится резание металлов с хорошей обрабатываемостью (малой твердостью н подходящей структурой), с менее сложной геометрией обработки (токарная, фрезерование, сверление и др.), а также при обработке металлов шлифованием.

Многими специалистами в области металлобработки отмечено, что большую роль на характеристики водосмешиваемых СОЖ также оказывают присадки [10–12]. Условно присадки можно разделить на жидкие и твердые, поэтому следует выделить и их основные виды:

– антикоррозийные присадки (уменьшение трения, снижение температуры обрабатываемого металла);

– антикоррозийные присадки (предназначены для защиты поверхности металлов во время их обработки под воздействием экстремальных нагрузок);

– противоизносные присадки (уменьшают износ и старение инструментов, а также отдельных деталей и узлов станков при тяжелых условиях эксплуатации, тем самым продлевая срок службы оборудования);

– противозадирные присадки (предотвращение повреждений поверхностей инструмента во время обработки металлов);

– антипенные присадки (продление срока службы СОЖ, снижение образования пены, которая негативно влияет на свойства самих СОЖ).

В последние годы появился интерес к наноразмерным присадкам для жидких СОЖ. В первую очередь, это связано с перспективными возможностями развития нанотехнологий, синтеза новых наноматериалов и применению их в промышленности.

При анализе [13–16] установлено, что введение трибоактивных наноразмерных присадок, в частности графена, нановолокон, фуллеренов и нанотрубков, в состав базовой СОЖ увеличивают её противоизносные, противозадирные и антифрикционные свойства, а также приводят к снижению коэффициента трения относительно базовой и исследуемой СОЖ с графитной присадкой.

Следует отметить запатентованную синтетическую смазочно-охлаждающая жидкость с углеродными нанотрубками для механической обработки металлов. Полученный результат – повышение трибологических свойств, особенно по критерию нагрузки сваривания (несущая способность) в 1,7 раза, увеличение стойкости режущего инструмента на 20–40 % [17].

В дальнейших экспериментальных исследованиях будет осуществляться работа по оценке эффективности модифицированной СОЖ при точении и сверлении.

Список использованной литературы

1. Смазочно-охлаждающие технологические средства и их применение при обработке резанием : справочник / под общ. ред. Л. В. Худобина. – М.: Машиностроение, 2006. – 544 с.

2. Бердичевский, Е. Г. Смазочно-охлаждающие технические средства для обработки материалов / Е. Г. Бердичевский. – М.: Машиностроение, 1984. – 224 с.

3. Виноградов, Д. В. Применение смазочно-охлаждающих технологических средств при резании металлов : учеб. пособие по курсу «Инструментообеспечение машиностроительных предприятий» / Д. В. Виноградов. – Ч.1 : Функциональные действия. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013. – 90 с.

4. Энтелис, С. Г. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием : справочник / С. Г. Энтелис, Э. М. Берлинер. – М.: Машиностроение, 1986. – 352 с.

5. Research Nester : [сайт]. URL: https://www.researchnester.com/ru/reports/cutting-fluid-market/5385 (date of access: 08.05.2025).

6. Гапанькова, Е. И. Водорастворимые смазочно-охлаждающие жидкости на основе терпеноидного сырья / Е. И. Гапанькова [и др.]. // Сотрудничество – катализатор инновационного роста : сборник материалов 4-го Белорусско-Прибалтийского форума, 31 мая–1 июня 2018 года. – Минск : БНТУ, 2018. – С. 64–65.

7. Худобин, Л. В. Смазочно-охлаждающие технологические средства и их применение при обработке резанием : справочник / Л. В. Худобин. – М.: Машиностроение, 2006. – 544 с.

8. Клушин, М. И Смазочно-охлаждающие технологические жидкости для обработки металлов резанием. Рекомендации по применению. Справочник / М. И. Клушин. – М.: НИИМаш, 1979. – 96 с.

9. Сакулевич, Ф. Ю. Роль смазывающе-охлаждающих жидкостей при магнитно-абразивной обработке / Ф. Ю. Сакулевич, Н. Я. Скворчевский. – Минск : Навука і тэхніка, 1981. – 68 с.

10. Водосмешиваемая смазочно-охлаждающая жидкость : Патент № 2266948 РФ, МПК С10М 173/00 / Л. В. Левушкина, Л. А. Левина, А. П. Бочаров. – Опубл. 27.12.2005.

11. Меджибовский, А. С. Наноприсадки – один из путей повышения качества смазочных масел / А. С. Меджибовский, С. Б. Борщевский // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. – 2008. – № 4. – С. 16–19.

12. Абдулгазис, У. А. Перспективы использования в составе масляных СОТС в качестве присадок наночастиц бентонита / У. А. Абдулгазис, Э.Э. Ягъяев, Э.Д. Умеров // Научные труды южного филиала национального университета биоресурсов и природопользования Украины «Крымский агротехнологический университет». – 2012. – № 146. – С. 69–73.

13. Ettefaghi, E. Experimental evaluation of engine oil properties containing copper oxide nanoparticles as a nanoadditive / Ettefaghi E. [et al.] // International Journal of Industrial Chemistry. – 2013. – Vol. 4. – Article 28. – P. 27–33.

14. Mamalis, A. G. Nanotechnology and nanostructured materials: trends in carbon nanotubes / A. G. Mamalis, L. O. S. Vogtlander, A. Markopoulos // Precision Engineering. – 2004. – Vol. 28, – Issue 1, P. 16–30.

15. Curasu, D. L. The efficiency of Co-based single-wall carbon nanotubes (SWNTs) as an AW/EP additive for mineral base oils / D. L. Curasu [et al.] // Wear. – 2012. – Vol. 290–291. – P. 133–139.

16. Волнянко, Е. Н. Особенности трибоформирования поверхностного слоя стали при использовании смазочных материалов, модифицированных нанодисперсным β-сиалоном / Е. Н. Волнянко [и др.]. // Трение и износ. – 2008. – № 2. – Том 29. – С. 192–197.

17. Синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость с углеродными нанотрубками : патент № 2417253 РФ, МПК C10M 173/02 / А. А. Фомин, В. А. Мышкин. – Опубл. 27.04.2011.

Summary. The use of effective lubricating and cooling technological means is an important factor in intensifying the cutting process and ensuring high quality of the surface layer of the processed parts for agricultural production. In recent years, interest has arisen in nano-sized additives for liquid lubricating and cooling fluids. First of all, this is due to the promising opportunities for the development of nanotechnology, the synthesis of new nanomaterials and their use in industry.

УДК 005.6

Акулович Л.М., доктор технических наук, профессор;
Даниленко И.Д., студент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Аннотация: Рассматривается системный подход к управлению качеством продукции и его влияние на конкурентоспособность выпускаемых предприятиями изделий.

Abstract. A systematic approach to product quality management and its impact on the competitiveness of products manufactured by enterprises

Ключевые слова: петля качества, жизненный цикл, оценка качества, конкурентоспособность, контроль качества.

Key words: quality loop, life cycle, quality assessment, competitiveness, quality control.

Важным показателем деятельности промышленных предприятий является качество продукции. Его повышение – одна из форм конкурентной борьбы, завоевания и удержания позиций на рынке.

Качество – это совокупность показателей свойств продукции, обусловливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением.

Политика в области качества может быть сформулирована в виде направления деятельности или долгосрочной цели.

Для облегчения международного товарообмена и взаимопомощи, а также для расширения сотрудничества в области интеллектуальной, научной, технической и экономической деятельности разработки международных стандартов ИСО.

Цель исследований – проанализировать методы управления качеством продукции машиностроения.

В соответствии со стандартами ИСО жизненный цикл продукции обозначается как петля качества (рис. 1). С помощью петли качества осуществляется взаимосвязь изготовителя продукции с потребителем, обеспечивающей управление качеством продукции на всех этапах жизненного цикла изделия.

К основным стадиям жизненного цикла относятся: научные исследования, проектирование, производство, эксплуатация, утилизация. Функции «Производителя» и «Потребителя» в жизненном цикле представлены на рис. 2 [1].

Обобщающие показатели характеризуют качество всей произведенной продукции независимо от ее вида и назначения.

Косвенные показатели – это штрафы за некачественную продукцию, объем и удельный вес забракованной продукции, удельный вес продукции, на которую поступили претензии (рекламации) от покупателей, потери от брака и др.

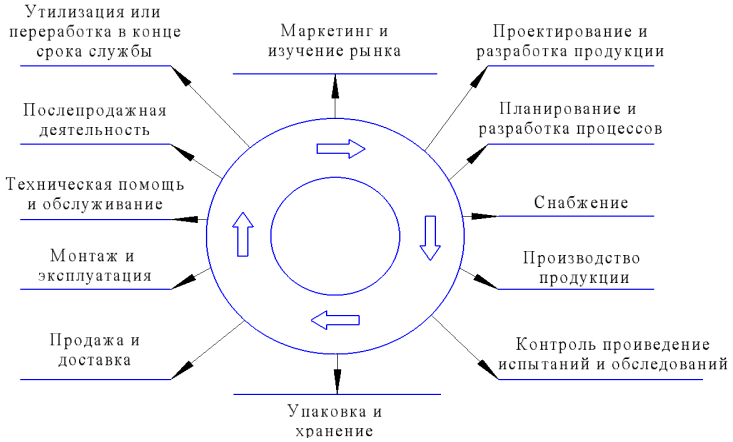


Рисунок 1 – Петля качества, соответствующая стандарту ИСО и отражающая жизненный цикл продукции

Обеспечение качества продукции – это совокупность планируемых и систематически проводимых мероприятий, создающих необходимые условия для выполнения каждого этапа "петли качества".

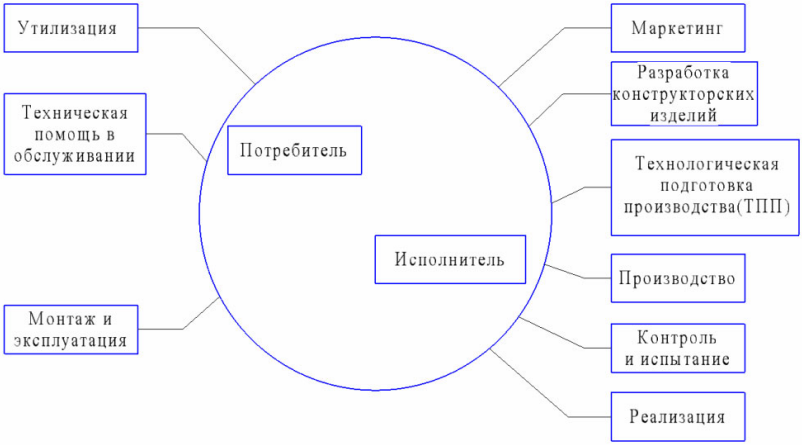


Рисунок 2 – Этапы жизненного цикла, выполняемые «Исполнителем» и «Потребителем»

Системный подход к управлению качеством продукции предполагает четкое взаимодействие всех отделов и органов управления предприятием [2].

Система управления качеством продукции включает функции:

- стратегического, тактического и оперативного управления;
- принятия решений, управляющих воздействий, анализа и учета, информационно-контрольные;
- специализированные и общие для всех стадий жизненного цикла продукции;
- управления по научно-техническим, производственным, экономическим и социальным факторам и условиям.

Контроль качества продукции производят на всех стадиях производственного процесса, начиная с контроля качества используемых сырья и материалов и кончая определением соответствия выпущенного продукта техническим характеристикам и параметрам.

Конкурентоспособностью товара – это совокупность его качественных и стоимостных характеристик, которые обеспечивают удовлетворение конкретной потребности покупателя и выгодно отличает его от аналогичных товаров конкурентов.

Под оценкой качества понимается оценка соответствия продукции требованиям, содержащимся в документации на нее. Этот выбор может быть осуществлен только экспертным методом, базирующимся на мнении экспертов.

Экспертная оценка качества продукции – это характеристика качества продукции, полученная с использованием экспертных методов оценивания качества продукции.

Оценка качества продукции осуществляется группой экспертов в четыре этапа:

1. Формулируется цель оценки и создание рабочих и экспертных групп.

2. Производится выбор методов, способов и процедур оценивания, которые выполняются рабочей группой.

3. Происходит обсуждение членами экспертной группы выбранных методов оценки.

4. Подводится итог обсуждения экспертов и оформляется экспертное заключение.

Система качества – это совокупность организационной структуры, методик, процессов и ресурсов, необходимых для общего руководства качеством. Политика в области качества – основные направления и цели организации в области качества, официально сформированные высшим руководством.

Совокупность качественных и стоимостных характеристик товара, которая обеспечивает удовлетворение конкретной потребности покупателя и выгодно отличает его от аналогичных товаров конкурентов, является главной составляющей.

На основе проведенного анализа установлено:

- управление качеством продукции носит системный характер и представляет собой совокупность организационной структуры, методик, процессов и ресурсов, необходимых для общего руководства качеством;

- политика в области качества, основные направления и цели организации в области качества официально формируются высшим руководством.

Список использованных источников

1. Туркин, В. Г. Качество машиностроительной продукции / В. Г. Туркин, Б. И. Герасимов, В. Д. Жариков // под общ. ред. Б.И. Герасимова. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. – 104 с.

2. Технологические и эксплуатационные методы обеспечения качества машин / под общ. ред. П. А. Витязя. – Минск: Беларус. навука, 2010. – 109 с.

Summary. Based on the analysis conducted, it was established:

- product quality management is systemic in nature and represents a set of organizational structure, methods, processes and resources necessary for general quality management;

- quality policy, main directions and goals of the organization in the field of quality are officially formed by senior management.

УДК 621.385.6

Воронов Е.В.[1], кандидат экономических наук, доцент;
Новикова Г.В.[1], доктор технических наук, профессор;
Михайлова О.В.[1], доктор технических наук, профессор;
Просвирякова М.В.[2], доктор технических наук, доцент
[1]*ГБОУ ВО «Нижегородский инженерно-экономический университет», г. Княгинино, Российская Федерация;*
[2]*Цивильский АТТ, г. Цивильск, Российская Федерация*

СВЧ ПЕРЕРАБОТКА НЕПИЩЕВЫХ ОТХОДОВ МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аннотация. Разработана СВЧ установка для фермерских хозяйств, обеспечивающая качественную термообработку, обеззараживание и устранение неприятного запаха вторичного мясного сырья, с использованием замедляющей системы для оптимизации нагрева и снижения энергозатрат.

Abstract. A microwave installation for farms has been developed that provides high-quality heat treatment, disinfection and elimination of the unpleasant odor of secondary meat raw materials, using a braking system to optimize heating and reduce energy consumption.

Ключевые слова. Замедляющая система, резонатор, отходы мясной промышленности, СВЧ-установка.

Keywords. Decelerating system, resonator, meat industry waste, microwave installation.

Основная задача мясоперерабатывающей промышленности РФ заключается в разработке и внедрении комплексной, безотходной технологии переработки скота, направленной на производство максимального объема конкурентоспособной продукции.

В рамках данной стратегии вторичное мясное сырье, признанное непригодным для употребления по результатам ветеринарно-санитарной экспертизы после убоя, перерабатывается в вареный корм для животных. Такое сырье, включая малопригодные в пищу мясные остатки, непищевые отходы и ветеринарный брак (конфискаты), находит применение в двух основных направлениях: производстве белковых добавок для сельскохозяйственных животных (свиней, коров, овец, лошадей и других видов) и птицы, а также в изготовлении кормов для домашних животных.

По статистическим прогнозам, в 2025 году количество перерабатываемого вторичного мясного сырья достигнет 48 тысяч тонн.

В современных условиях эта проблема приобретает особую актуальность для мясоперерабатывающих предприятий, которые сталкиваются с трудностями утилизации отходов, образующихся в процессе убоя скота и производства колбасных изделий. Во время переработки скота и мяса на мясокомбинатах и других предприятиях этой отрасли образуется значительное количество отходов, не пригодных для пищевого использования.

К непищевым отходам мясоперерабатывающей промышленности относят сырье, не пригодное для употребления в пищу или для специальных целей. Оно образуется при переработке крупного рогатого скота, свиней и других животных. Также к данной категории относятся ветеринарные конфискаты и трупы скота и птицы, которые допускаются к переработке на технические или кормовые цели в соответствии с ветеринарно-санитарными нормами.

Отходы животноводства являются ценным высокобелковым кормом для животных и птиц. Однако без соответствующей обработки скармливать их опасно из-за потенциальной возможности наличия в них возбудителей различных заболеваний, которые могли находиться у падших или вынужденно забитых животных, или появиться во время хранения отходов. Поэтому технология переработки отходов должна обеспечивать гарантированное безопасное токсикологическое и микробиологическое состояние готового продукта, его высокую кормовую ценность и возможность длительного хранения.

Технологический процесс переработки указанного сырья на варёный комбикорм имеет некоторые нюансы, связанные с термической обработкой и последующей варкой и включает в себя: подготовку сырья; измельчение; промывку; первичное тепловое воздействие; вторичное измельчение; варку в котле; охлаждение и прессование; смешивание с добавками; гранулирование; фасовку и упаковку.

Для переработки непищевых мясных отходов в вареный комбикорм используется различное оборудование, включая КСИ, «Эквакукер», вакуумные котлы и другие установки, а также технологические линии для переработки слизистых субпродуктов, такие как РЗ-ФВТ-1 (Россия), «Альфа-Лаваль» (Швеция), «Титан» (Дания), «Ленинград» (Россия), КСИ (Канада) и другие. Это оборудование предназначено для крупных предприятий и отличается высокой энергоемкостью. По результатам анализа существующего оборудования выявлено, что энергозатраты составляют 3 кВт·ч/кг, а расход пара достигает 1200 кг/т, что делает такое оборудование малоэффективными в плане энергопотребления [1–3]. Для фермерских хозяйств, требуется оборудование с более низким уровнем энергозатрат и меньшей мощностью.

Эту проблему можно решить при помощи разработки энергоэффективной СВЧ установки для фермерских хозяйств, обеспечивающей качественную термообработку, обеззараживание и устранение неприятного запаха вторичного мясного сырья, с использованием замедляющей системы для оптимизации нагрева и снижения энергозатрат.

Нами разработана СВЧ-установка с коаксиальным спиральным резонатором (рисунок 1), предназначенная для термообработки вторичного мясного сырья в непрерывном режиме (патент № 2829166), она включает цилиндрический корпус *2* с перфорированным основанием *7*. Внутри корпуса соосно размещён неферромагнитный спиральный цилиндр *4* (замедляющая система), а также винтовой шнек 5 из фторопласта, снабжённый электроприводом. К внутренней стороне кольцевого основания цилиндра, с небольшим радиальным сдвигом, прикреплены неферромагнитные коронирующие щётки *13*. Под щётками радиально располагаются электрогазоразрядные лампы *12*, подключённые к генераторам надтональной частоты. Ниже ламп установлена керамическая кольцевая сферическая поверхность *11* [4].

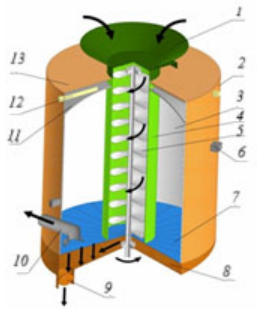


Рисунок 1 – СВЧ-установка с коаксиальным спиральным резонатором:
1 – неферромагнитная загрузочная емкость; *2* – неферромагнитный наружный цилиндр; *3* – неферромагнитный коаксиальный резонатор; *4* – неферромагнитный внутренний спиральный цилиндр; *5* – электроприводной фторопластовый шнек; *6* – магнетроны с волноводами и вентиляторами; *7* – нижнее перфорированное основание; *8* – неферромагнитная накопительная емкость; *9* – запредельный волновод с шаровым краном; *10* – диэлектрическая труба пневмотранспортера; *11*– керамическая кольцевая сферическая поверхность; *12* – электрогазоразрядные лампы; *13* – неферромагнитные коронирующие щетки

Реализованная спиральная замедляющая система, выполнена из алюминиевого провода, навитого радиусом *r* (6,5 см) с постоянным шагом намотки *h* (2,5 см). Проводимость такого спирального цилиндра бесконечна в направлении витков спирали и равна нулю в перпендикулярном направлении.

Замедление волн в такой спирали не зависит частоты ω волны и определяется только геометрическими параметрами, а именно отношением длины одного витка спирали 40,82 см к шагу намотки h = 2,5 см.

Тангенс угла β рассчитываем по формуле (1)

$$\mathrm{tg}\beta = \frac{b}{a} = \frac{2\pi r}{h} = \frac{6,28 \cdot 6,5}{2,5} \approx 16,3, \quad (1)$$

где a, b – стороны треугольника (развертки витка);

r – радиус навитой замедляющей системы, см, r = 6,5 см;

h – шаг намотки, см, h = 2,5 см.

β рассчитаем по формуле (2)

$$\beta = \mathrm{arctg}\ 16,3 = 86°. \quad (2)$$

Угол между направлением витков и продольной осью неферромагнитной спирали z рассчитаем по формуле (3):

$$\alpha = 90° - \beta = 90° - 86° = 4°. \quad (3)$$

Коэффициент замедления волн, рассчитаем по формуле (4)

$$m = \frac{1}{\sin\alpha} = \frac{1}{\sin 4^\circ} = \frac{1}{0,07} \approx 14. \quad (4)$$

Вдоль проводника спирали волна распространяется со скоростью света, а в направлении ее продольной оси фазовая скорость будет рассчитываться по формуле (5):

$$\vartheta_ф = \frac{c}{m} = \frac{3 \cdot 10^8}{14} = 21428571 \text{ м/с}. \quad (5)$$

Замедление электромагнитной волны в СВЧ-диапазоне играет ключевую роль в повышении эффективности технологических процессов, связанных с использованием микроволновой энергии.

Благодаря увеличению пути прохождения волны, замедляющие системы позволяют:

1)увеличивать время взаимодействия волны с материалом, что способствует более эффективной передаче энергии;

2) сокращать длину волны, что обеспечивает лучшее взаимодействие с мелкими структурами, такими как молекулы или частицы, и улучшает процессы термообработки и стерилизации;

3) повышать эффективность нагрева, так как замедленные волны интенсивнее взаимодействуют с молекулами материала, ускоряя процессы нагрева;

4) концентрировать энергию в определённых областях пространства, что повышает производительность и эффективность работы установки;

5) управлять направлением распространения волн, что расширяет возможности применения микроволновой энергии.

Таким образом, замедляющая система, основанная на неферромагнитном спиральном цилиндре, позволяет формировать и направлять медленные электромагнитные волны, фазовая скорость

которых значительно ниже скорости света. Это обеспечивает улучшение управления энергией и её эффективное использование в различных технологических процессах.

Опытный образец СВЧ установки с коаксиальным резонатором, где внутренний цилиндр представлен в виде неферромагнитной спиральной замедляющей системы, приведен на рисунке 2.

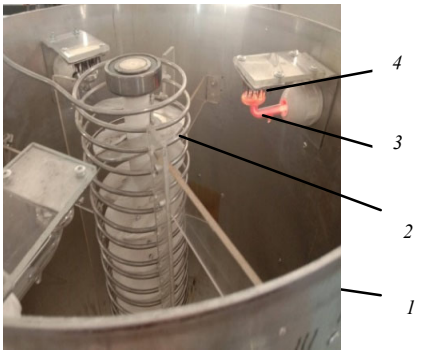


Рисунок 2 – СВЧ установка со спиральной замедляющей системой для термообработки слизистых субпродуктов в непрерывном режиме:
1 − наружный неферромагнитный цилиндр; *2* – внутренний спиральный цилиндр; *3* – газоразрядная лампа; *4* – коронирующие иглы

Технические характеристики приведены в таблице.

Таблица – СВЧ установка с коаксиальным резонатором для термообработки с обеззараживанием рубца КРС в непрерывном режиме

Наименование	Параметры
Производительность установки, кг/ч	16
Мощность магнетронов LG 2M246-L01, кВт (3 шт. по 850 Вт)	2,55
Мощность источников надтональной частоты (22 кГц), кВт (3 шт.)	0,12
Мощность электропривода винтового шнека, кВт	1,5
Мощность спирального шнека, кВт	0,2
Мощность вентиляторов для охлаждения магнетронов, кВт (3 шт.)	0,09
Общая мощность установки, кВт	4,46
Энергетические затраты, кВт·ч/кг	0,278

По результатам микробиологического исследования вареного корма в ГБУ НО «Государственное ветеринарное управление Княгининского муниципального округа «Княгининская межрайонная ветеринарная лаборатория», в соответствии с гигиеническими требованиями безопасности и пищевой ценности, проведенного по стандартной методике, учитывая **ГОСТ 31674-2012,** ГОСТ 18157-88, СанПиН

2.3.2.1078-01 и правилами бактериологического исследования кормов утв. ГУВ МСХ СССР 10.06.1975 г. можно сделать вывод о снижении общего микробного числа сырья с $3{,}2 \times 10^4$ КОЕ/г до $1{,}1 \times 10^4$ КОЕ/г.

Можно сделать вывод о том, что высокая напряженность электрического поля в резонаторе обеспечивает снижение патогенной микрофлоры, что увеличивает срок хранения продукта.

Список использованной литературы

1. Воронов, Е. В. Обоснование конструкции резонаторов, предназначенных для термообработки вторичного мясного сырья / Е. В. Воронов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2024. – № 2 (106). – С. 176−185. https://doi.org/10.37670/2073-0853-2024-106-2-176-185.

2. Воронов, Е. В. СВЧ установки для термообработки слизистых субпродуктов жвачных животных / Е. В. Воронов [и др.] // Сельский механизатор. – 2024. – № 2. – С. 26−28.

3. Воронов, Е. В. Сравнительный анализ СВЧ установок для термообработки непищевого мякотного сырья воздействием электрофизических факторов / Е. В. Воронов [и др.] // Аграрная наука. – 2024, – 381 (4). – С. 123–131. https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-381-4-123-131.

4. Патент № 2829166 РФ, МПК C0F11/08. СВЧ установка с коаксиальным спиральным резонатором для термообработки вторичного мясного сырья в непрерывном режиме / Воронов Е. В. [и др.] / заявитель и патентообладатель НГИЭУ (RU). – № 2023127788, заявл. 27.10.2023. Бюл. № 30 от 24.10.2024. – 20 с.

Summary. The high electric field strength in the resonator ensures a reduction in pathogenic microflora, which increases the shelf life of the product.

УДК 631.333–189.2

Жешко А.А., кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник
РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ВЫСОКОТОЧНОГО ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

Аннотация. Рассмотрены особенности конструкции технических средств для высокоточного внесения твердых минеральных удобрений.

Annotation. The design features of technical means for high-precision application of solid mineral fertilizers are considered.

Ключевые слова. Накопительная емкость, бункер, подающее устройство, распределяющий рабочий орган, выравниватель потока удобрений.

Keywords. Storage tank, hopper, feeding device, distributing working body, fertilizer flow equalizer.

Выпускаемые в настоящее время технические средства для внесения минеральных удобрений должны не только качественно распределять их по поверхности поля, но также иметь возможность отработать весь амортизационный срок с минимальными затратами труда и денежных средств на проведение технических обслуживаний и ремонтов. По этой причине перед постановкой на серийное производство конструкция машин должна быть тщательно проработана.

Для повышения надежности основных элементов машин для внесения удобрений у завода-изготовителя должна иметься достоверная информация об эксплуатационных показателях и количествах отказов базовых узлов и механизмов. Наличие подобной информации при постановке на производство позволит точно спрогнозировать потребность в определённых узлах и исключить возможный дефицит запасных частей в процессе эксплуатации.

На рисунке 1 представлена поэлементная схема машины для внесения удобрений в наиболее общем виде. Динамическая модель представлена на рисунке 2.

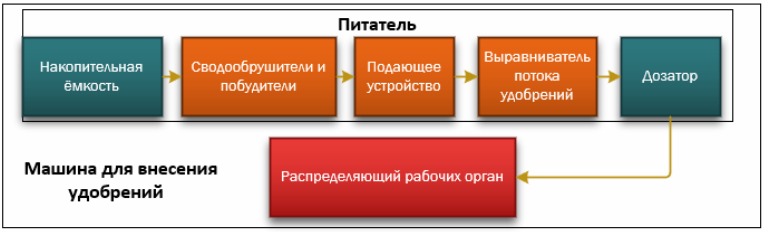


Рисунок 1 – Поэлементная схема машины для внесения удобрений

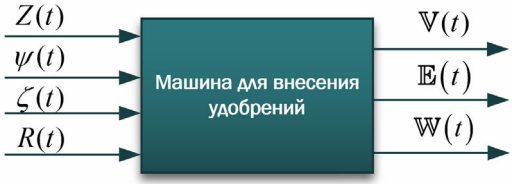


Рисунок 2 – Динамическая модель машины для внесения удобрений

Разбрасыватель удобрений всегда имеет накопительную емкость, которая в зависимости от агрегатного состояния удобрений может представлять собой цистерну для жидкости, либо кузов для сыпучих видов удобрений. Основными характеристиками накопительных емкостей являются геометрические параметры и вместительность [1].

Также важнейшим элементом машин для внесения удобрений выступает дозатор, который предназначен для регулируемой подачи потока жидких либо твердых минеральных удобрений к рабочим органам.

Вспомогательными элементами машин для внесения удобрений являются сводообрушители и побудители, которые сводят к минимуму зависание и сводообразование в накопительных емкостях, застой сыпучего материала в мертвых зонах. В некоторых машинах для внесения удобрений, оборудованных цепочно-планчатыми транспортерами, применяются выравнивающие устройства, позволяющие снизить неравномерность подачи удобрений на распределяющие рабочие органы [2, 3].

Важным конструктивным элементом является подающее устройство. Данный элемент присутствует не у всех машин. Например, в навесном разбрасывателе штанговом для внесения подкормочных доз твердых минеральных удобрений РШУ-18 (рисунок 3) материал самотеком подаются из бункера в загрузочную горловину штанги, таким образом бункер в совокупности с туконаправителем образует гравитационный тип питателя. Полуприцепные разбрасыватели, например машина МШВУ-18, требует наличия специального устройства, которое перемещает материал из кузова к штанговым распределяющим рабочим органам. В машине для внесения жидких удобрений в качестве подающего устройства используются напорный трубопровод, для раздельной подачи порции жидких удобрений используется делитель потока.

Наиболее важными конструктивными элементами, от которых напрямую зависит качество внесения удобрений являются распределяющие рабочие органы. На машинах РШУ-18 и МШВУ-18 используются высокоточные распределяющие рабочие органы штангового типа для внесения твердых сыпучих минеральных удобрений, на машине МПВУ-16 рабочие органы для внутрипочвенного внесения и заделки удобрений [4].

Рисунок 3 – Навесной разбрасыватель штанговый
для внесения подкормочных доз твердых минеральных удобрений

В соответствии со схемой, представленной на рисунке 1, машина для внесения минеральных удобрений в нормальных условиях эксплуатации представляет собой динамическую систему, которая функционирует в условиях постоянно изменяющихся внешних воздействий. В вероятност-

но-статистическом смысле внешние факторы, оказывающие влияние на технологические, энергетические и прочностные характеристики машин являются случайными величинами.

Для того, чтобы выявить взаимосвязь входных и выходных переменных, а также определить характер их протекания необходимо составить расчетную схему машины для внесения удобрений. Внешними воздействиями являются внешние управляющие воздействия и возмущения, например силы и их моменты, ускорения и перемещения. Эти составляющие приложены к различным точкам агрегата и вызваны такими факторами как сопротивление почвы $Z(t)$, сопротивление перекатыванию $\psi(t)$, колебания от трактора $\zeta(t)$, физико-механические свойства удобрений $R(t)$.

Выходными являются параметры определяющие энергетические характеристики $E(t)$ и качественные показатели работы машин химизации $V(t)$ и производительность машинно-тракторного агрегата $W(t)$.

Заключение. Представленная поэлементная схема машины для внесения удобрений позволяет выявить наиболее значимые внутренние и внешние воздействия, а также элементы конструкции машин для разработки имитационных моделей процесса внесения удобрений с учетом конкретных производственных условий.

Список использованной литературы

1. Степук, Л. Я. Недобор и потери урожая как следствие наличия проблем в сфере технического обеспечения сельского хозяйства / Л. Я. Степук [и др.] // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии : сб. ст. – УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия». – Горки, 2017. – № 2. – С. 132–136.

2. Kaplan, J. Unevenness of Fertilizer Distribution and determination of the Application Rate / J. Kaplan, J. Chaplin. – Proceedings of the 4-th International Conference on Precision Agriculture. – St. Paul, MN, USA. – 1998. – P. 943–952.

3. Краснов, В. П. Исследование эксплуатационных условий работы разбрасывателей удобрений с целью их физического моделирования : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / В. П. Краснов : Всесоюзный научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства ВИМ. – Москва, 1970. – 325 с.

4. Степук, Л. Я. Стратегия механизации внесения удобрений / Л. Я. Степук [и др.] // Механизация, энергетика и автоматизация. – Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь. – 1999. – № 1. – 85–88.

Summary. The design features of technical means for high-precision application of solid mineral fertilizers are considered. The presented element-by-element scheme of the fertilizer application machine makes it possible to identify the most significant internal and external impacts, as well as machine design elements for developing simulation models of the fertilizer application process, taking into account specific production conditions.

УДК 636.4.084

Выгузов М.Е.[1], аспирант[1]; **Ковалева Т.М.[1],** аспирант;
Ведищев С.М.[1], доктор технических наук, профессор;
Коновалов В.В.[2], доктор технических наук, профессор;
Ложкина Е.Б.[1], аспирант
[1]*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, Российская Федерация*
[2]*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет», г. Пенза, Российская Федерация*

ОБОСНОВАНИЕ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ СМЕСЕОБРАЗОВАНИЯ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ КОРМОВ

Аннотация. Определены критерии оценки эффективности работы кормосмесителя. Приведена структурная схема функционирования участка смесеобразования концентрированных кормов. Показаны факторы, влияющие на процесс смешивания. Даны решения, положенные в основу конструктивно-технологической схемы смесителя.

Abstract. Criteria for assessing the effectiveness of the feed mixer are determined. The structural diagram of functioning of the concentrated fodder mixture formation area is presented. Factors affecting the mixing process are shown. Solutions used as the basis for the design and process diagram of the mixer are given.

Ключевые слова: модель, смеситель, схема, фактор, эффект.

Key words: model, mixer, circuit, factor, effect.

Для повышения продуктивности сельскохозяйственных животных и снижения расхода кормов требуется обеспечить животное необходимым количеством питательных веществ. Для этого зоотехнической службой составляется рацион кормления, а инженерная служба организует техническими средствами подготовку и приготовление полнорационной смеси из кормовых компонентов, обеспечивая пропорции между отдельными видами кормов в соответствии с рецептом смеси [1].

Нормами НТП-АПК 1.10.16.001-02 регламентируется точность дозирования компонентов в зависимости от вида кормов, подвергаемых замеру, а критерием равномерности распределения частиц кормов в объеме смеси является ее (однородность) равномерность [2, 6]. Требованиями СТО АИСТ 19.2-2008 надлежит определять неравномерность смеси как коэффициент вариации содержания контрольного (меньшего) компонента в смеси [3].

Насколько точно расходуются корма определяется точностью дозаторов. Весовые дозаторы по сравнению с объемными позволяют точнее отмерять порции кормов, что предотвращает перерасход корма. Дозаторы непрерывного действия по сравнению с порционными

дозаторами имеют большую погрешность. Поэтому предпочтительно использовать дозаторы порционные, весовые, которые выпускаются широко промышленностью как в универсальном, так специальном исполнении. В таком случае, имеется перспективность применения смесителей периодического действия. В случае наличия активной внутренней циркуляции компонентов смеси в смесителе обеспечится ускорение распределения компонентов по объему смеси, что позволит снизить энергозатраты на образование смеси.

Как результат сказанного, имеется возможность создания графической модели, отражающей логический анализ рабочего процесса смесеобразования для участка смешивания компонентов технологической линии приготовления кормосмеси на основе функциональной схемы участка смесеобразования концентрированных кормов (рисунок 1) при использовании смесителей периодического действия с организованным циркуляционным потоком.

На процесс смешивания оказывает влияние большое количество факторов [4, 5], условно состоящих из следующих групп (рисунок 2):

- Физико-механические свойства компонентов смеси: гранулометрический состав компонентов; коэффициенты внутреннего и внешнего трения; соотношение смешиваемых компонентов; объемные массы компонентов и ряд других;
- Конструкция и режим работы смесителя: коэффициент заполнения, скорость и характер движения компонентов внутри смесителя и ряд других;
- Способ смешивания: смешивание в «кипящем слое»; пересыпание и т.д.

Приоритетными являются свойства смешиваемых компонентов, затем определяется способ смешивания, а затем конструкция и режим работы смесителя.

Полученная математическая модель, учитывающая сложность процесса, многокомпонентность смеси, качество готового комбикорма, позволяет разрабатывать оптимальные режимы смешивания сыпучих компонентов при приготовлении кормосмеси.

Эффективная работа смесителя определяется требованиями [3]

$$\begin{cases} Q_{\phi} \geq Q_{mp}, \\ \nu_{\phi} \leq [\nu_{зоот}], \\ N_{уд} \rightarrow \min \end{cases} \quad (1)$$

где $Q_{\text{а}}$, Q_{mp}, – фактическая и требуемая производительность смесителя соответственно, кг/с;

ν_{ϕ}, $[\nu_{зоот}]$ – фактическая и зоотехническая неоднородность смеси, %;

$N_{yд}$ – удельные энергозатраты на процесс смешивания, Вт·кг/с.

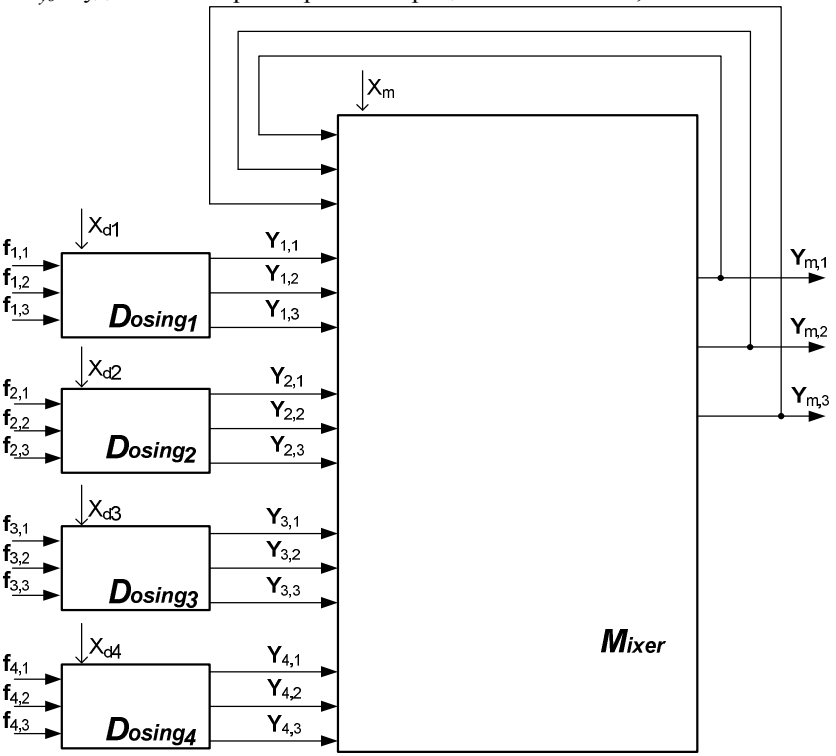


Рисунок 1 – Структурная схема функционирования участка смесеобразования концентрированных кормов (на примере 4-х компонентов): Dosing – дозатор соответствующего компонента смеси; Mixer – смеситель; f_1, f_2, f_3, f_4 – обобщенные статистические показатели, характеризующие гранулометрический состав компонентов смеси (1,2,3,4 –компоненты смеси по рецепту смеси и их физико-механические свойства); Xd_1, Xd_2, Xd_3, Xd_4,– обобщенные значения внутренних факторов дозирующих устройств; X_m – обобщенные значения внутренних факторов смесителя; $Y_{j,i=1}$ – производительность (массовая подача) i-го компонента, поступающего с j-го устройства дозирования на смешивание, $Y_{j,i=2}$ – отклонение от заданного значения подачи дозатора, $Y_{j,i=3}$ неравномерность подачи дозатора; $Y_{m,1}$ – доля компонента в смеси; $Y_{m,2}$ – отклонение доли компонентов от рецепта в смеси; $Y_{m,3}$ – качество смеси (неравномерность смешивания /коэффициент вариации/); при этом обобщенные показатели, характеризующий энергоемкость Y_e, материалоемкость Y_m и надежность Y_n системы технических средств в структурную схему условно не введены

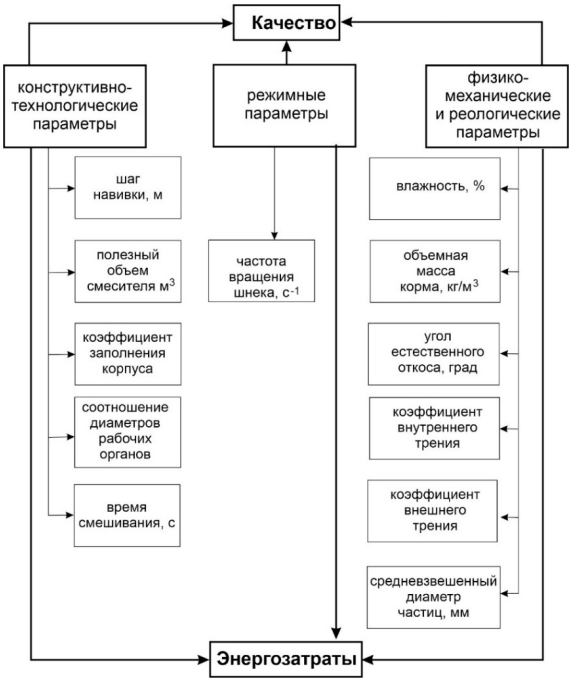


Рисунок 2 – Структурная схема модели

В основу конструктивно-технологической схемы кормосмесителя были положены следующие решения:

- для смешивания применяется комбинированный шнеково-ленточный рабочий орган, загрузочная и выгрузная части которого соединены активным каналом обратного хода;

- комбинированный шнеково-ленточный рабочий орган состоит из чередующихся витков шнековой и ленточной навивок, имеющие следующие размеры: внешний диаметр шнековой и ленточной навивок – D_2; внутренний диаметр шнековой навивки – D; внутренний диаметр ленточной навивки – $D_1 = D_2 - \left(\frac{D - D_2}{3}\right)$, шаг шнековой и ленточной навивок – $S_{ш1} = D_2$;

- внутри канала обратного хода установлен дополнительный комбинированный шнеково-ленточный рабочий орган с валом и чередующимися витками шнековой и ленточной навивок имеющие следующие размеры: внешние диаметры шнековой и ленточной навивок– d_2; внутренний диаметр шнековой навивки – d; внутренний диаметр

ленточной навивки – $d_1 = d_2 - \left(\frac{d - d_2}{3}\right)$; шаг шнековой и ленточной навивок – $S_{ш2} = \frac{d_2}{2}$;

- в конце комбинированного шнеково-ленточного рабочего органа закреплены лопасти перегрузчика.

Список использованной литературы

1. Комбикорма, корма, кормовые добавки, биологически активные вещества, рационы, качество, безопасность / Пономаренко Ю.А., Фисинин В.И., Егоров И.А. – Минск – Москва, 2020. – 764 с. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44036694.

2. Нормы технологического проектирования кормоцехов для животноводческих ферм и комплексов (НТП-АПК 1.10.16.001-02). – М.:2002. – 170 с.

3. Сельскохозяйственная техника. Машины и оборудование для приготовления кормов. Порядок определения функциональных показателей (СТО АИСТ 19.2-2008). – Мн: Минсельхозпрод, 2010. – Введ. 10.12.2010г. – 48 с.

4. Хольшев Н.В. Совершенствование технологического процесса приготовления сухих рассыпных кормосмесей шнеколопастным смесителем : диссертация ... кандидата технических наук : 05.20.01; Хольшев Николай Васильевич. – Тамбов, 2015. – 209 с.

5. Макаров, Ю.И. Аппараты для смешивания сыпучих материалов [текст] / Ю.И. Макаров. – М.: «Машиностроение», 1973. – 215 с.

6. Китун, А. В. Проектирование перспективных механизированных процессов в животноводстве : учебное пособие для студентов вузов второй ступени (магистратура) по специальностям "Техническое обеспечение производства сельскохозяйственной продукции", "Технический сервис в АПК", "Техническое обеспечение хранения и переработки сельскохозяйственной продукции" / А. В. Китун, В. И. Передня, Н. Н. Романюк ; Минсельхозпрод РБ, БГАТУ. – Минск : БГАТУ, 2020. – 123 с.

Summary. The criteria for evaluating the effectiveness of the feed mixer are defined. A structural diagram of the functioning of the concentrated feed mixing site is given. The factors influencing the mixing process are shown. The solutions underlying the design and technological scheme of the mixer are given.

УДК 631.531.011.3:53

Городецкая Е.А., кандидат технических наук, доцент
Институт повышения квалификации и переподготовки кадров АПК учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ТЕХНИЧЕСКАЯ УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕПАРИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Аннотация. С целью реализации и использования в пищевых продуктах в качестве важной функциональной добавки качественных семян, необходимо иметь

чистые и размерно выравненные плоды, что редко достижимо на применяющемся оборудовании. Обсуждена научная и практическая значимости исследований. Статья рассчитана на специалистов семеноводства, растениеводства, инженерно-технических специалистов АПК: преподавателей, студентов, магистрантов и аспирантов агротехнического профиля.

Abstract. In order to sell and use highquality seeds in food as an important functional additive, it is necessary to have clean and uniformly sized fruits, which is rarely achievable with the equipment used. The scientific and practical significance of the research is discussed. The article is intended for specialists in seed and crop production, engineering and technical specialists of the agro-industrial complex, teachers, students, undergraduates and graduate students of agrotechnical profile.

Ключевые слова. Семена, хранение, электрические сепараторы, новые пищевые продукты, готовность к функционированию, импортозамещение, Республика Беларусь.

Keywords. Seeds, storage, electric separatorr, functional readiness, maintainability, import substitution, Republic of Belarus.

Пищевая отрасль каждой страны является заключительным этапом в обеспечении безопасности и независимости, ведь продовольствие стало мощным рычагом внутренней политики и внешних доходов валюты. Семена же всегда считались самым надежным гарантом жизни. Беларусь привлекает не просто туристов, а, в некотором смысле, потребителей – которые открывают для себя новые вкусы, сбалансированные и разнообразные продукты и разносят рекламу нашей стране. Многие новые и функциональные изделия появились, благодаря старым рецептам с использованием семян или их смесей. Поэтому обработать к хранению и использованию собранные семена – важная проблема, учитывая известны реальные убытки от хранения любых продуктов. Недостаточно собрать и просушить семена, необходима их тщательная очистка и отделение всего, что снижает их качество (органические примеси, минеральные включения и сорняки). Работает комплекс машин и приспособлений, весьма успешных, но лишь немногие используют электротехнологии, когда самые сложные операции мы предлагаем выполнить электрическому току. Всевозможные электромагнитные воздействия повышают не только витальность семян и растений, но и обеззараживают поверхность, незначительно подсушивают. Таким образом, увеличивают выход полноценных семян для дальнейшего использования. Мы уже писали о преимуществах электротехнологий в обращении с семенами разных кондиций – посевными и продовольственными: это получение дополнительных объемов урожая (до +10–12 %); снижение инфекционной обсеменности поверности; всеобъемливающее улучшение поведения семян в поле [1, 2]. Мы наблюдали ускорение жизненного цикла твердокаменных культур и снижение выпадов сеянцев, отмечали минимизацию отходов, облегчение работы высе-

вающих агрегатов и всеобъемливающую экономию материальных ресурсов. Это экологичный способ, открывающий возможности точного и цифрового земледелия.

Предлагаемые нами сепараторы, использующие переменное электрическое поле на вращающемся цилиндрическом рабочем органе, показали себя на выделении из пересыпающихся мелкодисперсных смесей нужных семян, частиц с получением фракций гарантированного качества и нужных свойств [2, 3]. В многолетних наших работах показано их технологическое преимущество на операции очистки семян после обмолота, подготовке их либо к закладке на хранение, либо для использования в растениеводстве, и работы продолжаются с целью практического внедрения.

Наши исследования охватили широкий перечень культур – от мелкосемянных – до зерновых и твердокаменных, от хозяйственно-полезных – до редких и лишь проходящих интродукцию в Беларуси. Да, мы обнаружили некоторые недостатки в устройстве сепараторов, но задачи решались доработками, исследованиями приспособлений и доведением конструкции до нужных показателей – отсутствия взаимного подсора фракций, что является качественным показателем электрической сепарации. Чистота получаемых фракций семян – главная задача любого разделения, очистки и калибрования. Цели исследования успешно достигались. Семена нужно было извлечь из обмолоченного вороха, включающего семена культуры и минеральные и органические примеси. Разделение реализовывали многими устройствами механического просеивания, магнитного улавливания, просто электрический сепаратор – убедились в их высокой производительности, но результат оставлял желать большего. Именно поэтому всевозможными ТНПА допускается незначительные примеси как допустимый риск пищевого продукта (ядро фундука или арахиса часто идет с оболочкой, даже измельченное).

Диэлектрические сепараторы отделяют даже от мелких семян частички сора, крупные и мелкие примеси, пыль, мы подтверждали это нашими предыдущими исследованиями [2, 3] их высокую техническую эффективность и технологическую готовность, простоту в обслуживании и дешевизну в изготовлении. Следует еще раз подчеркнуть, что диэлектрические сепарирующие устройства монтируются из отечественных узлов, надежность ременной передачи можно повысить облегченным прямым зацеплением, электрический выпрямитель выполняется на маленьком плато, минимальный набор автоматики, подача и отбор материала организуются в соответствии с потребностями эксплуатации, но работа на просеивании может организовываться непрерывной. Они легко встраиваются в технологическую линию или между собой.

Следует отметить, что выпуск на любом электромеханическом заводе или участке Республиканского объединения «Белагросервис» таких ди-

электрических сепараторов создало бы новые рабочие места, а обучение эксплуатации и обслуживанию станет повышением компетенций работников сельскохозяйственных организаций [4].

Заключение. Нашими исследованиями выработаны рекомендуемые диапазоны напряжения на рабочем органе для широкого перечня сельскохозяйственных и ботанических культур. Мы рассматривали очистку семян от примесей, хотя следует обязательно учитывать их прайминг. Применение технологического комплекса сепараторов обеспечивает устойчивый ежегодный экономический эффект, однозначно повышается эффективность использования сеялок при точечной культуре растениеводства.

Полученными после сепаратора семенами мелкосемянных зеленных культур можно улучшать рецептуру многих основных продуктов, восполняя все растущий дефицит биологически активных веществ в питании. Указание таких ингридиентов в маркировке продукции – это получение не только многофункциональных продуктов, но и незаменимые экспортные наименования. Изучение физических явлений, сопровождающих друг друга на рабочем органе сепаратора, это фундаментальные научно значимые исследования.

Список использованной литературы

1. Городецкая, Е. А. Электрофизические методы для улучшения качества семян сельскохозяйственных культур / Е. А. Городецкая, Ю. К. Городецкий, Е. Т. Титова / Сборник научных трудов Гродненского государственного аграрного университета «Сельское хозяйство – проблемы и перспективы (Агрономия) ; под ред. В. К. Пестис. – Гродно. – 2019. – Том 45.

2. Городецкая, Е. А. Некоторые аспекты методики создания диэлектрических сепарирующих устройств для улучшения качества семян / Е. А. Городецкая, Ю. К. Городецкий, Е. Т. Титова / Сборник научных трудов Гродненского гос. аграрного унив. «Сельское хозяйство – проблемы и перспективы» ; под ред. академика В. К. Пестиса. – Т. 59 (Агрономия). – 2022. – С. 28–36.

3. Диэлектрический сепаратор для получения чистой фракции семян пряноароматических растений : пат. 22195 Респ. Беларусь, МПКВ03С7/02, А01С1/00 / Е.А. Городецкая [и др.] ; заяв. Белор. гос. аграрн.-технич. ун-т. – № а2000170003 ; заявл. 04.01.17 ; опубл. 30.10.18 // Афіцыйны бюл. – 2018. – № 5. – С. 58–59.

4. Городецкая, Е. А. Техническая готовность ДСУ к эксплуатации / Е. А. Городецкая, И. Г. Хоровец // Материалы МНПК «Современные проблемы и пути развития технического сервиса в АПК», ФТС, 5–6.06.2024. – С. 150–155.

Summary. We considered cleaning the seeds from impurities, although it is necessary to take into account their priming. The use of a technological complex of separators ensures a stable annual economic effect, and the efficiency of using seeders in point crop production is clearly increased. The seeds of small-seeded green crops obtained after the separator can improve the formulation of many basic products, making up for the growing shortage of biologically active substances in the diet. Specifying such ingredients in product labeling means obtaining not only multifunctional products, but also irreplaceable export names.

UDC 628.16

Muhammad Bello Garba;
Yahaya Isah Shehu
Shehu Shagari University of Education, Sokoto, Nigeria

DESIGN AND FABRICATION OF HYBRID DC BATTERY-SOLAR POWERED RECHARGEABLE IRRIGATION WATER PUMPING DEVICE FOR NIGERIAN SMALL-HOLDER FARMERS

РАЗРАБОТКА ГИБРИДНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПЕРЕКАЧКИ ВОДЫ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ С ПИТАНИЕМ ОТ БАТАРЕИ ПОСТОЯННОГО ТОКА И СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ МЕЛКИХ ФЕРМЕРОВ НИГЕРИИ

Abstract. Irrigation is a well-established procedure on many farms and is practiced on various levels around the world. It allows diversification of crops, while increasing crop yields. Typical irrigation systems consume a great amount of conventional energy through the use of electric motors and generators powered by fuel. Nigeria faces water scarcity and high operational costs for traditional irrigation systems, hindering agricultural productivity while the price of conventional fossil fuel is skyrocketing on daily basis. However, the use of solar pumping machine for irrigation purposes in Nigeria is becoming a cost-effective and sustainable option for irrigation, particularly in remote and off-grid areas. However, these systems also have their challenges, such as high initial costs, maintenance and repairs, limited access to spare parts, lack of government policies and regulations, lack of technical expertise, lack of financing options and social acceptance. To reduce some of these challenges, a portable DC-battery or solar-powered water pumping system was designed, fabricated, and tested to evaluate its efficiency. Using the solar generation factor for Nigeria, detailed calculations were carried out to obtain the design parameters to fabricate device's components. The device was tested for performance by determining its volume flow rate. The results of two separate experiments obtained show that a flow rate of 20.44 l/min. was realised compared to conventional fuel pump of 20. 34 l/min. to irrigate a hectare of land using 0.4kW pump. Hence, the results obtained demonstrated the functionality and feasibility of the pilot system operation in the region. Consequently, the system produced is reliable, safe, and can be operated with low maintenance cost as a portable device to pump water to irrigate crops.

Keywords. Irrigation, water pumping device, hybrid, solar.

INTRODUCTION

Solar energy is the most abundant source of energy in the world. Solar power is not only an answer to today's energy crisis but also an environmental friendly form of energy. Photovoltaic (PV) generation is an efficient approach for using the solar energy. Solar panels (an array of photovoltaic cells) are now extensively used for running street lights, for powering water heaters and to

meet domestic loads. The cost of solar panels has been constantly decreasing which encourages its usage in various sectors. One of the applications of this technology is used in irrigation systems for farming. Solar powered irrigation system can be a suitable alternative for farmers in the present state of energy crisis in India. This is green way for energy production which provides free energy once an initial investment is made [1].

Today the generation is heading towards ultra-technologies. Water pumping has a long history; so many methods have been developed to pump water. People have used a variety of power sources, namely human energy, animal power, hydro power, wind, solar and fuels such a diesel for small generators.

The most common pumps used in remote communities are:

i) Hand pumps;

ii) Direct drive diesel driven borehole pumps;

iii) Electric submersible pumps with diesel generator;

iv) Solar submersible pumps.

MATERIALS AND METHOD

Design Consideration and Materials Selection

Design calculations

Extra-terrestrial Radiation

The extra-terrestrial radiation (Ra) is the incident radiation outside the earth's atmosphere and it was obtained using the relation [2] as:

$$Ra = \frac{24(60)}{\pi} Gsdr[WsSin(\varphi)Sin(\delta) + Cos(\varphi)Cos(\delta)Sin(Ws)]$$

The latitude (φ) is positive for the northern hemisphere and negative for the southern hemisphere [2]. The conversion from degrees to radians was achieved using the relation [2, 3] as:

$$Latitude\ [radians] = \frac{\pi}{180}\ [decimal\ degrees]$$

The inverse relative distance earth-sun (dr) was calculated with the relation [2, 3]:

$$dr = 1 + 0.033\ cos\left[\frac{2\pi}{365} J\right]$$

J = day of the year between 1 (1st January) and 365 / 366 (31st December) as the case may be.

The solar declination (δ) is the angular distance of the sun north or south of the earth's equator. It is measured in radians and obtained from the relation [2, 4] below:

$$\delta = 0.409Sin\left[\frac{2\pi}{365}J - 1.39\right]$$

The sunset hour angle (Ws) is the angle for which the sun's rays are parallel to the horizon. It is given as [2, 5]:

$$Ws = arccos\left[-tan(\varphi)tan(\delta)\right] = arccos\left[\frac{sin(\varphi)sin(\delta)}{cos(\varphi)cos(\delta)}\right]$$

Evapotranspiration

Evapotranspiration (ET) is the sum of evaporation from the land surface plus transpiration and plant transpiration from the Earth's land and ocean surface to the atmosphere [6, 7]. Reference evapotranspiration (ET0) is the evapotranspiration rate of a short green crop (grass/alfalfa), completely shading the ground, of uniform height and with adequate water status in the soil profile [7]. Alfalfa at full cover was considered as the reference plant and its evapotranspiration was obtained using the Hargreaves method expressed as [8]:

$$ET_o = 0.0023(T_{min} + 17.8)(T_{max} - T_{min})^{0.5}Ra$$

Where: Tmean, Tmax, and Tmin are Average Mean, Maximum and Minimum temperatures respectively.

The Crop Evapotranspiration/Consumptive Water Use (ETc)

It's defined as the evapotranspiration from disease-free, well fertilized crops, grown in large fields, under optimum soil water conditions, and achieving full production under the given climatic conditions [7] and it's represented as [2]:

$$ET_c = Kc * ET_o$$

Where: Kc and ETc denote crop constant and crop evapotranspirations respectively.

With Alfalfa as the reference crop, at full cover, the Kc for pepper and tomatoes are: 0.71 and 0.66 respectively [7].The obtained daily consumptive water use by the crops are as indicated in table 4.1.

The Required Flow Rate

The required flow rate (Q) was obtained using the relation [8]:

$$Q = \frac{V}{t}\ [m^3/s]$$

The Total Dynamic Head

It is the total equivalent height that a fluid is to be pumped; taking into account, friction losses in the pipe **a**nd it is expressed by the relation [9] as:

$$TDH = Static\ Height + Static\ Lift + Friction\ Loss$$

The Hydraulic Power

It's the power required for lifting a volume of water through a given head and it's given as [10]:

$$P_h = \rho gQH$$

Electrical Energy Required

This is the energy required by the motor to drive the pump. It is expressed as [11]:

$$P_e = \frac{Hydraulic\ energy}{Subsystem\ Efficiency} = \frac{Ph}{\eta}$$

η = converter (0.95) motor (0.7) x pump (0.6) x piping (0.90) [11]

Size of the Solar PV generator

The size of the PV generator is estimated from the expression [1] as:

$$PV\ wattage = \frac{Electric\ Energy\ Requirement}{PV\ Energy\ loss \times Sunshine\ hour}$$

In carrying out the design of the hybrid water pumping device factors such as cost of the materials, functionality, reliability, portability, and space, usability, maintenance cost, and safety were considered to achieve a feasible and functional device. The materials selected for the design of the device were based on their mechanical properties, physical properties, fabrication requirement, and economical requirement. The majority of the components selected are sourced locally in Nigeria which makes them accessible. The selected components and the purpose for choosing them are presented in Table 1.

Table 1 – The Materials Needed for the Project Work

S/N	Materials	Purpose
1	Pump	To pump water
2	Mild Steel Angle bar	To construct the solar panel stand
3	Mild steel sheet	To construct the device's case
4	Electrical cables	For wiring DC circuit
5	Switches	To operate and control the pumping system
6	25.4 mm pipe and coupling	To convey water in and out of the system
7	Lamp indicator	To indicate the system has been switched on
8	Timer	To control the time of operation
9	Lithium or DC Battery	To store energy and also to operate the device when solar irradiation seizes
10	Solar panel	To convert solar energy into electrical energy.
11	Compressor	To release the water
12	Wheels (optional)	To move the system from one location to another.

The Portable Hybrid DC Battery-Solar Powered Rechargeable Irrigation Water Pumping Device

The major components are solar panel array, solar charge controller, battery, compressor, and main controller as shown in Figure 1. In this design, the solar PV will absorb sunlight intensity or solar irradiation, which will be converted to DC electricity. Then, the solar charge controller will regulate the voltage and current coming from the PV panel going to the battery and prevents

battery overcharging, also prolonging the battery life. Furthermore, the battery stores the electrical power need especially for the no sun period. The compressor pumps the water from the water stream or river to the output pipe which is placed in farm. Apart from the solar PV panel, the other components are encased in a box for ease of mobility. Advantages of this concept are its ease of mobility, portability to overcome the challenge of poor terrain, its ability to pump water from surface sources of water to various locations of the farm, and it is not exposed to vandalization because it will be kept in a safe place after use being portable. The device can also be passworded to prevent unauthorised persons from operating without permission.

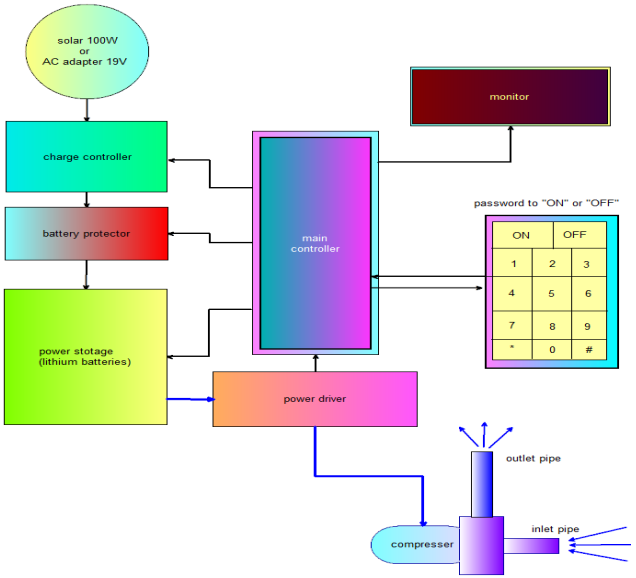


Figure 1 – The Block diagram of the Hybrid DC Battery-Solar Powered Rechargeable Irrigation Water Pumping Device

RESULTS AND DISCUSSION

Method of Data Analyses

After fabrication, the machine was test-run for proper assembly while taking note of joints for leakage. The fabricated machine was taken to field (*fadama* area) in Dundaye farmland in Sokoto State for data collection. The area with available surface water as well as shallow wells as source of water for irrigation purposes where the machine was run and compared to conventional pump using fossil fuels. The following parameters in Table 2 were calculated based on the data obtained during farm operation:

Table 2 – Device's performance results

Type pumping device	Flow rate, L/min	Water discharge, Litres	Time, min.	Irradiance, W/m^2	Pumping Efficiency, %
Fossil fuel pump	20.34	6	1.5	-	90.7
Fabricated device	20.44	6	1.4	929.8	52.5

CONCLUSION. This study designed and fabricated hybrid DC battery-solar powered rechargeable irrigation water pumping device with password pad for irrigation system. Several limitations have been considered compared to the conventional water pump which the proposed could solve such as: cost-effectiveness, saving energy, portability, and use of password to disable operation by an unauthorized person. The study determined and compared generated power from the solar panel with respect to irradiance for different time of the day as well as different flow rates of the device. The device is expected to be powered directly with PV panel of 100 W nominal power and to work for 10 hours (depending on the battery capacity) when powered by a DC deep cycle battery with a rating of 12V/200 Ah.

References

1. Harishankar S, Sathish Kumar R, Sudharsan KP, Vignesh U and Viveknath T (2014). Solar Powered Smart Irrigation System. Advan. Electr. Elect. Eng. 4(4):341-346.
2. Richard, G. A., Luis, S. P., Dirk, .R. and Martin, S.(2006):"Crop Evapotranspiration"; Irrigation and Drainage Paper, No. 56, p. 48, FAO Water Resources, Development and Management Service, Rome, Italy.
3. www.mathwarehouse.com. Retrieved 12/03/2025.
4. www.susdesign.com/popups/sunangle/declination.ph.Retrieved 12/03/2025.
5. www.users.cecs.anu.edu.au/andres.cuevas/sun/SPguide.html. Retrieved 16/03/2025.
6. www.water.usgs.gov/edu/watercycleevapotranspiration.html
7. www.fao.org/docrep/x0490e.html. Retrieved 24/03/2025
9. www.engineershandbook.com/Tables/fluidpowerformulas.htm. Retrieved 28/03/2025
10. www.wikipedia.org/wiki/totaldynamichead. Retrieved 28/03/2016
11. https:/neutrium.net/equipment/pump-power-calculation. Retrieved 18/03/2025

УДК 631.3

Шумаев В.В., кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет», г. Пенза, Российская Федерация

РАСЧЁТ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ ЖЕЛОБКА КАТУШКИ ЗЕРНОВОЙ СЕЯЛКИ

Аннотация. В статье приводится теоретические выкладки к расчёту параметров желобка катушки зерновой сеялки, а также приводятся числовые значения указанных параметров.

Abstract. The article provides theoretical calculations for calculating the parameters of the groove of the coil of a grain planter, as well as numerical values of these parameters.
Ключевые слова. Желобок, сеялка, катушка, посев.
Keywords. Groove, seeder, spool, seeding.

Важным элементом из основных рабочих органов сеялки является высевающий аппарат. Высевающий аппарат оказывает значительное влияние на формирование высоких урожаев, в связи с этим к нему предъявляются следующие агротехнические требования: быстрая и точная настройка на требуемую норму высева с дальнейшей адаптацией к различным размерам семян зерновых культур; оптимальное распределение семян по площади питания в рассеве; удержание и соблюдение установленной нормы высева в процессе высева, отсутствие поврежденных высеваемых семян выше допустимых пределов [1, 2. 11].

Катушечные высевающие аппараты, установленные в сеялках, имеют принципиальные недостатки. Равномерность распределения семян по площади питания зачастую зависит от величины пульсирующего потока высеваемых семян, образуемого внутри корпуса высевающего аппарата. Недостаток питания каждого растения в отдельности приводит к неравномерным всходам и снижению урожайности. Целью исследования явилось теоретическое обоснование наиболее значимых конструктивных параметров высевающего аппарата катушечного типа, в задачи исследования вошло обоснование конструктивных параметров катушки с увеличенным объемом желобков с учетом их физико-механических свойств взаимодействующих материалов [3, 4, 5].

Стабильная работа предлагаемого высевающего аппарата возможна при выполнении некоторых условий:

а) коэффициент заполнения желобков катушки семенной материал, в процессе работы, должен составлять значение, равное 1,0;

б) травмирование семенного материала, в процессе работы, за счёт защемления между формирователем-направителем семян и ребром катушки должно отсутствовать [6, 7].

Объем рабочей части $V_{\text{п}}$ разработанной катушки может быть определён по выражению

$$V_{\text{п}} = V_{\text{ж}} = \xi z S l_{\text{р}}, \quad (1)$$

где $V_{\text{ж}}$ – объем семенного материала, выносимого за один оборот катушки, м^3;

ξ – коэффициент объемного наполнения (ξ = 0,7…0,9);

z – количество желобков, шт.;

S – площадь желобка в поперечно-вертикальной плоскости, м^2;

$l_{\text{р}}$ – длина рабочей части ($l_{\text{р}}$ = 0,034 м).

Значение угла (рисунок), характеризующего число желобков катушки и ширину одного желобка катушки b и угловую толщину перемычки Δb составит $\alpha + \Delta\alpha$, при этом значения числа желобков z может быть определено [8, 9, 10]

$$z = \frac{2\pi}{\alpha+\Delta\alpha}\ , \tag{2}$$

где α – угол раствора желобка по внутренней поверхности, град;

$\Delta\alpha$ – угловая толщина ребра, град.

В поперечной плоскости катушки, площадь сечение желобка можно представить как сумму двух составляющих

$$S = S_1 + S_2\ , \tag{3}$$

где S_1 – площадь сектора BCD, ограниченного хордой BD, в круге радиусом R, равным радиусу катушки, м^2;

S_2 – площадь сектора, образованного внутренней поверхностью желобка и ограниченного хордой BD, м^2.

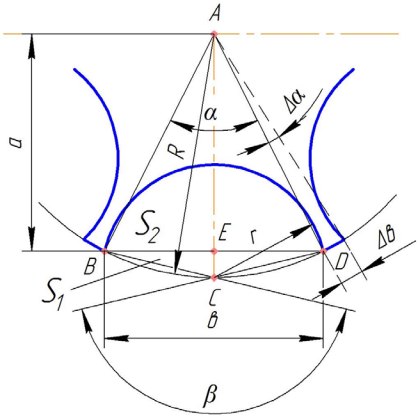


Рисунок – Схема к расчёту параметров желобка
в поперечной плоскости катушки

Площади секторов S_1 и S_2 могут быть найдены из системы уравнений

$$\begin{cases} S_1 = \dfrac{\pi R^2}{360}\alpha - S_{\Delta ABD} \\ S_2 = \dfrac{\pi r^2}{360}\beta - S_{\Delta BCD} \end{cases}, \tag{4}$$

где r – радиус желобка катушки, м;

β – внешний угол, характеризующий форму желобка, град.

В Российской Федерации, как правило, радиус катушки высевающего аппарата механической зерновой сеялки составляет R = 25 мм, графическим определялись параметры r, α, β значение которых составило: r = 0,0126 м при z = 6 шт., $\alpha = 53°$, $\beta = 153°$.

Таким образом площадь сечение желобка будет составлять $S = S_1 + S_2 = 0{,}0002205$ м^2, тогда объём желобка составит $V_п = 0,0000356$ м^3.

Для уточнения радиуса желобка используем формулу

$$r = \sqrt{\frac{2S_2}{\pi - \alpha - \sin(\pi - \alpha)}}. \quad (5)$$

Радиус желобка катушки составит 0,0126 м.

Список использованной литературы

1. Construction and theoretical justificationof the drilling resistance of the cutter for productionof ecological products of small seed crops / V. Ovtov, V. Shumaev, A. Kalabushev, I. Semov // Scientific Papers. Series A. Agronomy. – 2022. – Vol. 65, No. 1. – P. 117–122. – EDN NKUBVQ.

2. Девликамов, Р. Р. Теоретическое обоснование некоторых конструктивных параметров высевающего аппарата катушечного типа / Р. Р. Девликамов, В. В. Шумаев // Нива Поволжья. – 2025. – № 1 (73). – DOI 10.36461/NP.2025.73.1.004.

3. Полевые исследования сеялки с высевающим аппаратом с катушкой секционного типа / А. Ю. Щученков [и др.] // Наука в центральной России. – 2017. – № 4 (28). – С. 115–121. – EDN ZDQTXX.

4. Губанова, А. Р. Анализ характеристик сеялок / А. Р. Губанова, В. В. Шумаев // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России : Сборник материалов Международной научно-практической конференции молодых ученых, Пенза, 28–29 марта 2019 года. Том III. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2019. – С. 66–69. – EDN DSVIPF.

5. Шумаев, В. В. Методика экспериментальных исследований и моделирование в агроинженерии : Учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия / В. В. Шумаев. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – 116 с. – EDN MULACX.

6. Шумаев, В. В. Повышение качества посева зерновых культур сеялкой - культиватором с разработкой комбинированного сошника : специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Шумаев Василий Викторович. – Пенза, 2009. – 19 с. – EDN NLEUDD.

7. Результаты лабораторно-полевых исследований зерновой сеялки с экспериментальными высевающими аппаратами / Г. С. Гумаров [и др.] // Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства : сборник статей II Международной

научно-практической конференции, Пенза, 29–30 апреля 2015 года. – Пенза : Пензенская государственная сельскохозяйственная академия, 2015. – С. 6–9. – EDN UCXPGN.

8. Исследования высевающей системы посевной машины / В. В. Шумаев [и др.] // Инновационная техника и технология. – 2017. – № 1 (10). – С. 34–38. – EDN YIOSUF.

9. Шумаев, В. В. Теоретические исследования технологического процесса посева зерновых культур комбинированным сошником / В. В. Шумаев, С. В. Тимохин, Э. Ж. Апиева // Нива Поволжья. – 2023. – № 4 (68). – DOI 10.36461/NP.2023.68.4.017. – EDN TMFKXS.

10. Полевые исследования сеялки с высевающим аппаратом с катушкой секционного типа / А. Ю. Щученков [и др.] // Наука в центральной России. – 2017. – № 4 (28). – С. 115–121. – EDN ZDQTXX.

11. Совершенствование конструкции высевающего устройства / Н. Н. Романюк [и др.] // Актуальные проблемы инновационного развития и кадрового обеспечения АПК : материалы VII Международной научно-практической конференции, Минск, 4-5 июня 2020 г. - Минск : БГАТУ, 2020. – С. 186–189.

Summary. The article provides theoretical calculations for calculating the parameters of the groove of the coil of a grain planter, as well as numerical values of these parameters.

УДК 631.3

Шумаев В.В., кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет», г. Пенза, Российская Федерация

ИССЛЕДОВАНИЯ СЕЯЛКИ ДЛЯ ПОСЕВА СЕМЯН ОГОРОДНЫХ МЕЛКОСЕМЯННЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. В статье приводится исследования сеялки для посева семян огородных мелкосемянных культур, а также приводятся основные выводы.

Annotation. The article provides research on a seed drill for sowing seeds of small-seeded garden crops, as well as provides the main conclusions.

Ключевые слова. Сеялка, семена, огород, посев.

Keywords. Seeder, seeds, vegetable garden, sowing.

В статье приводится анализ конструкций существующих ручных сеялок для посева семян мелкосемянных культур, делается вывод по их недостаткам, приводится описание новой конструкции ручной сеялки для посева семян мелкосемянных культур на приусадебных участках, направленной на устранение отмеченных недостатков существующих ручных сеялок, также дано описание процесса работы сеялки для посева семян мелкосемянных культур, при выполнении технологической операции посева, а также приводятся некоторые результаты лабораторных

исследований по определению частоты подачи семян. Предлагаемая ручная сеялка для посева семян огородных культур (патент на полезную модель № 225519, опубл. 23.04.2024) [1, 2], разработанная в ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ на кафедре «Механизация технологических процессов в АПК», обеспечивает возможность поштучного высева семян различного размера, обеспечивая строгое дозирование высеваемых семян четырёх фракций обеспечивающей высев семян размером до 2, 3, 4, 5 мм, при этом снижается вероятность заклинивания семян в углублении для семян, при чём установлено, что частота подачи семян не должна быть интенсивнее чем 1 шт/с, что приводит к повышению качества высева и производительности труда работника [3, 4].

Предлагаемая ручная сеялка (рисунок) для посева семян огородных культур содержит корпус-приемник семян *1* с плоской крышкой *2* и пробкой *10*, нижним отверстием подачи семян *3* и рабочей зоной *4* и подвижный стержень подачи семян *5* с кнопкой *6* и пружиной *7*, установленный в корпусе-приемнике *1* и в его отверстии подачи семян *3*, причем пружина установлена между плоской крышкой *2* и кнопкой *6* с возможностью обеспечения возвращения подвижного стерженя подачи семян *5* в верхнее положение, при этом корпус-приемника *1* с внутренней стороны имеет П-образную боковую стенку *8*, при этом профиль подвижного стерженя подачи семян *5* в поперечной плоскости представляет собой квадрат, при чём в нижней части стержня с каждой сторон выполнены углубления *9* торообразной формы глубиной 2, 3, 4, 5 мм [1, 5, 6].

Предлагаемая ручная сеялка для посева семян огородных культур работает в следующей последовательности.

В зависимости от типа семян подвижный стержень подачи семян *5* устанавливается необходимым углублением *9* в сторону к рабочей зоне *4*. Он вставляется через нижнее отверстие *3* в корпусе-приемнике *1*, верхняя часть подвижного стержня подачи семян *5* специального сечения своим направляющим цилиндром устанавливается в отверстии плоской крышки *2*. Подвижный стержень подачи семян *5* вводится до упора в плоскую крышку *2* корпуса-приемника *1* сеялки. На выступающий направляющий цилиндр подвижного стержня подачи семян *5* надевается пружина *7*, кнопка *6* надевается с натягом на подвижный стержень подачи семян *5*, а при разборке – просто снимается [1, 7, 8].

Поворотом пробки *10* вправо или влево открывается загрузочное отверстие для засыпки семян в плоской крышке *2* корпуса-приемника *1*, через которое засыпаются необходимые семена. Поворотная пробка *10* устанавливается на место. Сеялка готова к работе.

Корпус-приемник *1* сеялки берется в руку кнопкой *6* вверх. В этот момент семена заполняют полость корпуса *1* и по наклонному дну семена попадает в рабочую зону и в углубление *9* торообразной формы.

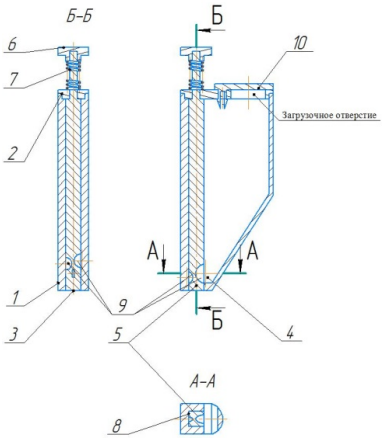


Рисунок – Схема ручной сеялки

Посев осуществляется путем нажатия на кнопку *6* до упора. При этом стержень *5* перемещается в нижнее положение, при котором углубление *9* в стержне *5* вместе с семенем выходит из нижнего отверстия *3* подачи семян корпуса-приемника *1*. Семя выпадает из углубления *9* в землю. Кнопка *6* отпускается, и стержень *5* под действием пружины *7* возвращается в верхнее исходное положение. Процесс повторяется. С целью определения качественных показателей работы ручной сеялки для посева семян мелкосемянных культур проведены исследования, по определению равномерности подачи семян характеризуемой коэффициентом вариации ν (%), в зависимости от частоты подачи семени стержнем, имеющим углубления конической формы обеспечивающей высев семян размером до 2, 3, 4, 5 мм, при этом использовались семена округлой формы четырёх фракций (таблица 1) [1, 9, 10]:

Таблица 1 – Семена в исследованиях

№ п/п	Глубина углубления конической формы, мм	Размер фракции семян округлой формы, мм	Высеваемая культура
1	до 2	1,0…1,8	Табак
2	2…3	2,1…2,8	Капуста
3	3…4	2,9…3,9	Редис
4	4…5	3,6…4,5	Гранулированные семена моркови

На основании проведённых (таблица 2) исследований были построены графические зависимости равномерности подачи семян, в зависимости от частоты подачи семени стержнем при высеве различных культур.

Таблица 2 – Результаты исследований

Частота подачи семян, шт/с	Табак	Капуста	Редис	Гранулированные семена моркови
	Коэффициент вариации, характеризующий равномерность подачи семян, ν %			
0,25	55	60	59	57
0,4	45	45	48	45
0,55	41	37	33	40
0,7	30	29	26	35
0,85	25	19	19	23
1	17	15	17	16
1,15	16	14	16	14
1,3	12	14	15	12

Анализируя данные таблицы 2, можно сделать вывод, что с уменьшением частоты подачи семян, равномерность подачи семян увеличивается, поскольку снижается коэффициент вариации, при этом после снижения частоты подачи от 1 шт/с, влияние частоты подачи на коэффициент вариации снижается, следовательно частота подачи семян не должна быть чаще 1 шт/с.

Список использованной литературы

1. Патент на полезную модель № 225519 U1 Российская Федерация, МПК A01C 7/02. Ручная сеялка для посева семян огородных культур : № 2024106539 : заявл. 13.03.2024 : опубл. 23.04.2024 / В. В. Шумаев ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный аграрный университет». – EDN IYBAZA.

2. Шумаев, В. В. Теоретические исследования технологического процесса посева зерновых культур комбинированным сошником / В. В. Шумаев, С. В. Тимохин, Э. Ж. Апиева // Нива Поволжья. – 2023. – № 4 (68). – DOI 10.36461/NP.2023.68.4.017. – EDN TMFKXS.

3. Шумаев, В. В. Методика экспериментальных исследований и моделирование в агроинженерии : Учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия / В. В. Шумаев. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – 116 с. – EDN MULACX.

4. Патент № 2399186 C2 Российская Федерация, МПК A01C 7/20. Сошник для разбросного посева : № 2008134094/12 : заявл. 19.08.2008 : опубл. 20.09.2010 / Н. П. Ларюшин, С. А. Сущев, В. В. Лапин [и др.] ; заявитель ФГОУ ВПО «Пензенская государственная сельскохозяйственная академия». – EDN ZKPFGP.

5. Патент № 2399187 C1 Российская Федерация, МПК A01C 7/20. Сошник для разбросного высева семян и удобрений : № 2009107438/12 : заявл. 02.03.2009 : опубл. 20.09.2010 / Н. П. Ларюшин, С. А. Сущев, В. В. Лапин [и др.] ; заявитель ФГОУ ВПО «Пензенская государственная сельскохозяйственная академия». – EDN MYGCTC.

6. Construction and theoretical justificationof the drilling resistance of the cutter for productionof ecological products of small seed crops / V. Ovtov, V. Shumaev, A. Kalabushev, I. Semov // Scientific Papers. Series A. Agronomy. – 2022. – Vol. 65. – No. 1. – P. 117–122. – EDN NKUBVQ.

7. Щученков, А. Ю. Полевые исследования сеялки с высевающим аппаратом с катушкой секционного типа / А. Ю. Щученков [и др.] // Наука в центральной России. – 2017. – № 4 (28). – С. 115–121. – EDN ZDQTXX.

8. Губанова, А. Р. Анализ характеристик сеялок / А. Р. Губанова, В. В. Шумаев // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России : Сборник материалов Международной научно-практической конференции молодых ученых, Пенза, 28–29 марта 2019 года. Том III. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2019. – С. 66–69. – EDN DSVIPF.

9. Овтов, В. А. Теоретические исследования геометрических и кинематических параметров вальцового транспортирующего устройства / В. А. Овтов [и др.] // Нива Поволжья. – 2020. – № 1 (54). – С. 113–117. – DOI 10.36461/NP.2020.54.1.018. – EDN PXYUOH.

10. Шумаев, В. В. Повышение качества посева зерновых культур сеялкой - культиватором с разработкой комбинированного сошника : специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Шумаев Василий Викторович. – Пенза, 2009. – 19 с. – EDN NLEUDD.

Summary. The article provides research on a seed drill for sowing seeds of small-seeded garden crops, as well as provides the main conclusions.

УДК 638

Шумаев В.В., кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет», г. Пенза, Российская Федерация

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОЕНИЯ ПЧЁЛ

Аннотация. В статье приводится анализ конструкций существующих устройств для поения пчёл делается вывод по их недостаткам, приводится описание новой конструкции для поения пчёл.

Annotation. The article provides an analysis of the designs of existing devices for watering bees, concludes on their shortcomings, and describes a new design for watering bees.

Ключевые слова. Пчела, жидкость, улей, поилка.

Keyword. Bee, liquid, beehive, drinker.

Известна «Поилка для пчел» (ПМ 215186), включающая цилиндрическую расходную емкость, снабженную сверху крышкой, нижний торец которой установлен в опорном стакане, размещенном в корпусе, причем нижний торец цилиндрической расходной емкости

соединен с каналом для жидкости, который выполнен из трубки, в верхней диаметральной плоскости которой размещено продольное отверстие прямоугольного сечения шириной не более 0,1 диаметра трубки. Недостатком является скученность пчёл при поении, что лишает пчел индивидуального пространства и значительно снижает эффективность поения [1, 2, 3].

Известна «Поилка для пчел» (ПМ 218424), включающая цилиндрическую расходную емкость, снабженную сверху крышкой, нижний торец которой установлен в опорном стакане, размещенном в корпусе, причем нижний торец цилиндрической расходной емкости соединен с каналом для жидкости, который выполнен из трубки, в верхней диаметральной плоскости которой размещено продольное отверстие прямоугольного сечения шириной не более 0,1 диаметра трубки, трубка на торце снабжена резьбой для фиксирования ее в корпусе. Недостатком является скученность пчёл при поении, что лишает пчел индивидуального пространства и значительно снижает эффективность поения [1, 4, 5].

Известна «Поилка для пчел» (ПМ 220887), включающая цилиндрическую расходную емкость, снабженную сверху крышкой, нижний торец которой установлен в опорном стакане, размещенном в корпусе, причем нижний торец цилиндрической расходной емкости соединен с каналом для жидкости, который выполнен из трубки, трубка на торце снабжена резьбой для фиксирования ее в корпусе, отличающаяся тем, что в верхней диаметральной плоскости трубки расположены отверстия перфорации диаметром 1 мм, при этом расстояние между центрами отверстий перфорации равны расстоянию между центрами ячеек пчелиного сота 5,60 мм. Недостатком является скученность пчёл при поении, что лишает пчел индивидуального пространства и значительно снижает эффективность поения.

Известна поилка для пчел (ПМ 224088), включающая цилиндрическую расходную емкость, снабженную сверху крышкой, нижний торец которой установлен в опорном стакане, размещенном в корпусе, причем нижний торец цилиндрической расходной емкости соединен с каналом для жидкости, который выполнен из трубки, торец снабжен резьбой для фиксирования ее в корпусе, кроме того в верхней диаметральной плоскости трубки расположены отверстия перфорации диаметром 1 мм, при этом расстояние между центрами отверстий перфорации равны расстоянию между центрами ячеек пчелиных сот 5,60 мм, на выходном конце трубки канала для жидкости установлена резьбовая заглушка. Недостатком является скученность пчёл при поении, что лишает пчел индивидуального пространства и значительно снижает эффективность поения.

В ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ была разработана поилка для пчел (патент на полезную модель № 232727) состоящая из цилиндрической расходной емкости *1*, снабженной сверху крышкой *2*, нижний торец которой установлен в опорном стакане *3*, размещенном в корпусе *4*, причем нижний торец цилиндрической расходной емкости *1* соединен с каналом для жидкости, который выполнен из трубки *5*, торец снабжен резьбой для фиксирования ее в корпусе *4*, в верхней плоскости трубки расположены отверстия перфорации *6* диаметром 1 мм, при этом расстояние между центрами отверстий перфорации *6* равны расстоянию между центрами ячеек пчелиных сот 5,60 мм, на выходном конце трубки канала для жидкости установлена резьбовая заглушка *7*, при чём верхняя плоскость трубки *5*, в рабочей зоне, представляет собой горизонтальную поверхность, шириной а, равной внешнему диаметру трубки *d*, при этом отверстия перфорации, расположенные в верхней плоскости трубки, представляющую горизонтальную поверхность, расположены в два ряда.

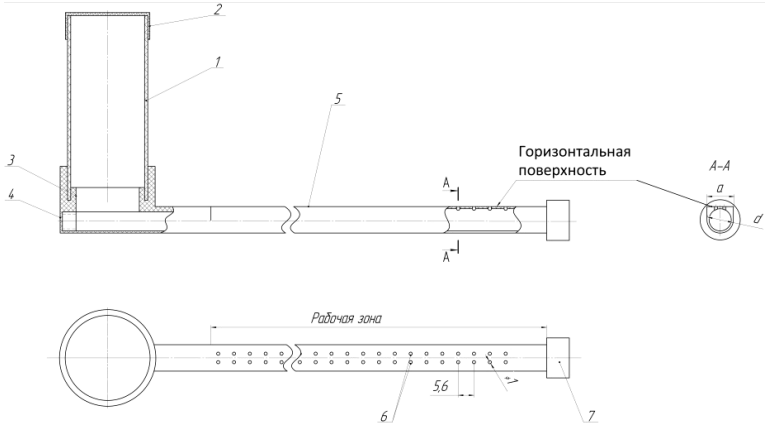


Рисунок – Поилка для пчёл

Поилка работает следующим образом. В корпусе *4*, резьбовым соединением фиксируется канал для жидкости, который выполнен из трубки *5* снабженной на торце резьбой. Цилиндрическая расходная емкость *1*, заполняется питьевой водой после снятия крышки *2*, и устанавливается в опорном стакане *3*, размещенном в корпусе *4*. Затем канал для жидкости, который выполнен из трубки *5*, вводится в проем лотка имеющего форму сечения рабочей зоны трубки в поперечной плоскости, расположенного в передней стенке корпуса улья, так, чтобы канал для жидкости находился в пространстве (улочке) между двух

параллельно расположенных сотов – в центре гнезда пчел, при этом отверстия перфорации *6* расположенные в верхней плоскости трубки, представляющей горизонтальную поверхность обращены вверх. Далее из цилиндрической расходной емкости *1*, вода поступает в трубку *5*, из которого пчелы через отверстия перфорации *6*, расположенные в два ряда, имея индивидуальное пространство, не мешают друг другу, свободно берут хоботком воду, используя отверстия *6* по всей площади рабочей зоны [1].

Таким образом, поилка для пчёл позволяет повысить равномерность распределения пчёл по площади поилки, обеспечивая каждой пчеле индивидуальное пространство, что приведёт к повышению эффективности поения пчёл.

Список использованной литературы

1. Патент на полезную модель № 232727 U1 Российская Федерация, МПК A01K 53/00. Поилка для пчёл : заявл. 23.01.2025 : опубл. 18.03.2025 / В. В. Шумаев, Э. Ж. Апиева ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный аграрный университет». – EDN SQZKBC.

2. Shumaev, V. V. Single disc coulter with gauge wheel for pneumatic seed drill / V. V. Shumaev [et al.] // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science : Volga Region Farmland 2021 (VRF 2021), Penza, 16–18 ноября 2021 года. Vol. 953. – Penza : IOP Publishing Ltd, 2022. – P. 012019. – DOI 10.1088/1755-1315/953/1/012019. – EDN BHIVQX.

3. Шумаев, В. В. Исследования высевающей системы посевной машины / В. В. Шумаев [и др.] // Инновационная техника и технология. – 2017. – № 1 (10). – С. 34–38. – EDN YIOSUF.

4. Димов, В. Т. Содержание пчёл в условиях Сибири : рекомендации / В. Т. Димов, Л. В. Ефимова. – Красноярск : Государственное научное учреждение Красноярский научно-исследовательский институт животноводства Россельхозакадемии, 2013. – 52 с. – EDN TXCYGF.

5. Дегтярь, А. С. Пчеловодство : учебно-методическое пособие к лабораторно-практическим занятиям для направления 110900.62 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции», 11100.62 «Зоотехния» / А. С. Дегтярь. – п. Персиановский : Донской государственный аграрный университет, 2014. – 58 с. – EDN SXWJMZ.

Summary. The article provides an analysis of the designs of existing devices for watering bees, concludes on their shortcomings, and describes a new design for watering bees.

УДК 637.131.2

Чиркова Н.С., ассистент
Яшин А.В., кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет»,
г. Пенза, Российская Федерация

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДВИЖЕНИЯ ВЫДЕЛЯЕМОГО ЖИРОВОГО ШАРИКА В МЕЖТАРЕЛОЧНОМ ПРОСТРАНСТВЕ СЕПАРАТОРА-СЛИВКООТДЕЛИТЕЛЯ

Аннотация. В статье рассмотрено движение жирового шарика в межтарелочном пространстве барабана сепаратора-сливкоотделителя при условии замкнутости барабана или отсутствия движения молока в барабане. Использован метод Жозефа Луи Лагранжа для определения траектории движения жирового шарика, когда известны действующие силы на жировой шарик в молоке. Получены решения уравнения Лагранжа второго рода и определены уравнения траекторий для 1 этапа разделения, когда жировой шарик движется до момента осаждения на внешней поверхности конической части разделительной тарелки, а также для 2 этапа, когда происходит движение жирового шарика по внешней поверхности конической части разделительной тарелки к оси барабана. Получены уравнения для определения времени пребывания жирового шарика в межтарелочном пространстве барабана сепаратора-сливкоотделителя на каждом этапе разделения.

Abstract. The article considers the movement of a fat ball in the interstitial space of a cream separator drum, provided that the drum is closed or there is no movement of milk in the drum. The method of Joseph Louis Lagrange was used to determine the trajectory of a fat ball when the forces acting on the fat ball in milk are known. Solutions of the Lagrange equation of the second kind are obtained and trajectory equations are determined for the 1st stage of separation, when the fat ball moves until it settles on the outer surface of the conical part of the separation plate, as well as for the 2nd stage, when the fat ball moves along the outer surface of the conical part of the separation plate to the axis of the drum. Equations are obtained for determining the residence time of a fat ball in the interstitial space of a cream separator drum at each stage of separation.

Ключевые слова: жировой шарик, межтарелочное пространство, движение, траектория, время.

Keywords. fat ball, interstitial space, movement, trajectory, time.

Рассматривая межтарелочное пространство (рисунок 1) барабана сепаратора-сливкоотделителя, можно отметить, что оно ограничено двумя соседними тарелками так, что четные тарелки выполнены гладкими, а нечетные имеют шипики. Данные тарелки наклонены относительно горизонтальной плоскости под углом α и вращаются вокруг вертикальной оси с постоянной угловой скоростью ω. Примем ось Or касательной к

наружной поверхности конической части тарелки лежащей на оси вращения. В виду того, что описание движения жировых шариков с потоком молока является сложной задачей то целесообразно воспользоваться универсальным инструментом для анализа любой механической системы независимо от сложности её состава, типа движения и количества составляющих тел – уравнением Лагранжа второго рода. При этом в качестве обобщённых координат механической системы необходимо использовать минимальный набор независимых переменных, полностью ее описывающих, т.е. зная значения этих координат, мы можем однозначно определить положение каждой материальной точки системы, учитывая взаимосвязь их движений. Тогда за обобщенную координату примем радиус-вектор r, как расстояние от вертикальной оси симметрии по оси Or до жирового шарика на внешней поверхности тарелки [3, 4, 6].

Уравнение Лагранжа второго рода запишется в следующем виде:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{r}}\right) - \frac{\partial L}{\partial r} = \pm\frac{\partial \Phi}{\partial \dot{r}}, \qquad (1)$$

где $\frac{d}{dt}$ – производная по времени или скорость изменения значения функции;

t – время, с;

$\frac{\partial L}{\partial \dot{r}}$ – частная производная функции Лагранжа по переменной обобщенной скорости жирового шарика, $\text{Н} \cdot \text{с}$;

$\frac{\partial L}{\partial r}$ – частная производная функции Лагранжа по переменной обобщенной координате жирового шарика, Н;

$\frac{\partial \Phi}{\partial \dot{r}}$ – частная производная функции Релея по переменной обобщенной скорости жирового шарика, Н;

L – функция Лагранжа, Дж;

r – обобщенная координата жирового шарика, м;

$\dot{r}$ –обобщенная скорость жирового шарика, м/с;

Φ – диссипативная функция Релея, Вт;

В уравнении Лагранжа второго рода в правой части у частной производной функции Релея по переменной обобщенной скорости жирового шарика указан знак «±», где «+» соответствует движению жирового шарика на 1 этапе разделения (когда жировой шарик движется до момента осаждения на внешней поверхности конической части разделительной тарелки), а «–» соответствует 2 этапу (когда происходит движение жирового шарика по внешней поверхности конической части разделительной тарелки к оси барабана), в виду того, что диссипативная функция Релея служит математическим представлением процесса рассеивания энергии, так как сила

вязкого трения в механической системе приводит к тому, что энергия упорядоченного движения рассеивается, превращаясь в энергию хаотичного теплового (броуновского) движения [1, 2, 5].

Тогда уравнение Лагранжа второго рода (1) после ряда математических преобразований представляется в виде системы уравнений с учетом этапов разделения молока:

Для 1 этапа разделения

$$r_1 = \frac{r_0}{2} \cdot \left(1 + e^{\frac{2 \cdot r_{ж.ш}^2 \cdot \rho_{ж.ш} \cdot (\rho_м - \rho_{ж.ш}) \cdot \omega^2 \cdot t \cdot \cos^2 \alpha}{9 \cdot \mu_м \cdot \rho_м}}\right). \quad (2)$$

Для 2 этапа разделения

$$r_2 = \frac{r_0}{2}\left(1 + \frac{1}{e^{\frac{2 \cdot r_{ж.ш}^2 \cdot \rho_{ж.ш} \cdot (\rho_м - \rho_{ж.ш}) \cdot \omega^2 \cdot t \cdot \cos^2 \alpha}{9 \cdot \mu_м \cdot \rho_м}}}\right). \quad (3)$$

где r_0 – начальный радиус положения жирового шарика, м;

$r_{ж.ш.}^2$ – радиус жирового шарика, м;

$\rho_{ж.ш.}$ – плотность жирового шарика, кг/м^3;

$\rho_м$ – плотность молока, кг/м^3;

ω – угловая скорость барабана, с$^{-1}$;

t – время, с;

α – угол наклона тарелки к горизонтали, град;

$\mu_м$ – динамическая вязкость молока, Па·с.

Анализируя уравнения (2) и (3) следует заметить, что при замкнутой системе барабана, когда отсутствует подвод молока и отвод сливок и обезжиренного молока, жировые шарики в межтарелочном пространстве сепаратора-сливкоотделителя двигаются по экспоненте, вид которой зависит от первоначального положения жировых шариков r_0, их физико-механических свойств жировых шариков (радиуса $r_{ж.ш.}^2$ и плотности $\rho_{ж.ш.}$), физико-механических свойств молока (плотность $\rho_м$ и динамической вязкости $\mu_{м.}$), конструктивного параметра – угла наклона разделительной тарелки к горизонтали α и кинематического параметра – угловой скорости барабана ω.

Из уравнений (2) и (3) определим время пребывания жирового шарика в межтарелочном пространстве барабана сепаратора-сливкоотделителя при условии замкнутости барабана (отсутствия движения молока в барабане), используя свойство степеней, получим:

Для 1 этапа разделения

$$t_1 = \frac{4{,}5 \cdot \mu_{м.} \cdot \rho_{м.} \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot r_1 - r_0}{r_0}\right)}{r_{ж.ш.}^2 \cdot \rho_{ж.ш.} \cdot (\rho_{м.} - \rho_{ж.ш.}) \cdot \omega^2 \cdot \cos^2 \alpha}. \quad (4)$$

Для 2 этапа разделения

$$t_2 = -\frac{4{,}5 \cdot \mu_м \cdot \rho_м \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot r_2 - r_0}{r_0}\right)}{r_{ж.ш.}^2 \cdot \rho_{ж.ш.} \cdot (\rho_м - \rho_{ж.ш.}) \cdot \omega^2 \cdot cos^2\alpha}. \quad (5)$$

Знак «–» в уравнении (5) указывает на возвратное движение жирового шарика, после осаждения на внешней поверхности конической части разделительной тарелки.

Список использованной литературы

1. Обоснование критического радиуса жирового шарика и его граничного положения на конической части разделительной тарелки сепаратора-сливкоотделителя/А.В. Яшин, Ю.В. Полывяный, П.Н. Хорев, Н.С. Чиркова//Нива Поволжья. – 2024. – № 4(72). – DOI 10.36461/NP.2024.72.4.014. – EDN HSJPFS.

2. Результаты теоретических исследований движения выделяемой частицы примеси в межтарелочном пространстве сепаратора-молокоочистителя/А.В. Яшин, А.А. Гусев, Н.С. Чиркова, Р.Р. Девликамов//Нива Поволжья. – 2024. – № 4(72). – DOI 10.36461/NP.2024.72.4.015. – EDN HPFQRL.

3. Торосян Д.С. Основы теории и методы расчетов процесса сепарирования в мясной и молочной промышленности. М.: Агропромиздат, 1986, 128 с.

4. Чеботарев, Е. А. Сепарирование молока и молочного сырья. История, теория, практика/Е.А. Чеботарев. – Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2012. – 299 с. – ISBN 978-5-88648-838-8. – EDN SNBVOH.

5. Чеботарев, Е. А. Экспериментальное исследование распределения жировых шариков в межтарелочных пространствах в процессе сепарирования/Е. А. Чеботарев//Современная наука и инновации. – 2019. – № 2(26). – С. 176–182. – DOI 10.33236/2307-910X-2019-2-26-176-182. – EDN PYXLBK.

6. Яшин, А. В. Теоретические исследования движения выделяемой частицы примеси в межтарелочном пространстве сепаратора-молокоочистителя/А.В. Яшин, А.А. Гусев, Н.С. Чиркова//Нива Поволжья. – 2024. – № 2(70). – DOI 10.36461/NP.2024.70.2.004. – EDN RHXQYE.

Summary. The method of Joseph Louis Lagrange was used to determine the trajectory of a fat ball when the forces acting on the fat ball in milk are known. The trajectory equations are obtained for the 1st stage of separation, when the fat ball moves until it settles on the outer surface of the conical part of the separation plate, as well as for the 2nd stage, when the fat ball moves along the outer surface of the conical part of the separation plate to the axis of the drum. It has been established that with a closed drum system, when there is no milk supply and no discharge of cream and skimmed milk, fat balls in the interstitial space of the cream separator move exponentially, the type of which depends on the initial position of the fat balls, their physico-mechanical properties of fat balls (radius and density), physico-mechanical properties of milk (density and dynamic viscosity), the design parameter is the angle of inclination of the separation plate to the horizontal, and the kinematic parameter is the angular velocity of the drum.

УДК 637.131.2

Гусев А.А., ассистент;
Яшин А.В., кандидат технических наук, доцент;
Чиркова Н.С., ассистент
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет», г. Пенза, Россия

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОБОСНОВАНИЮ КРИТИЧЕСКОГО РАЗМЕРА ЧАСТИЦЫ ПРИМЕСИ И ЕЕ ГРАНИЧНОГО ПОЛОЖЕНИЯ НА КОНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ РАЗДЕЛИТЕЛЬНОЙ ТАРЕЛКИ СЕПАРАТОРА-МОЛОКООЧИСТИТЕЛЯ

Аннотация: Одним из основных технологических параметров при работе молочных сепараторов является обоснование критического радиуса частицы примеси способного выделиться в межтарелочном пространстве барабана сепаратора-молокоочистителя. От размера частицы примеси напрямую зависит качество молока. На основании известных принципов механики жидкости и твердых тел, молекулярно-кинетической теории и математического анализа дано решение проблемы обоснования минимального радиуса частицы примеси, выделяемого при работе сепаратора-молокоочистителя. Обоснован размер минимального размера частицы примеси, а также значения температуры молока при сепарировании и угловой скорости барабана.

Abstract: One of the main technological parameters in the operation of milk separators is the justification of the critical radius of an impurity particle capable of being released in the inter-barrel space of the separator-milk cleaner drum. The quality of milk directly depends on the size of the impurity particle. Based on the well-known principles of fluid and solid mechanics, molecular kinetic theory and mathematical analysis, a solution to the problem of substantiating the minimum radius of an impurity particle released during the operation of a milk separator is given. The size of the minimum particle size of the impurity is justified, as well as the values of the milk temperature during separation and the angular velocity of the drum.

Ключевые слова: молоко, частица, критические размер, примеси, очистка, барабан, сепаратор-молокоочиститель.

Keywords: milk, particle, critical size, impurities, purification, drum, milk separator.

Основной продукцией молочного скотоводства сельскохозяйственных предприятий является цельное молоко, которое служит сырьем для производства различных молочных продуктов. Для создания новых конструкций сепараторов-молокоочистителей необходимо знать значение такого параметра, как критические размеры частицы примеси, находящихся в молоке и способного выделиться в межтарелочном пространстве барабана сепаратора-молокоочистителя.

Частицы примеси в межтарелочном пространстве барабана сепаратора-молокоочистителя участвуют в двух видах движений: по подвижным тарелкам

барабана с потоком молока – переносное и в направлении к образующей тарелки – относительное.

Ввиду того, что диаметр частиц примеси колеблется в широких пределах [1-7] необходимо определиться с ее размером, при котором она может быть выделена из молока при центробежной очистке, так как в случае достаточно малых размеров, возможно образование броуновского движения при определенных условиях, т.е. может быть вызван сравнимый по величине с движущей силой перепад осмотического давления и расчетная частица примеси окажется в положении смещенном к периферии барабана, где ее выделение будет затруднено или невозможно.

Рассмотрим межтарелочное пространство (рис. 1) барабана сепаратора-молокоочистителя. Здесь подача молока в межтарелочное пространство осуществляется в кольцевом зазоре, образованном между внутренним радиусом барабана $R_б$ и максимальным радиусом разделительной тарелки R_{max}. При поступлении в межтарелочное пространство частиц примеси различных размеров их траектория движения будет соответственно различной. Так, наиболее крупные частицы примеси при движении в кольцевом зазоре $R_б - R_{max}$ будут двигаться по тректориям 0, не заходя в межтарелочное пространство барабана и осаждаться на внутренней поверхности барабана в грязевом пространстве с радиусом $R_б$. Крупные частицы примеси движутся по соответствующим траекториям 1 и 2 близким к периферии межтарелочного пространства. Частицы примеси меньших размеров движутся по соответствующим траекториям 3 и 4 несколько смещенным от середины разделительных тарелок к оси их вращения. Таким образом, частицы примеси за время нахождения в межтарелочном пространстве, как наиболее тяжелая фракция, стремятся к внутренним поверхностям разделительных тарелок и движутся по их образующей к периферии барабана. Более мелкие частицы примеси сносятся потоком молока ближе

Следовательно, крайним положением при условии возможности выделения частицы примеси критического размера является ее расположение на внутренней поверхности разделительной тарелки на её минимальном радиусе R_{min}. Здесь возможно движение частицы примеси по траекториям *5* или *6*, где при движении по траектории *5* частица примеси стремится движется в противоположную сторону потока молока по внутренней поверхности разделительной тарелки к периферии барабана в грязевое пространство, а при движении по траектории 6 частица примеси с потоком молока поднимается к оси барабана.

При определении критического размера частицы примеси, условимся, что движение по траектории *6* возможно при оказании на нее влияния броуновского движения с элементарным перемещением ds от минимального радиуса R_{min} разделительной тарелки к оси барабана. [1-7].

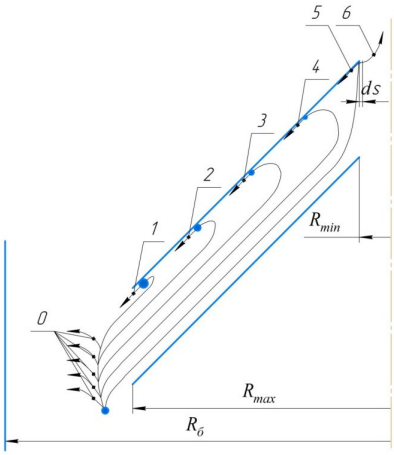


Рисунок 1 – Схема к определению критического размера частицы примеси:
0, 1,…, 6 – траектории движения частиц примеси различных размеров;
R_{min}, R_{max} – соответственно минимальный и максимальный радиус разделительной тарелки; $R_б$ – внутренний радиус барабана;
ds – элементарное перемещение частицы примеси

Распределение давления во вращающемся барабане с молоком с учетом условия взвешенности частиц Эйнштейна [6-10] определяется зависимостью:

$$dp = ds \cdot (\rho_{ч.п.} - \rho_{м.}) \cdot \omega^2 \cdot R_{min}, \quad (1)$$

где ds – элементарное перемещение частицы примеси, м;

$\rho_{ч.п.}$ – плотность частицы примеси, кг/м^3;

$\rho_{м.}$ – плотность молока, кг/м^3;

ω – угловая скорость барабана, с$^{-1}$;

R_{min} – минимальный радиус тарелки, м.

Согласно молекулярно-кинетической теории воспользуемся уравнением Менделеева-Клапейрона:

$$p \cdot V_{м.ч.п.} = R \cdot T, \quad (2)$$

где p – давление, Па;

$V_{м.ч.п.} = \frac{\sum V_{ч.п.}}{\nu_{ч.п.}}$ – молярный объём частиц примеси, м^3/моль;

R – универсальная газовая постоянная, Дж/(моль·К);

T – абсолютная температура, К;

$\sum V_{ч.п.} = \frac{\sum m_{ч.п.}}{\rho_{ч.п.}}$ – суммарный объём частиц примеси, м^3;

$\nu_{ч.п.} = \frac{\sum m_{ч.п.}}{M_{ч.п.}}$ – количество вещества (частиц примеси), моль;

$\sum m_{ч.п.}$ – суммарная масса частиц примеси, кг;

$\rho_{ч.п.}$ – средняя плотность частиц примеси, кг/м^3;

$M_{ч.п.} = N_A \cdot m_{ч.п.}$ – молярная масса частицы примеси, кг/моль;

N_A – число Авогадро, моль$^{-1}$;

$V_{ч.п.} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r_{ч.п.}^3$ – объем частицы примеси, м^3;

$r_{ч.п.}$ – радиус частицы примеси, м.

Выразим из выражения (2) давление p и проведя ряд математических преобразований, получим:

$$(s_2 - s_1) = \frac{3}{4} \cdot \frac{R \cdot T}{N_A} \cdot \frac{\ln\left|\frac{p_2}{p_1}\right|}{\pi \cdot r_{ч.п.}^3 \cdot (\rho_{ч.п.} - \rho_м) \cdot \omega^2 \cdot R_{min}}. \quad (3)$$

В полученной зависимости (3) разность $s_2 - s_1$ представляет собой отрезок пути, который пройдет частица примеси в результате броуновского движения и будет снесена потоком молока к оси барабана.

Чтобы частица примеси критического размера могла быть унесена потоком молока к оси барабана, величина отрезка пути $s_2 - s_1$ в зависимости (3) должна быть меньше или равна одной десятой радиуса частицы примеси $r_{ч.п.}$:

$$s_2 - s_1 \leq 0{,}1 \cdot r_{ч.п.}, \quad \text{м.} \quad (4)$$

Тогда выражение для определения критического радиуса частицы примеси способного выделиться в межтарелочном пространстве барабана сепаратора-молокоочистителя с учетом зависимостей (3) и (4) примет вид:

$$r_{кр.ч.п.} \geq \sqrt[4]{7{,}5 \cdot \frac{R \cdot T}{N_A} \cdot \frac{\ln\left|\frac{p_2}{p_1}\right|}{\pi \cdot (\rho_{ч.п.} - \rho_м) \cdot \omega^2 \cdot R_{min}}}, \quad \text{м.} \quad (5)$$

На основании полученных расчетов построен график зависимости критического размера частицы примеси от температуры при максимальной и минимальной угловой скорости барабана (рис. 2).

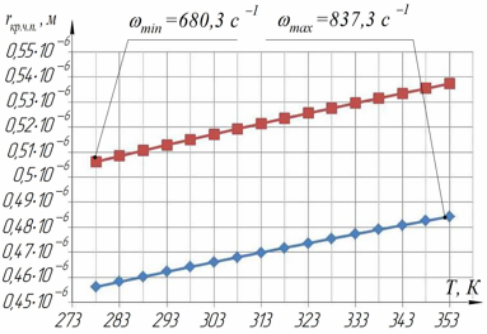


Рисунок 2 – График зависимости радиуса частицы примеси от температуры при максимальной и минимальной угловой скорости барабана

Вывод. Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что минимальный радиус частицы примеси, выделяемого сепаратором, составляет r_{min}=0,5 10^{-6} м. При этом имеется закономерность, что изменение температуры исходного молока с 278 до 353 К. оказывает незначительное воздействие на минимальный радиус жирового шарика, так как при увеличении абсолютной температуры в указанном диапазоне его радиус увеличивается на 5,77 %. Однако снижение угловой скорости барабана с 837,3 $с^{-1}$ до 680,3 $с^{-1}$ приводит к увеличению минимального радиуса частицы примеси на 9,9 %. Следовательно, для выделения частицы примеси радиусом более r_{min}=0,5 10^{-6} м необходимо поддержание угловой скорости в размере 837,3 $с^{-1}$ и температуры молока при сепарировании 353 К, или 80°С. Однако при такой температуре возможно не желательное изменение составляющих молока вплоть до денатурации части белков. Поэтому оптимальным диапазоном температур считается интервал от 35 до 45°С. Таким образом, можем сделать вывод что выражение (5) позволяет определить критический радиус частицы примеси способной выделиться в межтарелочном пространстве барабана сепаратора-молокоочистителя.

Список использованной литературы

1. ГОСТ Р 51563-2000. Сепараторы жидкостные центробежные. Требования безопасности. Методы испытаний. – Введ. 2001-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 8 с.

2. Яшин, А.В. Структурно-функциональное описание технологического процесса сепарирования молока и структурная схема работы барабана / А.В. Яшин, А.В. Саввин // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. Часть 1. – Ульяновск: ГСХА им. П.А. Столыпина, 2015. – С. 131–134.

3. Яшин, А.В. К вопросу о взаимосвязи разделяющей способности сепаратора и разделяемости молока / А.В. Яшин, А.В. Саввин, А.А. Романова // Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства: сборник статей Международной научно-практической конференции. – Пенза: РИО ПГСХА, 2014. – С. 227–232.

4. Яшин, А. В. К вопросу совершенствования технологического процесса очистки молока сепаратором-молокоочистителем / А. В. Яшин, Ю. В. Полывяный, А. А. Гусев // Инновационные достижения науки и техники АПК: Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Кинель, 28 февраля – 03 2022 года. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2022. – С. 260–266.

5. Гусев А.А., Классификация и анализ конструкций сепараторов-молокоочистителей / А. А. Гусев, А. В. Яшин // Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы. Сборник статей XVII Международной научно-практической конференции 24-25 октября 2022 г. С. 573–575.

6. Яшин, А. В. Некоторые результаты экспериментальных лабораторных исследований сепаратора-молокоочистителя с двухсекционным барабаном / А. В. Яшин, А. А. Гусев // Организационно-методические аспекты повышения

качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по программам высшего и среднего профессионального образования : Сборник статей III Всероссийской (национальной) научно-методической конференции, посвященной 70-летию Пензенского государственного аграрного университета, Пенза, 02–03 декабря 2021 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2021. – С. 234–239. – EDN FLAJGR.

7. Патент на полезную модель № 224908 U1 Российская Федерация, МПК B04B 1/08, A01J 11/06, A01J 11/00.Сепаратор-молокоочиститель: № 2024101603; заявл. 24.01.2024; опубл.: 08.04.2024 / А.В. Яшин, Ю.В. Полывяный, А.А. Гусев; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Пензенский государственный аграрный университет"

Summary. An expression has been defined that makes it possible to determine the critical radius of an impurity particle capable of being released in the interstitial space of the separator-milk cleaner drum, and the calculation has established that the minimum radius of an impurity particle released by the separator is r_{min}=0,5 10^{-6} m.

УДК 631.43:629.1

Орда А.Н.[1], доктор технических наук, профессор;
Шкляревич В.А.[1], старший преподаватель;
Ракова Н.Л.[1], кандидат технических наук, доцент;
Воробей А.С.[2], кандидат технических наук, доцент, научный сотрудник
[1]*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*
[2]*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь*

ОБОСНОВАНИЕ ПУТЕЙ СНИЖЕНИЯ УПЛОТНЯЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ХОДОВЫХ СИСТЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ НА ПОЧВУ

Аннотация. Приведены данные по изменению плотности почвы при воздействии не нее ходовыми системами тракторов. Предложены пути снижения уровня уплотняющего воздействия ходовых систем на почву.

Abstract. The data on soil density changes under the influence of tractor undercarriage systems are given. Ways to reduce the level of compacting impact of undercarriage systems on soil are suggested.

Ключевые слова: плотность, почва, напряжение, ходовая система, колесо, гусеница, деформация почвы.

Keywords: density, soil, stress, running system, wheel, track, soil deformation.

Воздействие ходовых систем машинно-тракторных агрегатов на почву ведет к снижению урожайности сельскохозяйственных культур. Урожайность зерновых в следах тракторов снижается на 10…15 %, а корнеклубнеплодов – на 20…30 % [1, 2, 3].

Изучалось уплотнение почвы ходовыми системами тракторов. На уплотненных тракторами делянках произошло снижение урожайности сельскохозяйственных культур. Достоверное снижение урожайности овса получили при трех- и пятикратном уплотнении колесными тракторами и при пятикратном уплотнении гусеничным трактором. Смесь гороха с кукурузой (зеленая масса) и кормовая свекла более чувствительны к уплотнению почвы. Достоверное снижение урожая этих культур получили от однократного воздействия тракторов [3, 4, 6].

Уплотняющее воздействие движителей будем оценивать глубиной следа, плотностью почвы в следе и высотой уплотняемого слоя. Проанализируем, как влияют параметры ходовой системы (давление, количество осей, нагрузка, приходящаяся на ходовую систему, размеры колес) на следообразование и уплотнение почвы.

В случае изменения давления в зависимости обратно пропорциональной количеству осей N глубина следа для сильно упрочняющихся почв определится из исследований [3]:

$$H_N = \frac{p_0}{k} \cdot Arch \frac{N^{b \cdot k / p_0^2}}{\sqrt{1 - \left(\xi \cdot Q / F_k \cdot N \cdot p_0\right)^2}}, \qquad (1)$$

где p_0 – несущая способность почвы, Па; k – коэффициент объемного смятия почвы, Н/м^3; ξ – коэффициент, учитывающий закономерность распределения давлений под опорной поверхностью колеса; F_k – площадь контакта колеса с почвой, м^2; Q – нагрузка трактора на ходовую систему, Н.

Анализ зависимости (1) показал, что при увеличении количества осей многоосной ходовой системы глубина следа уменьшается.

Уплотнение верхнего слоя почвы для такого нагружения определяется по формуле [3,5]:

$$\left(\frac{\rho_0}{\rho_П}\right)_N = \frac{\beta}{k} \cdot p_0 \left[Arch \frac{N^{b \cdot k / p_0^2}}{\sqrt{1 - \left(\xi \cdot Q / F_k \cdot N \cdot p_0\right)^2}} \right], \qquad (2)$$

где ρ_0 – плотность почвы в контакте с колесом, кг/м^3; $\rho_П$ – исходная плотность почвы, кг/м^3; β – коэффициент распределения напряжений в почве, м$^{-1}$; b – коэффициент накопления повторных осадок.

Высота уплотняемого слоя почвы x_{hN}

$$x_{hN} = \frac{1}{\beta} \ln \left\{ \frac{p_0}{\sigma_{x0}} \cdot \left[Arch \frac{N^{b \cdot k / p_0^2}}{\sqrt{1 - \left(\xi \cdot Q / F_k \cdot N \cdot p_0\right)^2}} \right] \right\}, \qquad (3)$$

где σ_{x0} – напряжение, при котором не наблюдается уплотнение почвы, Па.

Из рисунка 1, построенного на основании зависимостей (2) и (3), видно, что увеличение количества осей ходовой системы при одинаковой общей нагрузке ведет к снижению уплотнения верхнего слоя почвы и высоты уплотняемого слоя. При возрастании отношения $\xi \cdot G / \left(F_k \cdot p_0\right)$ интенсивность снижения уплотнения почвы растет при увеличении количества осей. Однако во всех случаях при достижении четырех и более осей интенсивность убывания уплотнения заметно снижается.

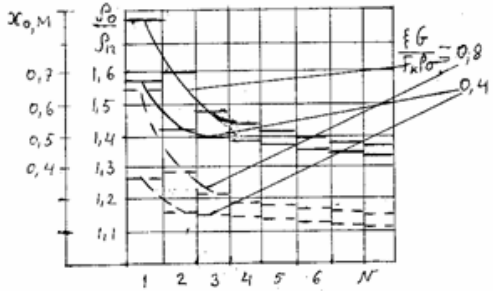


Рисунок 1 – Влияние числа осей на уплотнение почвы:
—— – высота уплотняемого слоя; - - - – уплотнение почвы.

При изучении следообразования на слабо упрочняющихся почвах применялись зависимости глубины следа от числа проходов колес [3, 5, 7, 8, 9, 10, 11]**.** Зависимость накопления повторных осадок имеет вид:

$$h_N = \frac{p_0}{k} \cdot Arch \frac{\xi \cdot G}{F_k \cdot N \cdot p_0} \left(1 + k_u \cdot \lg N\right), \qquad (4)$$

где k_u – интенсивность накопления повторных осадок на слабо упрочняющихся почвах.

Уплотнение верхнего слоя почвы:

$$\left(\frac{\rho_0}{\rho_П}\right)_n = \frac{\beta}{k} Arch \frac{\xi \cdot G}{F_k \cdot N} \left(1 + k_u \cdot \lg N\right), \qquad (5)$$

Для слабо упрочняющихся почв эффект уменьшения глубины следа и уплотнения почвы при увеличении количества осей (рис. 2) снижается по сравнению со следообразованием на сильно упрочняющихся почвах. Значения коэффициента интенсивности накопления повторных деформаций, несущей способности и коэффициента объемного смятия принимались на основании исследований [3, 4].

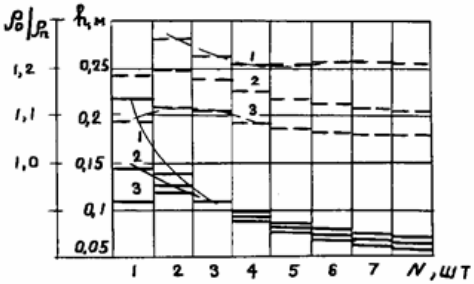


Рисунок 2 – Зависимость глубины следа (——) и уплотнения (- - - -) слабо упрочняющейся почвы от числа осей:
1 – k_u = 2, 2 – k_u = 4, 3 – k_u =6.

Заключение 1. Воздействие на почву ходовых систем тракторов приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур. Достоверное снижение урожайности овса получили при трех и пяти кратном уплотнении колесными тракторами. Смесь гороха с кукурузой и кормовая свекла более чувствительны к уплотнению почвы. Достоверное снижение урожая этих культур получили при однократном воздействии тракторов.

2. При эксплуатации машинно-тракторных агрегатов воздействие их ходовых систем на почву оценивается не только глубиной следа, но и уплотнением верхнего слоя почвы, высотой уплотняемого слоя и характером распределения плотности по глубине. Для расчета показателей уплотнения почвы применен энергетический метод, основанный на закономерностях поглощения энергии различными слоями почвы. В результате получены закономерности уплотнения связных почв и рыхлых почв, подстилаемых плотным основанием, в различных режимах нагружения.

3. Анализ полученных зависимостей показал, что увеличение количества осей ходовой системы при сохранении общей нагрузки ведет к снижению уплотнения верхнего слоя почвы и высоты уплотняемого слоя. При увеличении количества осей свыше четырех интенсивность убывания уплотнения заметно снижается.

Список использованной литературы

1. Русанов, В. А. Проблема переуплотнения почв движителями и эффективные пути ее решения / В. А. Русанов. – М.: ВИМ, 1998. – 368 с.

2. Кушнарев, А. С. Уменьшение вредного воздействия на почву рабочих органов и ходовых систем машинных агрегатов при внедрении индустриальных технологий возделывания сельскохозяйственных культур / А. С. Кушнарев, В. М. Мацепуро //. – М.: Всесоюзн. ордена «Знак Почета» сельскохоз. институт заочного образования, 1986. – 56 с.

3. Орда, А. Н. Эколого-энергетические основы формирования машинно-тракторных агрегатов: дис. … д-ра техн. наук: 05.20.03 / А. Н. Орда. – Минск: БГАТУ, 1997. – 269 л.

4. Афанасьев, Н. И. Влияние уплотнения машинно-тракторными агрегатами на свойства, режимы почвы и урожай сельскохозяйственных культур: Дерново-подзолистые почвы Белоруссии / Н. И. Афанасьев, И. И. Подобедов, А. Н. Орда // Переуплотнение пахотных почв: Причины, следствия, пути уменьшения. – М.: Наука, 1987. – С. 46–59.

5. Кацыгин, В. В. Основы теории выбора оптимальных параметров мобильных сельскохозяйственных машин и орудий / В. В. Кацыгин // Вопросы с.-х. механики. – Минск: Ураджай, 1964. – Т. 13. – С. 5–147.

6. Влияние многоосной ходовой системы машинно-тракторных агрегатов на плотность почвы / И. Н. Шило [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2018. – №1 – С.31–36. DOI: https://doi.org/10.22314/2073-7599-2018-12-1-31-36.

7. Закономерности накопления повторных осадок почвы при воздействии ходовых систем мобильной сельскохозяйственной техники / И. Н. Шило, Н. Н. Романюк, А. Н. Орда, В. А. Шкляревич, А. С. Воробей // Агропанорама. – 2014. – № 6. – С.2–7.

8. Чигарев, Ю. В. Агротехническая повреждаемость почв при ударных нагрузках от эксплуатируемых сельскохозяйственных машин и орудий / Ю. В. Чигарев, Н.Н. Романюк, Ю. В. Устиненко // Весці акадэм. аграр. навук РБ. – 1997. – №3. – С. 68–70.

9. Романюк, Н. Н. Определение деформации почвы от вибрационных нагрузок сельскохозяйственных движителей / Н. Н. Романюк // Моделирование и прогнозирование аграрных энергосберегающих процессов и технологий : материалы Международной научно-технической конференции, Минск, 22-24 апреля 1998 г. : в 2 ч. Ч. 2. - Минск : БАТУ, 1998. – С. 34–37.

10. Обоснование закономерностей деформирования почв различных агрофонов под воздействием колес / И.Н. Шило [и др.] // Агропанорама. – 2018. – N 2. – С. 2–6.

11. Влияние количества осей ходовой системы мобильной сельскохозяйственной техники на глубину следа = Influence of the number of undercarriage axles of mobile agricultural machinery on the depth of track / И. Н. Шило [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2016. – N 4. – С. 37–41.

Summary. The impact of tractor chassis on the soil leads to a decrease in the yield of agricultural crops. When operating machine and tractor units, the impact of their chassis on the soil is assessed not only by the depth of the track, but also by the compaction of the upper soil layer. To calculate the indicators of soil compaction, an energy method was used based on the patterns of energy absorption by different soil layers. As a result, the patterns of compaction of cohesive soils and loose soils underlain by a dense base were obtained under various loading conditions.

УДК 631. 431

Орда А.Н., доктор технических наук, профессор;
Шкляревич В.А., старший преподаватель
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ НОРМАЛЬНЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ И ОСАДКОЙ ПОЧВЫ

Аннотация. Получены аналитические зависимости между нормальным напряжением и осадкой почвы.

Abstract. Analytical relationships between normal tension and soil sediment were obtained.

Ключевые слова. Напряжение в почве, осадка почвы, деформация, колесо.

Keywords. Soil tension, soil sediment, deformation, wheel.

В земледельческой механике наибольшее распространение находят следующие зависимости между напряжением сжатия и осадкой штампа [1–3]:

$$\sigma = k\,h, \tag{1}$$

$$\sigma = \overline{p}\,\frac{P}{F}h\,, \tag{2}$$

$$\sigma = c\;h^{\mu}\,, \tag{3}$$

$$\sigma = c_0\varepsilon^{\mu}\,, \tag{4}$$

$$\sigma = p_0\left(1-e^{-h/k_0}\right), \tag{5}$$

$$\sigma = p_0\left(1-\mathrm{e}^{-L'\varepsilon}\right), \tag{6}$$

$$\sigma = p_0 th\left(\frac{k}{p_0}h\right), \tag{7}$$

$$\sigma = \frac{p_0}{1+C\,e^{-c_1 p_0 h}}\,, \tag{8}$$

где k – коэффициент объемного смятия почвы, Н/м^3; $\overline{p}$ – среднее удельное давление, Па; P – периметр опорной площади, м; F – опорная площадь, м^2; c – константа; μ – показатель степени деформируемости почвы; c_0 – константа деформируемости с постоянной размерностью, Па; $\varepsilon = h / D$ – относительная деформация; D – диаметр штампа, м; p_0 – предел несущей способности почвы, Па; k_0 – константа деформируемости, м; L' – безразмерный коэффициент относительной жесткости; ε_m – относительная деформация почвы в точке перегиба кривой деформирования.

Проанализируем возможность применения закономерностей деформирования почвы штампом (1)–(8) к процессу передвижения колес.

Для того чтобы можно было применить закономерности деформирования почвы штампом применительно к качению колеса, применяются следующие допущения [4].

1. Сила реакции почвы на элементе поверхности колеса проходит через его ось и равна напряжению σ, умноженному на площадь элемента *dA* (рисунок 1, *а*).

2. Напряжение σ под колесом равно напряжению под штампом, вдавленным в почву на глубину, на которой находится рассматриваемый элемент поверхности колеса.

При выполнении данных допущений можно применять зависимость между напряжением σ и осадкой штампа *h* (рисунок 1, *б*) для определения напряжений в размеченных точках контакта колеса с почвой.

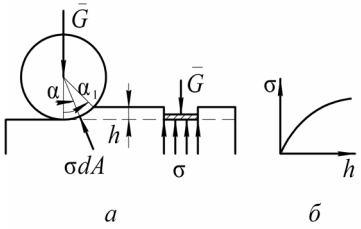


Рисунок 1 – Деформация почвы:
а – схема деформирования почвы колесом и штампом;
б – зависимость между напряжением σ и деформацией почвы *h*

При изучении процесса вдавливания деформатора установлено [5, 6, 7, 10, 11, 12], что кривая изучаемого явления может быть симметричной лишь в некоторых частных случаях. В общем случае деформирования бесконечного полупространства почвы она асимметрична относительно точки перегиба [5]. Поэтому процесс осадки почвы под воздействием деформатора будем характеризовать аналитическим описанием кривой вдавливания, состоящей из вогнутого и выпуклого участков. Так, Д.И. Золотаревская, используя результаты исследования Г.И. Покровского и предложенную В.В. Кацыгиным зависимость гиперболического тангенса между сопротивлением и осадкой почвы (7), получила следующую формулу [6]:

$$\sigma = p_0 \left[th \frac{E_m}{p_0} \left(\varepsilon - \varepsilon_m \right) + th \frac{E_m}{p_0} \varepsilon_m \right], \qquad (9)$$

где E_m – максимальный модуль деформации почвы, Па; $\varepsilon = h / h_0$ – относительная осадка; h_0 – эквивалентная высота деформируемого слоя, м; ε_m – относительная осадка почвы, соответствующая точке перегиба кривой.

Формула (9) больше приемлема для практического использования, чем выражение (8), так как входящие в нее коэффициенты имеют физический

смысл и легко определяются из опыта. Однако, она также симметрична относительно точки перегиба, что не совсем точно отражает процесс вдавливания в начальной стадии.

Для нахождения уравнения кривой вдавливания введем вспомогательную систему координат $\bar{\sigma}C\bar{h}$. Начало данной системы координат поместим в точку перегиба C. Выпуклый участок кривой вдавливания в системе координат $\bar{\sigma}C\bar{h}$ описывается уравнением:

$$\bar{\sigma} = p\,th\,\frac{k_m}{p}\bar{h}\,, \tag{10}$$

где k_m – коэффициент объёмного смятия почвы в точке перегиба C, Н/м^3.

Кривую вдавливания (рисунок 2) будем описывать двумя уравнениями. Зависимость между сопротивлением и осадкой для вогнутого участка имеет следующий вид [5]:

$$\sigma_1 = \sigma_y - \left(\sigma_0 + \sigma_y\right) th\frac{k_m}{\sigma_0 + \sigma_y}\left(h_y - h\right). \tag{11}$$

Для практического использования равенство (11) неприемлемо из-за трудности определения напряжения σ_0, обусловленного сцеплением почвы. Выразим его через коэффициент k_0 объемного смятия в начале процесса вдавливания ($k_0 = \mathrm{tg}\alpha_0$). Возьмем производную напряжения σ_1 по осадке h из уравнения (19), одновременно воспользовавшись тем, что при $h = 0$, $\sigma_1 = 0$, а $k_0 = d\sigma_1 / dh$.

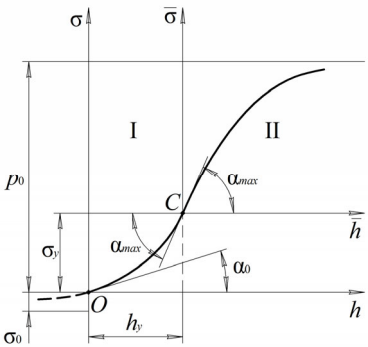


Рисунок 2 – Зависимость между сопротивлением и осадкой штампа

Зависимость сопротивления от глубины на вогнутом участке кривой вдавливания в таком случае будет иметь вид:

$$\sigma_1 = \sigma_y - \frac{k_m h_y}{Arch\sqrt{\frac{k_m}{k_0}}} th\left(\frac{h_y - h}{h_y} Arch\sqrt{\frac{k_m}{k_0}}\right). \tag{12}$$

Для выпуклого участка зависимость между сопротивлением и осадкой запишем следующим образом:

$$\sigma_2 = \sigma_y + (p_0 - \sigma_y) th \frac{k_m}{p_0 - \sigma_y}(h - h_y), \qquad (13)$$

где σ_2 – сопротивление вдавливанию деформатора во второй стадии, характеризуемой выпуклым участком кривой, Па;

Найдём глубину следа в зависимости от давления движителя на почву. Если давление меньше сопротивления вдавливанию в точке перегиба, глубина следа определяется из формулы (12):

$$h = \frac{h_y}{A_0}\left[A_0 - Arth \frac{A_0(\sigma_y - \sigma)}{k_m h_y} \right], \qquad (14)$$

где $A_0 = Arch\sqrt{k_m / k_0}$.

Для случая, когда давление движителя на почву превышает сопротивление вдавливанию в точке перегиба, глубину следа находим из выражения (13):

$$h = h_y + \frac{(p_0 - \sigma_y)}{k_m} Arth \frac{\sigma_y - \sigma}{p_0 - \sigma_y}. \qquad (15)$$

По формулам (14) и (15) строим зависимость деформации почвы с различными механическими свойствами от давления на неё (рисунок 3). Рыхлая почва (σ_y = 80 кПа; h_y = 0,058 м; k_m = 2500 кПа/м; k_0 = 300 кПа/м; p_0 = 200 кПа); почва средней плотности (σ_y = 200 кПа; h_y = 0,058 м; k_m = 5000 кПа/м; k_0 = 1500 кПа/м; p_0 = 500 кПа); почва высокой плотности (σ_y = 300 кПа; h_y = 0,058 м; k_m = 7500 кПа/м; k_0 = 2250 кПа/м; p_0 = 750 кПа).

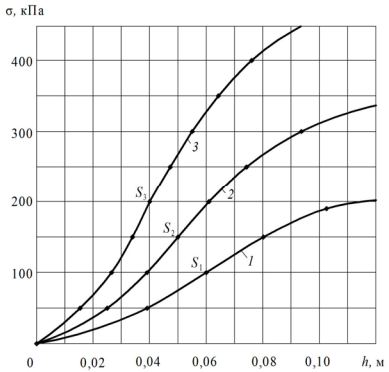


Рисунок 3 – Зависимость деформации от напряжения в почве:
1 – при k_0 = 300 кПа/м; *2* – при; k_0 = 1500 кПа/м;
3 – при k_0 = 2250 кПа/м

Из рисунка 3 видно, что для почвы небольшой исходной плотности (k_0 = 300 кПа/м) четко выделяются три участка: вогнутый, близкий к прямолинейному и выпуклый. Для почвы с высокой исходной плотностью (k_0 = 2250 кПа/м) четко выделяется средний прямолинейный участок, а выпуклый – отсутствует.

Заключение. 1. В общем случае деформирования, когда плотность почвы в различных горизонтах мало различима, зависимость между напряжениями сжатия и осадкой штампа имеет *S*-образный характер. График этой зависимости, имеющий вогнутый и выпуклый участки, является ассимметричным относительно перегиба.

2. Для определения глубины следа при воздействии колес следует применять предложенные зависимости, описывающие аналитические вогнутый и выпуклый участки кривой деформирования. Из графиков, построенных по полученным зависимостям видно, что с увеличением рыхлости почвы усиливается вогнутость в начальной стадии и выпуклость в конечной стадии деформирования.

Список использованной литературы

1. Орда, А. Н. Свойства почвы и их изменение под воздействием ходовых систем почвообрабатывающих машинно-тракторных агрегатов // А. Н. Орда, А. С. Воробей, В. А. Шкляревич // Инженерный вестник. – 2008. – № 1 (25). – С. 68–73.

2. Орда, А. Н. Эколого-энергетические основы формирования машинно-тракторных агрегатов : автореф. дис. … д-ра тех. Наук : 05.20.03 / А. Н. Орда; Белорус. аграр. тех. ун. – Минск, 1997. – 36 с.

3. Кацыгин, В. В. Основы теории выбора оптитмальных параметров мобильных с.х. машин и орудий / В. В. Кацыгин // Вопросы сельскохозяйственной механики. – 1964. – Т. 13. – С. 5–147.

4. Кулен, А. Современная земледельческая механика / А. Кулен, Х. Купперс. – Москва, Агропромиздан, 1986. – 350 с.

5. Бойков, В. Обоснование зависимости между сжимающими напряжениями и осадкой почвы / В. Бойков, Ч. Жданович, А. Орда // Y Miedzynarodowe sympozjum Ekologiczne aspekty mechanizacji nawozenia, ochrony roslin i uprawy gleby. – Warszawa, 1998. – S. 161–168.

6. Золотаревская, Д. И. Зависимость между сжимающими напряжениями и осадкой почвы / Д. И. Золотаревская // Механизация и электрификация сел. хоз-ва. – 1980. – № 2. – С. 30–32.

7. Романюк, Н. Н. Снижение уплотняющего воздействия на почву мобильных энергосредств : монография / Н. Н. Романюк // Минск : БГАТУ, 2020. – 200 с.

8. Закономерности уплотнения почвы под воздействием колес сельскохозяйственных машин / И. Н. Шило, Н. Н. Романюк, А. Н. Орда, В. А. Шкляревич, А. С. Воробей // Агропанорама. – 2016. – № 2. – С. 2–8.

9. Влияние количества осей ходовых систем мобильной сельскохозяйственной техники на глубину следа / И. Н. Шило [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2016. – №4. – С. 37–41.

10. Романюк, Н. Н. Определение деформации почвы от вибрационных нагрузок сельскохозяйственных движителей / Н. Н. Романюк // Моделирование и прогнозирование аграрных энергосберегающих процессов и технологий : материалы Международной научно-технической конференции, Минск, 22–24 апреля 1998 г. : в 2 ч. Ч. 2. – Минск : БАТУ, 1998. – С. 34–37.

11. Обоснование закономерностей деформирования почв различных агрофонов под воздействием колес / И.Н. Шило [и др.] // Агропанорама. – 2018. – N 2. – С. 2–6.

12. Влияние количества осей ходовой системы мобильной сельскохозяйственной техники на глубину следа = Influence of the number of undercarriage axles of mobile agricultural machinery on the depth of track / И. Н. Шило [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2016. – N 4. – С. 37–41.

Summary. In the general case of deformation, when the soil density in different horizons is poorly distinguishable, the relationship between compression stresses and stamp settlement has an *S*-shaped character. The graph of this relationship, which has concave and convex sections, is asymmetrical relative to the inflection. To determine the depth of the trace under the action of wheels, the proposed dependencies should be used, describing the analytical concave and convex sections of the deformation curve. From the graphs constructed using the obtained dependencies, it is evident that with an increase in soil looseness, concavity in the initial stage and convexity in the final stage of deformation increase.

УДК 631.31

Ружьев В.А., кандидат технических наук, доцент;
Губарев В.Д., исследователь, преподаватель-исследователь;
Титов К.С., молодой ученый
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», г. Пушкин, Российская Федерация

ПЕРСПЕКТИВНОЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ РАБОЧЕГО ОРГАНА КУЛЬТИВАТОРА-ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЯ

Аннотация. Обработка почвы является наиболее энергоемким технологическим процессом в технологии производства сельскохозяйственных культур. Высокие энергозатраты при обработке почвы обусловлены применением традиционных подходов к проектированию геометрии рабочих органов почвообрабатывающих агрегатов. Основная задача перспективного конструктивно-технологического решения – снижение затрат энергии на выполнение процессов формирования требуемой структуры корнеобитаемого слоя и минимизацию износа контактных поверхностей.

Abstract. Soil cultivation is the most energy-intensive technological process in the technology of agricultural crop production. High energy costs during soil cultivation are due to the use of traditional approaches to designing the geometry of the working bodies of soil-cultivating units. The main task of a promising design and technological solution is to reduce energy costs for performing the processes of forming the required structure of the root-inhabited layer and minimizing wear of contact surfaces.

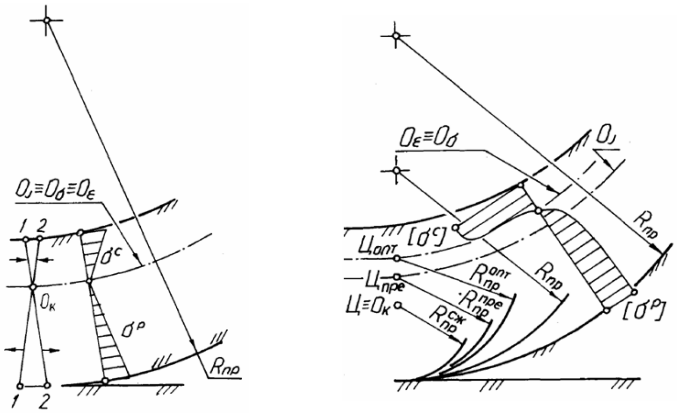
Ключевые слова. Почвообрабатывающие рабочие органы, культиватор-глубокорыхлииель, управление внутрипочвенными реологическими процессами

Key word. Tillage working bodies, deep-soil cultivator, control of subsoil rheological processes

Для выбора и обоснования формы рабочей поверхности почвообрабатывающих рабочих органов орудий для основной (глубокой) обработки почвы научным коллективом были проведены теоретические и экспериментальные изыскания [1, 2, 3].

В кинематическом представлении деформации при изгибе, сжатие характеризуется сближением частиц почвенного пласта, а растяжение – их удалением. Границей между этими типами деформаций является зона относительно неподвижных частиц, соответствующая нормальной оси $O\varepsilon$, которая представляет нормальные деформации пласта. При этом линии 1-1 будут стремиться занять положение точек линии *2-2*, а точка $O_К$ пересечения линий 1-1 и 2-2 будет находится на оси $O\varepsilon$. Нейтральные оси упругих напряжений $O\sigma$ и деформаций $O\varepsilon$ совпадают с осью Oj сопротивления сечения пласта (рисунок 1.1, *а*).

При меньшей величине радиуса $R_{ПР}$ кривизны рабочей поверхности кинематический центр $O_К$ деформаций будет совпадать с центром Ц радиуса $R_{ПР}$, что вызовет понижение уровня оси $O\varepsilon$ ниже оси сопротивления сечения Oj (рисунок 1.1, *б*). Пласт будет повергнут избыточной деформации сжатия, что приведет к повышению энергозатрат.



а *б*

Рисунок 1 – Схема, демонстрирующая зависимость распределения нормальных напряжений в почвенном пласте от радиуса $R_{ПР}$ продольного сечения рабочей поверхности [4, 5, 6] (пояснения в тексте)

Следовательно, для менее энергоемкого и более качественного рыхления пласта центр $Ц_{ОПТ}$ радиуса $R_{ПР}^{ОПТ}$ кривизны рабочей поверхности должен находится на уровне верхней трети высоты пласта H.

Также для снижения энергозатрат выполнения технологической операции возможно, путем уменьшения угла установки рабочей поверхности каждого элемента в глубине почвенного слоя [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13]. Однако для обеспечения заданного подъёма пласта на высоту h при уменьшении угла β длина плоского клина S увеличивается в соответствии с определённой зависимостью:

$$S / h = 1 / \sin\beta. \quad (1)$$

Увеличение соотношения относительной длины S / h приводит к повышению энергетических затрат на преодоление силы трения и ухудшению качества крошения.

Это противоречие можно устранить, разделив клин на несколько последовательных клиньев с малым приращением угла крошения Δβ, которое соответствует приращению деформации Δγ (см. рисунок 2). При достаточно малом приращении β поверхность клина из многогранной переходит в криволинейную, что соответствует непрерывности деформации $E = f(\Delta\gamma)$ с минимальной скоростью деформации $\dot{E}$.

Из-за сложности аналитического моделирования процессов, происходящих в пласте почвы на рабочей поверхности рабочего органа культиватора-глубокорыхлителя, необходимо подобрать оптимальный криволинейный профиль формы, задаваемый отношением h / L (рис. 3), определение соотношения конструктивных размеров рабочих органов выполним с использованием современной *CAD*-системы, предназначенной для решения конструкторских задач и оформления конструкторской документации, базирующимися на технологиях путем *3D*-объемного параметрического моделирования (рисунок 4).

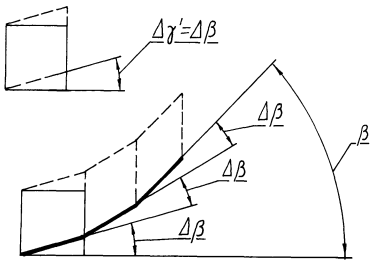


Рисунок 2 – Схема деформации пласта вогнутым клином

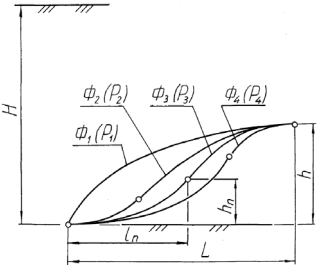
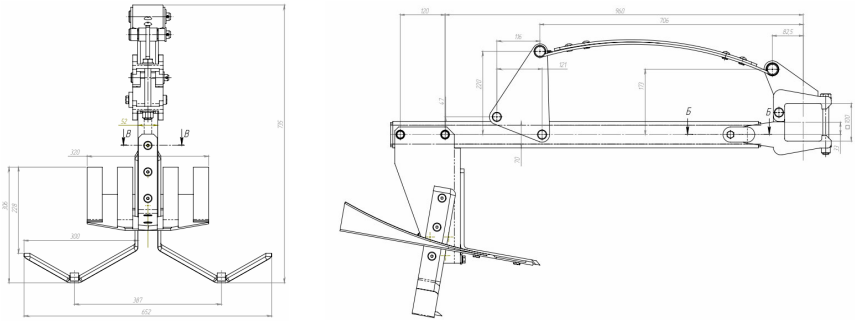


Рисунок 3 – К определению продольного профиля рабочей поверхности рабочего органа



а *б*

Рисунок 4 – Перспективное конструктивно-технологическое решение рабочего органа культиватора-глубокорыхлителя: *а* – вид спереди; *б* – вид сбоку

Сформированная лапой глубокорыхлителя с рабочей поверхностью усовершенствованной формы структура почвы обеспечивает стабильный тепловой и водный режимы почвы в зоне залегания основной массы корневой системы возделываемых культур.

Список использованной литературы

1. Ружьев, В. А. Методы и средства управления внутрипочвенными реологическими процессами в ресурсосберегающих технологиях возделывания овощей и картофеля : монография / В. А. Ружьев, А. Б. Калинин, И. З. Теплинский. – СПб.: СПбГАУ, 2024. – 161 с.
2. Ружьев, В. А. Совершенствование рабочих органов машин и орудий для обработки почвы на основе реологической модели почвенного состояния / В. А. Ружьев [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2024. – № 11. – С. 163–174. – DOI 10.28983/asj.y2024i11 pp. 163–174.
3. Ружьев, В. А. К обоснованию технологического процесса функционирования комбинированного агрегата для основной обработки почвы за счет управления внутрипочвенными реологическими процессами / В. А. Ружьев [и др.] // Совершенствование инженерно-технического обеспечения производственных процессов и технологических систем : мат. Нац. науч.-практ. конф. с межд. участием, посвященной 70-летнему юбилею начала освоения целинных и залежных земель в Оренбургской области (Оренбург, 02.02.2024 г). – Москва : ООО "Издательство "Перо", 2024. – С. 10–13.
4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025613752 Российская Федерация. Методы и средства повышения эффективности технологических процессов функционирования почвообрабатывающих рабочих органов машин и орудий : заявл. 14.02.2025 ; опубл. 14.02.2025 / В. А. Ружьев [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО СПбГАУ.
5. Калинин, А. Б. Рациональные режимы функционирования дисковых рабочих органов / А. Б. Калинин [и др.] // Сельский механизатор. – 2016. – № 1. – С. 8–9.

6. Ружьев, В. А. Режимы работы комбинированного почвообрабатывающего агрегата с оптимизированными конструкционными параметрами рабочих органов / В. А. Ружьев [и др.] // Вестник АПК Ставрополья. – 2018. – № 3 (31). – С. 4–10.

7. Калинин, А. Б. Снижение экологических рисков применения мобильных энергонасыщенных агрегатов при возделывании семенного картофеля с учетом закономерности тепло и влагопереноса внутри корнеобитаемого слоя почвы / А. Б. Калинин [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2023. – № 5. – С. 132–139.

8. Ловкис, В. Б. К вопросу энергетической оценки эффективности технологий производства продукции растениеводства / В. Б. Ловкис, В. А. Колос, В. А. Ружьев // Механизация и электрификация сельского хозяйства: Межведомственный тематический сборник. Том 55. – Минск : Республиканское унитарное предприятие «Издательский дом «Белорусская наука», 2022. – С. 292–296.

9. Губарев В. Д. Анализ технологического функционирования рабочих органов комбинированного почвообрабатывающего агрегата при внесении конструктивных изменений / Губарев В.Д. [и др.] // Известия Международной академии аграрного образования. – 2021. – № 56. – С. 12–15.

10. Патент на полезную модель 205818 U1 Российская Федерация, A01B 49/00 (2006.01), A01B 49/00 (2021.05), A01B 49/02 (2021.05). Секция рабочих органов пропашного культиватора с корректором глубины хода глубокорыхлительной лапы / Калинин А.Б. (RU), Теплинский И.З. (RU), Ружьев В.А. (RU), Теплинская О.Н. (RU), Герасимова В.Е. (RU) ; патентообладатель ФГБОУ ВО СПбГАУ (RU). – № 2021104832 ; заявл. 25.02.2021 ; опубл. 11.08.2021, Бюл. № 23.

11. Калинин, А. Б. Обоснование технологического процесса пропашного культиватора с рабочими органами комбинированного типа / А. Б. [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 6 (74). – С. 96–98.

12. Хуснияров, И.И. Управление качеством работы культиватора-глубокорыхлителя при дифференциальной по глубине обработке почвы / И.И. Хуснияров, В.А. Ружьев, А.Б. Калинин // Роль молодых ученых и исследователей в решении актуальных задач АПК : мат. Межд. науч.-практ. конф. молодых ученых и обучающихся (СПб.–Пушкин, 26–28.03.2020 г.). – Ч. 1. – СПб.-Пушкин : СПбГАУ, 2020. – С. 354–356.

13. Spray Angle and Uniformity of the Flat Fan Nozzle of Deep Loosener Fertilizer for Intra-Soil Application of Fertilizers = Угол распыления и равномерность плоскоструйной форсунки глубокорыхлителя при внутрипочвенном внесении удобрений / S. Nukeshev [и др.] // AgriEngineering. – 2024. – N 6. – P. 1365–1394. https://doi.org/10.3390/ agriengineering6020079.

Summary. The structure of the soil formed by the deep-ripping paw with an improved working surface ensures stable thermal and water conditions of the soil in the zone where the main mass of the root system of cultivated crops is located.

УДК 629.36

Гедроить Г.И., кандидат технических наук, доцент;
Занемонский С.В., старший преподаватель;
Соболевский С.Е., студент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТАЛЛОКОРДА В КОНСТРУКЦИИ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ШИН

Аннотация. В статье представлены основные требования, предъявляемые к металлокорду. Проанализированы перспективы применения металлокорда в конструкции пневматических шин.

Abstract. The article presents the main requirements for metal cord. The prospects for using metal cord in the design of pneumatic tires are analyzed.

Ключевые слова. Шина, металлокорд, прочность, коррозионная стойкость.

Keywords. Tire, metal cord, strength, corrosion resistance.

В качестве армирующих материалов в конструкции пневматической шины применяют металлический и текстильный корд, стальную проволоку и технические ткани [1, 2]. Корд представляет собой полотно из тонких, прочных нитей основы и слабых, редких нитей, собираемых в полотно при обработке на шинных заводах. Он составляет 15–38 % массы шины и является основным армирующим материалом, определяющим ее технический ресурс, ремонтопригодность и другие показатели качества.

Металлокорд нашел широкое применение в производстве современных шин и используется в слоях каркаса и брекера. Он также применяется для производства клиновых и приводных ремней, рукавов, лент транспортеров и других изделий.

Основными требованиями, предъявляемыми к этому виду армирующих материалов, являются [3]:

– высокая прочность и стабильность размеров;
– адгезия к резиновой смеси;
– равномерное распределение расстояния между проволоками;
– коррозийная стойкость;
– жесткость при изгибе;
– устойчивость при воздействии давления;
– достаточное проникание смеси в межпроволочное пространство;
– гладкие кромки закроенных обрезиненных металлокордных материалов.

Металлокорд представляет собой свитый трос из специальной высококачественной стальной латунированной проволоки диаметром 0,15–0,27 мм холодного волочения. Качество металлического корда во

многом определяется свойствами исходной проволоки: выносливостью, разрывной нагрузкой и равномерностью всех физико-механических показателей. Одним из перспективных путей увеличения выносливости корда является повышение чистоты металла. Применяют сталь состава: углерод – 0,7 %; марганец – 0,5 %; кремний – 0,3 %; сера – не более 0,3 % и свинец – не более 0,03 %.

Конструкции некоторых типов применяемых кордов приведены на рисунке 1.

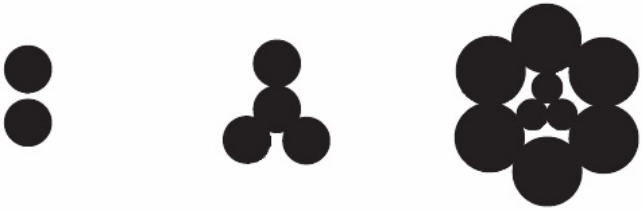


Рисунок 1 – Металлокорд, применяемый при производстве пневматических шин

С увеличением толщины металлокорда повышается его прочность и ухудшаются технологические характеристики (становится жестче).

В последнее время осуществляется обновление ассортимента металлокорда, которое направлено на повышение его коррозионной стойкости, сопротивления коррозии и экономичности [4]. К новым видам корда относятся:

– высокопрочный металлокорд из высокоуглеродистой и микролегированной стали (HT – high tenacity cord);

– корд из проволоки повышенного диаметра;

– корд компактной конструкции с линейным касанием элементов (CC – compact cord);

– корд с повышенным относительным удлинением при разрыве (HE – high elongation cord);

– корд открытых (OC – open cord) и специальных конструкций, обеспечивающих улучшение затекания резиновой смеси в структуру нити (рисунок 2).

В открытой конструкции (рисунок 2, *а*) проволоки имеют возможность перемещаться относительно друг друга, что способствует затеканию резины в нить. Однако при высоком натяжении корда в процессе обрезинивания эффект «открытости» не проявляется. В корде специальной конструкции одна прядь состоит из двух параллельных проволок, а вторая – из свитых, причем пряди свиты между собой. Поэтому натяжение нити при обрезинивании затрудняет затекание резины в меньшей степени.

а *б*

Рисунок 2 – Сравнение конструкций металлокорда
а – открытая (Open); *б* – Betru

Корд специальной конструкции, в отличие от корда обычной конструкции, имеет больший диаметр, меньший шаг свивки, несколько меньшую линейную плотность. Прочность связи резины с кордом специальной конструкции до и после различных видов старения выше по сравнению с аналогичным кордом традиционной конструкции. Разрывная нагрузка высокопрочного корда больше, чем у обычного корда такой же конструкции.

За рубежом выпускаются металлокорд повышенной ударопрочности (HI – high impact cord) и корд конструкции Betru (Bekaert total rubber penetration), обеспечивающей высокую степень затекания резины в нить корда [5].

Корд повышенной ударопрочности состоит из одной пряди, в которой отдельные проволоки скручены с малым шагом. Он характеризуется высокой степенью проникновения резины в нить и высоким удлинением при разрыве, которое даже в обрезиненном состоянии находится на уровне 5 %. Линейная плотность данного корда меньше по сравнению с этим показателем для корда традиционной конструкции с таким же диаметром.

Корд Betru (рисунок 2, *б*) имеет зазоры между проволоками, возникающие вследствие того, что у одной из проволок поперечное сечение в виде многоугольника вместо обычно принятой окружности. Этот факт способствует максимальному проникновению резины в нить. Корд Betru характеризуется большей прочностью связи с резиной и большей ударопрочностью по сравнению с кордом обычной конструкции.

Основные производители металлических армирующих материалов: Bekaert (Бельгия), Pirelli Steelcord (Италия), Sodetal (Люксембург), ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» (Республика Беларусь), Hyosung (Южная Корея), Stahlcord (Австрия) [3, 4].

Металлокорд отличается высокой прочностью, малым удлинением по сравнению с текстильным, обладает высокой стойкостью к тепловому старению и лучшей теплопроводностью.

Недостатками металлокорда являются высокая плотность, низкие значения коррозионной стойкости и выносливости при многократных деформациях изгиба.

Список использованной литературы

1. Шины пневматические. Конструкция. Термины и определения : ГОСТ 22374–77 (с Изменением № 1, утв. в марте 1990), введ. 01.01.1978. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 40 с.

2. Шины пневматические для тракторов и сельскохозяйственных машин. Технические условия : ГОСТ 76463–2003, введ. 01.01.2005. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 25 с.

3. ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://belsteel.com. – Дата доступа : 20.04.2025.

4. ОАО «Белшина» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://belshina.by. – Дата доступа : 20.04.2025.

5. Michelin Group [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://michelin.com. – Дата доступа : 15.04.2025.

Summary. Metal and textile cord, steel wire and technical fabrics are used as reinforcing materials in the construction of a pneumatic tire. Metal cord has found wide application in the production of modern tires and is used in carcass and breaker layers. The quality of the metal cord is largely determined by the properties of the original wire: endurance, breaking load and uniformity of all physical and mechanical properties.

УДК 631.33

Гедроить Г.И.[1], кандидат технических наук, доцент;
Занемонский С.В.[1], старший преподаватель;
Бобрышов А.В.[2], кандидат технических наук, доцент
[1]*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь;*
[2]*ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», г. Ставрополь, Российская Федерация*

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИИ НА ТРАКТОРАХ

Аннотация. В статье дана оценка перспектив применения электромеханической трансмиссии на сельскохозяйственных тракторах.

Abstract. The article provides an assessment of the prospects for using electromechanical transmissions on agricultural tractors.

Ключевые слова. Трактор, трансмиссия, генератор, электродвигатель, эффективность, производительность.

Keywords. Tractor, transmission, generator, electric motor, efficiency, productivity.

Одним из путей обеспечения продовольственной безопасности является внедрение энергоэффективных и ресурсосберегающих технологий

производства сельскохозяйственной продукции. Решение этой задачи непосредственно связано с повышением производительности машинно-тракторных агрегатов (МТА), совершенствованием конструкции тракторов [1].

Электромеханическая трансмиссия является бесступенчатой. Крутящий момент двигателя передается к ведущим колесам трактора с помощью электрической энергии. Электропривод, в отличие от гидропривода, не требует специальных масел, фильтров, прогрева при низких температурах. Электропривод имеет высокий КПД в широком диапазоне регулирования. Это делает работу трактора эффективной на различных режимах, требует минимального технического обслуживания.

На ОАО «Минский тракторный завод» создан трактор с электромеханической трансмиссией «БЕЛАРУС 3023» с электромеханической трансмиссией. Испытания показывают, что тракторы с электромеханической трансмиссией имеют преимущества в сравнении с тракторами с механической трансмиссией [2].

Схема электромеханической трансмиссии трактора «БЕЛАРУС 3023» представлена на рисунке 1 [3].

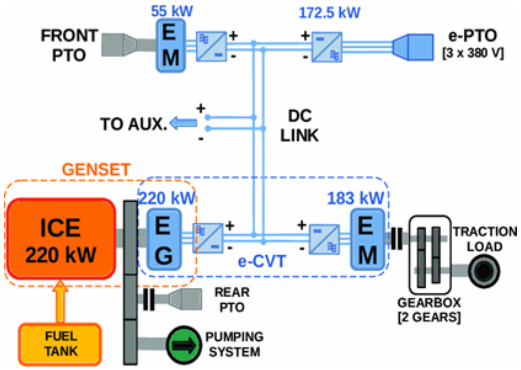


Рисунок 1 – Схема электромеханической трансмиссии трактора «БЕЛАРУС 3023»

Благодаря системе управления двигателем и бесступенчатому регулированию скорости трактора производительность пахотного агрегата на базе трактора «БЕЛАРУС 3023» на 12,5 % выше, чем у агрегата на базе трактора «БЕЛАРУС 3022ДВ» при меньшем на 18 % расходе топлива [4, 5].

После многих лет исследований, разработок и испытаний компания John Deere (США) представила на выставке Agritechnica первую двухпоточную бесступенчатую трансмиссию eAutoPowr с электромеханическим разделением мощности (рисунок 2) [6].

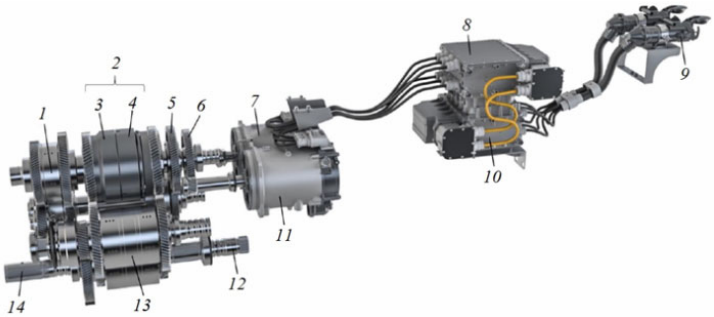


Рисунок 2 – Двухпоточная бесступенчатая электромеханическая трансмиссия eAutoPowr тракторов John Deere серий 8R, 8RT и 8RX:
1 – гидроподжимная муфта; *2* – двойной планетарный редуктор повышенных и пониженных передач «HI-LO»; *3* – редуктор повышенных передач «HI»; *4* – редуктор пониженных передач передача «LO»; *5* – промежуточная передача от двигателя к электрогенератору М1 7; *6* – промежуточная передача от электродвигателя М2 11 к двойному планетарному редуктору *2*; *7* – электрогенератор М1; *8* – двойной инвертор электрогенератора М1 *7* и электродвигателя М2 *11*; 9 – AEF-разъем для подключения внешних потребителей; *10* – двойной инвертор для внешних потребителей; *11* – электродвигатель М2; *12* – выходной вал привода заднего ведущего моста; *13* – двойная гидроподжимная муфта повышенных и пониженных передач; *14* – выходной вал привода переднего ведущего моста

В трансмиссии eAutoPowr гидравлические компоненты полностью заменены электроприводом. John Deere констатирует более высокую эффективность в сравнении с другими трансмиссиями, имеющими разделение потока мощности. Упростилась конструкция коробки передач и появилась возможность проводить дистанционную техническую диагностику в режиме реального времени. Коробка передач обеспечивает максимальную скорость движения при пониженной частоте вращения двигателя: 40 км/ч при 1290 мин$^{-1}$ и 50 км/ч при 1620 мин$^{-1}$, благодаря чему снижаются энергозатраты при транспортных и др. работах [6].

Электропривод также может обеспечивать питание внешних потребителей переменным трехфазным током напряжением 480 В и мощностью до 100 кВт через высоковольтный AEF-разъем 4-го поколения.

Преимущества электромеханической трансмиссии проявляются при создании машин с активным приводом колес. Компании John Deere и Joskin (Бельгия) создали трехосную машину для внесения жидких органических удобрений с двумя осями, оборудованными электроприводом.

Благодаря системе полного привода возможна более эффективная реализация тягового усилия. Испытания продемонстрировали снижение

затрат на внесение жидкого навоза до 25 %. Электропривод осей позволяет уменьшить проскальзывание и буксование, улучшить управляемость в сложных условиях.

Таким образом, создание тракторов с электромеханической и трансмиссией позволяет оптимизировать технологические скорости движения, снизить расход топлива и выбросы вредных веществ, увеличить ресурс тракторов, расширить область их применения.

Список использованной литературы

1. Гедроить, Г. И. Объемы работ и условия эксплуатации транспортных средств / Г. И. Гедроить, С. В. Занемонский // Агропанорама. – 2021. – № 3. – С. 2–7. – Библиогр.: с. 6–7 (9 назв.).

2. Зезетко, Н. И. Техника холдинга «МТЗ-Холдинг» для сельскохозяйственного производства / Н. И. Зезетко // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 24–25 ноября 2022 г. – Минск : БГАТУ, 2022. – С. 38–45.

3. E. Scolaro et al.: Electrification of Agricultural Machinery : AReview Accessed : December, 2021 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.researchgate.net/publication/357004885_Electrification_of_Agricultural_Machinery_A_Review – Дата доступа : 02.05.2025.

4. Гурский, Н. Н. Моделирование процессов управления электромеханической трансмиссией колесного трактора / Н. Н. Гурский, А. В. Пащенко, И. Н. Жуковский // Наука и техника. – 2014. – № 2. – С. 41–45.

5. Флоренцев, Н. С. Трактор с электромеханической трансмиссией / Н. С. Флоренцев [и др.] // «Тракторы и сельхозмашины». – 2010. – № 7. – С. 7–11.

6. John Deere [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://deere.com. – Дата доступа : 03.05.2025.

Summary. The prospects for the application of various solutions for improving the electromechanical transmission of tractors are analyzed. The relevance of the problem is related to the need to ensure stepless regulation of torque and speed, increase the reliability and durability of transmission units, reduce fuel consumption, costs for consumables and maintenance, and reduce the level of harmful emissions from the engine.

УДК 637.116

Яшин А.В., кандидат технических наук, доцент;
Бадов В.Д., аспирант
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет»,
г. Пенза, Российская Федерация

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОСТОЯННЫХ В УРАВНЕНИИ РАДИАЛЬНОГО ПРОГИБА СОСКОВОЙ ТРУБКИ

Аннотация. В статье представлен результат теоретических исследований по определению постоянных уравнении радиального прогиба сосковой трубки, что

позволит определить радиальный прогиб для любой конструкции соской трубки доильного аппарата при доении.

Abstract. The article presents the result of theoretical research on determining the constants of the radial deflection equation of the nipple tube, which will allow determining the radial deflection for any design of the nipple tube of a milking machine during milking.

Ключевые слова. Машинное доение, сосковая трубка, прогиб.

Keywords. Machine milking, nipple tube, deflection.

Современные тенденции развития молочной промышленности обусловливают необходимость существенного увеличения производительности доильного оборудования [2]. Одним из ключевых факторов снижения продуктивности является использование традиционных конструкций сосковых трубок, которые нередко приводят к травмированию тканей вымени животных и замедлению процесса доения [1]. Введение инновационной технологии – сосковой трубки со ступенчатой геометрией – позволяет существенно минимизировать негативные последствия влияния вакуума и одновременно повысить интенсивность и эффективность выдаивания молока [3, 4].

На основании проведенных теоретических исследований получено линейное неоднородное дифференциальное уравнение четвертого порядка с постоянными коэффициентами. Решение этого уравнения позволило установить зависимость радиального прогиба сосковой трубки при воздействии различных нагрузок [5, 6].

Теоретическими исследованиями было установлено уравнение радиального прогиба сосковой трубки [5, 6]:

$$u = C_1 e^{\sqrt{2}\beta z} + C_2 e^{-\sqrt{2}\beta z} + C_3 \sin(\sqrt{2}\beta z) + C_4 \cos(\sqrt{2}\beta z) + \frac{\nu \Delta H R_c}{H} - \frac{p R_c^{\,2}}{Eh}, \quad (1)$$

где C_1, C_2, …, C_n – некоторые постоянные;

$\beta = \sqrt[4]{\dfrac{3(1-\nu^2)}{h^2 R_c^{\,2}}}$ – коэффициент затухания колебаний;

z – координата по оси симметрии сосковой трубки, отсчитываемая от места соединения присоска с рабочей частью сосковой трубки;

ν – коэффициент поперечного сжатия (Пуассона) материала рабочей части сосковой трубки;

h – толщина сосковой трубки;

R_c – средний радиус рабочей части сосковой трубки;

ΔH – абсолютное удлинение рабочей части сосковой трубки;

H – первоначальная длина рабочей части сосковой трубки;

p – вакуумметрическое давление;

E – модуль упругости (Юнга) материала рабочей части сосковой трубки.

Для определения постоянных в уравнении (1) необходимо рассмотреть начальные условия, которые будут объединять отдельные частные решения данного уравнения, формируя одно общее решение. Тогда начальные условия примут следующий вид:

$$\begin{cases} \text{Если } z = 0, \Rightarrow u = 0 \\ \text{Если } z = H, \Rightarrow u = 0 \\ \text{Если } p = 0, \Rightarrow u = 0 \\ \text{Если } p = p_{см}, \Rightarrow u = -R_c, \text{при } z = z_{см} \end{cases} . \tag{2}$$

где $p_{см}$ – вакуумметрическое давление, при котором происходит первоначальное смятие рабочей части сосковой трубки;

$z_{см}$ – координата точки первоначального смятия рабочей части сосковой трубки по оси ее симметрии, отсчитываемая от места соединения присоска с рабочей частью сосковой трубки.

Тогда из уравнения (1) с учетом начального условия (2) получим систему из четырех уравнений:

$$\begin{cases} C_1 + C_2 + C_4 + \dfrac{\nu\Delta H R_c}{H} - \dfrac{pR_c^2}{Eh} = 0 \\ C_1 e^{\sqrt{2}\beta H} + C_2 e^{-\sqrt{2}\beta H} + C_3 \sin(\sqrt{2}\beta H) + C_4 \cos(\sqrt{2}\beta H) + \dfrac{\nu\Delta H R_c}{H} - \dfrac{pR_c^2}{Eh} = 0 \\ C_1 e^{\sqrt{2}\beta z} + C_2 e^{-\sqrt{2}\beta z} + C_3 \sin(\sqrt{2}\beta z) + C_4 \cos(\sqrt{2}\beta z) + \dfrac{\nu\Delta H R_c}{H} = 0 \\ C_1 e^{\sqrt{2}\beta z_{см}} + C_2 e^{-\sqrt{2}\beta z_{см}} + C_3 \sin(\sqrt{2}\beta z_{см}) + C_4 \cos(\sqrt{2}\beta z_{см}) + \dfrac{\nu\Delta H R_c}{H} - \dfrac{pR_c^2}{Eh} = -R_c \end{cases} . \tag{3}$$

Для дальнейшего решения системы уравнений (3) введем следующую замену постоянных и переменных:

$$\begin{aligned} &x = C_1, y = C_2, i = C_3, v = C_4, a = \frac{\nu\Delta H R_c}{H}, b = \frac{pR_c^2}{Eh}, c = R_c, d = e^{\sqrt{2}\beta H}, f = e^{-\sqrt{2}\beta H}, \\ &g = \sin(\sqrt{2}\beta H), j = \cos(\sqrt{2}\beta H), k = e^{\sqrt{2}\beta z}, l = e^{-\sqrt{2}\beta z}, m = \sin(\sqrt{2}\beta z), \\ &n = \cos(\sqrt{2}\beta z), q = e^{\frac{\beta H_{см}}{\sqrt{2}}}, r = e^{-\frac{\beta H_{см}}{\sqrt{2}}}, s = \sin(\frac{\beta H_{см}}{\sqrt{2}}), t = \cos(\frac{\beta H_{см}}{\sqrt{2}}), w = \frac{p_{см} R_c^2}{Eh}. \end{aligned} \tag{4}$$

С учетом введенных замены постоянных и переменных (4), из системы уравнений (3) получим:

$$\begin{cases} x + y + v + a - b = 0 \\ xd + yf - ig + vi + a - b = 0 \\ xk + yl + im + vn + a = 0 \\ xq + yr + is + vt + a - w = -c \end{cases} . \tag{5}$$

Для определения $x = C_1$, $y = C_2$, $i = C_3$, $v = C_4$ решим систему уравнений (5) методом Гаусса для чего представим систему уравнений (5) в компактном матричном виде:

$$\left|\begin{array}{cccc|c} 1 & 1 & 0 & 1 & b-a \\ d & f & g & j & b-a \\ k & l & m & n & -a \\ q & r & s & t & w-a-c \end{array}\right| . \qquad (6)$$

Из второй строки вычтем первую строку, умноженную на d, также из третьей строки вычтем первую строку, умноженную на k, а из четвёртой строки вычтем первую строку, умноженную на p:

$$\left|\begin{array}{cccc|c} 1 & 1 & 0 & 1 & b-a \\ 0 & f-d & g & j-d & (b-a)(1-d) \\ 0 & l-k & m & n-k & -a-k(b-a) \\ 0 & r-q & s & t-q & w-a-c-q(b-a) \end{array}\right| . \qquad (7)$$

Продолжим процедуру приведения матрицы к верхнетреугольному виду методом Гаусса. Выполнив предыдущие шаги, теперь разделим строки на соответствующие множители: вторую строку поделим на (f−d), третью строку поделим на (l−k), а четвёртую строку поделим на (r−q). Это приведет расширенную матрицу (7) к следующему виду:

$$\left|\begin{array}{cccc|c} 1 & 1 & 0 & 1 & b-a \\ 0 & 1 & \frac{g}{f-d} & \frac{j-d}{f-d} & \frac{(b-a)(1-d)}{f-d} \\ 0 & 1 & \frac{m}{l-k} & \frac{n-k}{l-k} & \frac{-a-k(b-a)}{l-k} \\ 0 & 1 & \frac{s}{r-q} & \frac{t-q}{r-q} & \frac{w-a-c-q(b-a)}{r-q} \end{array}\right| \phi . \qquad (8)$$

Продолжим выполнение шагов метода Гаусса для завершения приведения матрицы к верхнетреугольному виду. Вычтем вторую строку из третьей строки и вычтем вторую строку из четвёртой строки. Тогда матрица принимает следующий вид:

$$\left|\begin{array}{cccc|c} 1 & 1 & 0 & 1 & b-a \\ 0 & 1 & \frac{g}{f-d} & \frac{j-d}{f-d} & \frac{(b-a)(1-d)}{f-d} \\ 0 & 0 & \frac{m}{l-k}-\frac{g}{f-d} & \frac{n-k}{l-k}-\frac{j-d}{f-d} & \frac{-a-k(b-a)}{l-k}-\frac{(b-a)(1-d)}{f-d} \\ 0 & 0 & \frac{s}{r-q}-\frac{g}{f-d} & \frac{t-q}{r-q}-\frac{j-d}{f-d} & \frac{w-a-c-q(b-a)}{r-q}-\frac{(b-a)(1-d)}{f-d} \end{array}\right| . \qquad (9)$$

Следующим этапом проводим нормализацию третьей и четвёртой строки. Для этого разделим третью строку на выраженный коэффициент $\frac{m}{l-k}-\frac{g}{f-d}$ и аналогичным образом, нормализуем четвёртую строку, разделив её на на $\frac{s}{r-q}-\frac{g}{f-d}$. Тогда матрица принимает следующий вид:

$$\begin{vmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & b-a \\ 0 & 1 & \frac{g}{f-d} & \frac{j-d}{f-d} & \frac{(b-a)(1-d)}{f-d} \\ 0 & 0 & 1 & \frac{\frac{n-k}{l-k}-\frac{j-d}{f-d}}{\frac{m}{l-k}-\frac{g}{f-d}} & \frac{\frac{-a-k(b-a)}{l-k}-\frac{(b-a)(1-d)}{f-d}}{\frac{m}{l-k}-\frac{g}{f-d}} \\ 0 & 0 & 1 & \frac{\frac{t-q}{r-q}-\frac{j-d}{f-d}}{\frac{s}{r-q}-\frac{g}{f-d}} & \frac{\frac{w-a-c-q(b-a)}{r-q}-\frac{(b-a)(1-d)}{f-d}}{\frac{s}{r-q}-\frac{g}{f-d}} \end{vmatrix} . \quad (10)$$

Предпоследний этап состоит в дальнейшем уменьшении числа ненулевых элементов ниже диагонали путём вычитания третьей строки из четвёртой строки. Тогда матрица примет следующий вид:

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & b-a \\ 0 & 1 & \frac{g}{f-d} & \frac{j-d}{f-d} & \frac{(b-a)(1-d)}{f-d} \\ 0 & 0 & 1 & \frac{\frac{n-k}{l-k}-\frac{j-d}{f-d}}{\frac{m}{l-k}-\frac{g}{f-d}} & \frac{\frac{-a-k(b-a)}{l-k}-\frac{(b-a)(1-d)}{f-d}}{\frac{m}{l-k}-\frac{g}{f-d}} \\ 0 & 0 & 0 & \frac{\frac{t-q}{r-q}-\frac{j-d}{f-d}}{\frac{s}{r-q}-\frac{g}{f-d}}-\frac{\frac{n-k}{l-k}-\frac{j-d}{f-d}}{\frac{m}{l-k}-\frac{g}{f-d}} & \frac{\frac{w-a-c-q(b-a)}{r-q}-\frac{(b-a)(1-d)}{f-d}}{\frac{s}{r-q}-\frac{g}{f-d}}-\left(\frac{\frac{-a-k(b-a)}{l-k}-\frac{(b-a)(1-d)}{f-d}}{\frac{m}{l-k}-\frac{g}{f-d}}\right) \end{pmatrix} \quad (11)$$

Последним этапом приводим матрицу к каноническому верхнетреугольному виду, нормализовав четвёртую строку. Для этого разделим четвертую строку на выраженный коэффициент $\frac{\frac{t-q}{r-q}-\frac{j-d}{f-d}}{\frac{s}{r-q}-\frac{g}{f-d}}-\frac{\frac{n-k}{l-k}-\frac{j-d}{f-d}}{\frac{m}{l-k}-\frac{g}{f-d}}$, получим:

$$\begin{vmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & \frac{g}{f-d} & \frac{j-d}{f-d} \\ 0 & 0 & 1 & \frac{\frac{n-k}{l-k}-\frac{j-d}{f-d}}{\frac{m}{l-k}-\frac{g}{f-d}} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \begin{matrix} b-a \\ \frac{(b-a)(1-d)}{f-d} \\ \frac{-a-k(b-a)}{l-k}-\frac{(b-a)(1-d)}{f-d} \\ \frac{m}{l-k}-\frac{g}{f-d} \\ \frac{[m(f-d)-g(l-k)]\left[[w-a-c-q(b-a)](f-d)-(b-a)(1-d)(r-q)\right]}{[m(f-d)-(g(l-k)][(t-q)(f-d)-(j-d)(r-q)]-[s(f-d)-g(r-q)][(n-k)(f-d)-(j-d)(l-k)]}- \\ \frac{[s(f-d)-g(r-q)]\left[[-a-k(b-a)](f-d)-(b-a)(1-d)(l-k)\right]}{[m(f-d)-(g(l-k)][(t-q)(f-d)-(j-d)(r-q)]-[s(f-d)-g(r-q)][(n-k)(f-d)-(j-d)(l-k)]} \end{matrix} \quad (12)$$

Тогда система уравнений (5) с учетом матрицы (12) после ряда математических преобразований примет вид:

$$\begin{cases} x = b-a-y-v \\ y = \dfrac{(b-a)(1-d)-gi-(j-d)v}{f-d} \\ i = \dfrac{(-a-k(b-a))(f-d)-(b-a)(1-d)(l-k)-((n-k)(f-d)-(j-d)(l-k))v}{m(f-d)-g(l-k)} \\ v = \dfrac{[m(f-d)-g(l-k)]\left[[w-a-c-q(b-a)](f-d)-(b-a)(1-d)(r-q)\right]}{[m(f-d)-(g(l-k)][(t-q)(f-d)-(j-d)(r-q)]-[s(f-d)-g(r-q)][(n-k)(f-d)-(j-d)(l-k)]}- \\ -\dfrac{[s(f-d)-g(r-q)]\left[[-a-k(b-a)](f-d)-(b-a)(1-d)(l-k)\right]}{[m(f-d)-(g(l-k)][(t-q)(f-d)-(j-d)(r-q)]-[s(f-d)-g(r-q)][(n-k)(f-d)-(j-d)(l-k)]} \end{cases} .(13)$$

Произведем упрощение записи системы уравнений (13):

$$\begin{cases} x = b-a-y-v \\ y = \dfrac{k_{1,2}(b-a)-k_{1,1}i-k_{1,3}v}{k_{1,4}} \\ i = \dfrac{k_{1,4}\left(-a-k_{1,8}(b-a)\right)-k_{1,2}k_{1,7}(b-a)-k_{1,6}v}{k_{1,5}} \\ v = \dfrac{k_{1,5}\left[k_{1,4}\left[k_{1,9}-a-c-k_{1,10}(b-a)\right]-k_{1,2}k_{1,11}(b-a)\right]-k_{1,13}\left[k_{1,4}\left[-a-k_{1,8}(b-a)\right]-k_{1,2}k_{1,7}(b-a)\right]}{k_{1,5}k_{1,12}-k_{1,13}k_{1,6}} \end{cases} . \quad (14)$$

где $k_{1,1} = g$, $k_{1,2} = 1-d$, $k_{1,3} = j-d$, $k_{1,4} = f-d$, $k_{1,5} = m(f-d)-g(l-k)$, $k_{1,6} = ((n-k)(f-d)-(j-d)(l-k))$, $k_{1,7} = l-k$, $k_{1,8} = k$, $k_{1,9} = w$, $k_{1,10} = q$, $k_{1,11} = r-q$, $k_{1,12} = (t-q)(f-d)-(j-d)(r-q)$, $k_{1,13} = s(f-d)-g(r-q)$ – коэффициенты.

Система уравнений (14) позволяет определить радиальный прогиб рабочей части сосковой трубки по уравнению (1) с учетом замены постоянных и переменных (4).

Список использованной литературы

1. Арсеньев, Д.Д. Выбор доильного аппарата / Д.Д. Арсеньев, М.В. Саврасов, В.А. Смелик // Сельский механизатор. – 2007. – № 4. – С. 30-31. – EDN UFUGXZ.

2. Китаева, О.В. Математические модели технологического и технического обеспечения молочного скотоводства / О.В. Китаева. – Санкт-Петербург: Санкт-

Петербургский государственный аграрный университет, 2024. – 289 с. – ISBN 978-5-85983-474-7. – EDN PDWWRR.

3. Саврасов, М.В. Доильные аппараты: продуктивность коров и качество молока / М.В. Саврасов, Д.Д. Арсеньев, В.А. Смелик // Техника и оборудование для села. – 2007. – № 10. – С. 32-33. – EDN ZDMFJF.

4. Саврасов, М. В. Зависимость продуктивности коров и качества молока от конструкций доильных аппаратов / М. В. Саврасов, Д. Д. Арсеньев, В. А. Смелик // Молочная промышленность. – 2007. – № 7. – С. 30. – EDN IAKBTV.

5. Теоретическое исследование деформаций сосковой трубки доильного аппарата / А.В. Яшин, В.Д. Бадов, Ю.В. Полывяный, А.Н. Калабушев // Нива Поволжья. – 2024. – № 4(72). – DOI 10.36461/NP.2024.72.4.025. – EDN XROAMQ.

6. Яшин, А.В. Результаты теоретических исследований деформации сосковой трубки доильного аппарата и действующих силовых факторов / А.В. Яшин, В.А. Овтов, В.Д. Бадов // АгроЭкоИнженерия. – 2025. – № 1(122). – С. 19–35. – DOI 10.24412/2713-2641-2025-1122-19-34. – EDN PBKJJB.

Summary. Presents the result of theoretical research on determining the constants of the radial deflection equation of the nipple tube, which will allow determining the radial deflection for any design of the nipple tube of a milking machine during milking.

УДК 621.432/004.932

Капцевич В.М., доктор технических наук, профессор;
Корнеева В.К., кандидат технических наук, доцент;
Цымбалюк А.И.; Макаревич А.В., студенты
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

НОВЫЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ ХРОМАТОГРАММЫ МАСЛЯНОГО ПЯТНА, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ «КАПЕЛЬНОЙ ПРОБЫ»

Аннотация. Предложен новый метод оценки результатов экспресс-тестирования моторного масла методом «капельной пробы». Метод основан на четком выделении кольцевых зон на цифровом изображении хроматограммы и автоматическом определении их размеров с использованием программного комплекса ImageJ.

Abstract A new method for assessing the results of express testing of motor oil using the «Blotter Spot» method is proposed. The method is based on the clear selection of ring zones on a digital image of the chromatogram and automatic determination of their sizes using the ImageJ software package.

Ключевые слова. Моторное масло, «капельная проба», ImageJ, кольцевые зоны, диспергирующая способность

Keywords. Motor oil, «Blotter Spot», ImageJ, ring zones, dispersing ability.

Одним из наиболее распространенных и информативных методов контроля изменения свойств моторного масла в процессе работы ДВС

является метод «капельной пробы». Это метод заключается в нанесении капли работающего масла на фильтровальную бумагу и последующем анализе полученного масляного пятна. Метод позволяет выделить кольцевые зоны на полученной хроматограмме и по их размеру, форме и окраске – оценить моюще-диспергирующие свойства (МДС), наличие воды и топлива, а также загрязненность моторного масла нерастворимыми примесями.

Для оценки МДС определяют показатель диспергирующей способности ДС моторного масла, путем измерения на его хроматограмме (рисунок 1) диаметра ядра d и диаметра диффузионной зоны D (рисунок 1, *а*), а измеряя общий диаметр масляного пятна D_1 (рисунок 1, *б*), определяют наличие топлива $h_т$ [1].

Рисунок 1 – Измеряемые величины для расчета ДС и наличия топлива в масле

Диспергирующую способность моторного масла рассчитывают по формуле:

$$ДС = 1 - \frac{d^2}{D^2}. \quad (1)$$

Толщина светлого ореола $h_т$ характеризуют наличие топлива в моторном масле:

$$h_т = \frac{D_1 - D}{2}. \quad (2)$$

Для оценки размеров кольцевых зон на хроматограмме, определение которых ранее осуществлялось посредством ручного измерения, предложен новый подход, основанный на использовании программного комплекса *ImageJ* [2].

Предложенная методика заключается в выполнении следующих этапов: загрузка цифрового изображения в программу; масштабирование изображения; выделение области интереса и создание его копии; получение четкого изображения границ кольцевых зон; измерение размеров кольцевых зон; обработка результатов измерений.

В качестве объекта исследования выбрано цифровое изображение хроматограммы моторного масла марки Лукойл Авангард 10*W*40 с наработкой 30 ч.

Открываем цифровое изображение хроматограммы (*File* → *Open* → файл изображения). Для калибровки (масштабирования) изображения

(перевод измерений в пиксельных значениях в значения единиц длины) осуществляем следующие действия: на панели инструментов нажимаем кнопку «*Straight*» и проводим линию на масштабной метке, в строке меню выбираем последовательность команд *Analyze* → *Set Scale* и в открывшемся окне устанавливаем *Known distance* – 20, *Unit of length* (mm – мм) (рисунок 2). Далее, после нажатии кнопки *OK*, все значения измерений величин геометрических объектов будут выражаться в мм.

Выделяем область интереса на цифровом изображении хроматограммы (инструмент «*Rectangle*» → выделенная область → *Image Crop*) и делаем его копию (*Image* → *Duplicate*) (рисунок 3).

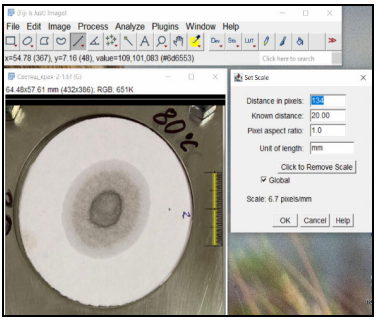


Рисунок 2 – Калибровка (масштабирование) цифрового изображения

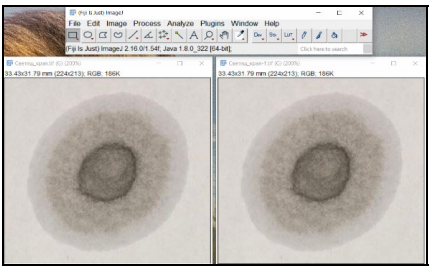
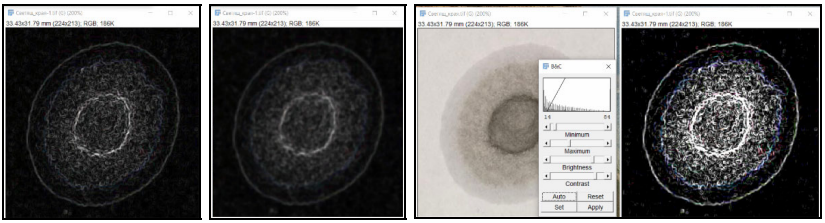


Рисунок 3 – Изображение области интереса и создание его копии

Для получения четкого изображения границ кольцевых зон (рисунок 4) производим их выделение (*Process* → *Find Edges*) (рисунок 4, *а*), размываем границы, создавая эффект свечения (*Process* → *Filters* → *Gaussian Blur* с выбором радиуса размытия *Sigma*, равным 1 пиксель) (рисунок 4, *б*) и настраиваем яркость изображения *Image* → *Adjust* → *Brightness*/*Contrast*) (рисунок 4, *в*).

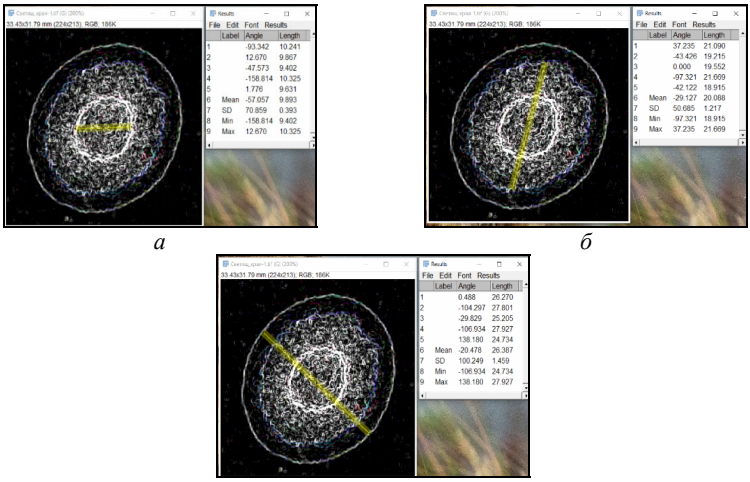


а *б* *в*

Рисунок 4 – Получение четкого изображения границ кольцевых зон:
а – выделение зон; *б* – размытие границ; *в* – настройка яркости

Для определения размеров кольцевых зон на панели инструментов нажимаем кнопку «*Straight*», проводим отрезок, соответствующий диаметру ядра *d*, диаметру диффузионной зоны *D* и общему диаметру масляного пятна D_1 и, выбором операций *Analyze* → *Measure*, получаем результаты измерений в отдельном окне *Results.* В данном примере представлены результаты пяти измерений каждой величины соответствующих диаметров (*Length*) в различных направлениях (*Angle*), а также их средние значения (*Mean*) (рисунок 5).

Обработка результатов измерений заключается в расчете диспергирующей способности моторного масла по параметру ДС (1) и наличия топлива по толщине светлого ореола $h_т$ (2). В рассматриваемом примере эти величины оказались равными ДС = 0,804, $h_т$ = 3,15 мм, что свидетельствует о том, что моторное масло находиться в работоспособном состоянии.



а *б*

в

Рисунок 5 – Определение размеров кольцевых зон: *а* – диаметр ядра *d*; *б* – диаметр диффузионной зоны *D*; *в* – общий диаметр масляного пятна D_1

Таким образом, новый подход к оценке диспергирующей способности и наличия топлива в моторном масле, основанный на использовании программного комплекса *ImageJ* и заключающийся в четком выделении кольцевых зон на цифровом изображении хроматограммы и автоматическом определении их размеров, позволяет проводить анализ результатов экспресс-тестирования, полученных методом «капельной пробы», за короткий промежуток времени в условиях предприятий АПК.

Список использованной литературы

1. Капцевич, В. М. Экспресс-методы контроля свойств моторного масла автотракторных двигателей внутреннего сгорания в условиях организаций агропромышленного комплекса / В. М. Капцевич [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2023. – 120 с.

2. Ferreira, T. ImageJ user guide / Fiji 1.46/ T. Ferreira, W. Rasband. – 2012. – 198 p.

Summary. A new method for assessing the results of express testing of motor oil using the «*Blotter Spot*» method is proposed. The method is based on the clear selection of ring zones on a digital image of the chromatogram and automatic determination of their sizes using the *ImageJ* software package.

УДК 629.017:621.03

Щурин К.В., доктор технических наук, профессор;
Еднач В.Н., кандидат технических наук, доцент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

МИНИМИЗАЦИЯ ПОВРЕЖДАЮЩИХ ПРОЦЕССОВ В УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ КОРРОЗИИ

Аннотация. Приведен анализ негативного воздействия коррозионных процессов применительно к мобильным машинам. Рассмотрена кинетика протекания электрохимической коррозии и методы применения рациональных конструкционных и эксплуатационных материалов. Предложены организационно-технические мероприятия по минимизации скорости протекания коррозионных процессов.

Annotation. An analysis of the negative impact of corrosion processes in relation to mobile machines is given. The kinetics of electrochemical corrosion and methods of using rational structural and operational materials are considered. Organizational and technical measures to minimize the rate of corrosion processes are proposed.

Ключевые слова. Повреждающие процессы, электрохимическая коррозия, электродный потенциал, скорость процесса, антикоррозионные мероприятия.

Keywords. Damaging processes, electrochemical corrosion, electrode potential, process rate, anti-corrosion measures.

Вследствие протекания коррозионных процессов ежегодно безвозвратно теряется до 10 % выплавляемого металла. На капитальные и текущие ремонты, вызванные коррозионными разрушениями, ежегодно расходуется свыше 20 млрд. долларов. Кроме того, существенно снижается производительность машин и возрастают эксплуатационные расходы. Так, мощность двигателя внутреннего сгорания, зеркала цилиндров которого поражены коррозией, снижается на 20–25 %, при этом расход масла увеличивается на 50–80 %. В результате коррозионного воздействия предел выносливости конструкционных сталей снижается на 35–40 %, износостойкость уменьшается от 1,5 до 4 раз.

Транспортные средства и технологические машины сельскохозяйственного, лесного, строительного и горнодобывающего комплексов, используемые в условиях запыленности, высокой влажности, перепадов температур, являются техническими объектами, подверженными интенсивным коррозионным разрушениям. При этом наиболее чувствительными элементами являются детали из тонколистовой стали кузова, рамы и подвески, резьбовые и сварные соединения, детали топливной аппаратуры, газовые трубопроводы и другие.

Все металлы термодинамически неустойчивы и стремятся вступить в реакцию с окружающей средой и друг с другом с образованием соединений, таких, как окислы, карбонаты и др. Эти реакции сопряжены с перемещением электронов и называются электрохимическими [1–5].

Если два металла соединены друг с другом электрически на одном конце, а другие их два конца погружены в обычный электролит, то поток электронов будет направлен от более реакционноспособного металла к менее реакционноспособному. В таком сочетании, известном как гальванический элемент, оба металла называются электродами; тот из них, который теряет электроны, называется анодом, а приобретающий их – катодом.

Сталь в обычных условиях корродирует, даже не будучи присоединенной электрически к другому металлу, поскольку сталь неоднородна и содержит участки, несколько отличающиеся по составу. На границах кристаллитов существуют неодинаковые электрические потенциалы, и одни участки, являясь анодными по отношению к другим, корродируют и защищают последние, как и в случае с двумя различными металлами.

Для управления коррозионными процессами в случае гальванической пары, состоящей из различных металлов или сталей с различным химическим составом, определяющее значение имеют соотношения электродных потенциалов, составляющих гальваническую пару.

Если один электрод принимается за стандартный, и все другие металлы сравниваются с ним, то металлы могут быть расположены в порядке возрастания их электродных потенциалов, т.е. в так называемый ряд напряжений, или ряд потенциалов. На рисунке 1 представлены некоторые распространенные металлы, расположенные в порядке уменьшения их электродных потенциалов.

На коррозию металлов существенное влияние оказывает их химический состав и микроструктура. Для систем металл – вода (кислота, щелочь и др.) равновесные фазы представляются в виде диаграммы Пурбэ с координатами *pH*-*E*, показанные на рисунке 2.

Здесь E – электродвижущая сила; pH – характеристика кислотности или щелочности. Для водных растворов используется шкала pH от 0 до 14. Нейтральный раствор при t = 25 °С имеет pH = 7. Возрастание кислотности характеризуется изменением pH от 7 до 0, возрастание щелочности – изменением pH от 7 до 14.

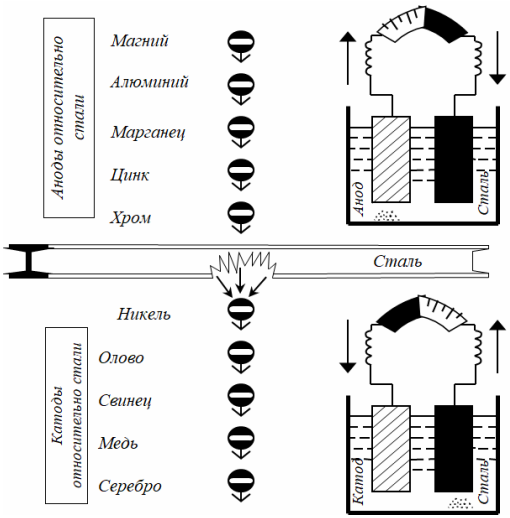


Рисунок 1 – Ряд электродных потенциалов некоторых металлов

На рисунке 2 поля диаграммы разделены на зоны, соответствующие коррозии, иммунитету (невозможности коррозии) и пассивности металлов (его неизменность в течение продолжительного времени).

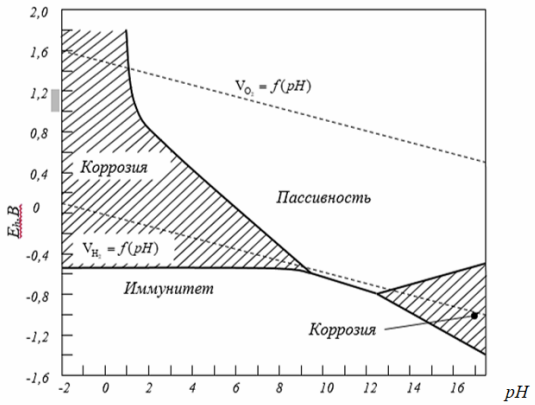


Рисунок 2 – Диаграмма Пурбэ

Скорость коррозии характеризуется проницаемостью в металл продуктов коррозии и измеряется в миллиметрах проницаемости за год (мм/год), микрометрах проницаемости за год (мкм/год), миллиграммах потери массы на квадратный дециметр за единицу времени (например, мг/дм^2·год).

Любой коррозионный процесс является химически сложным, и, как правило, не соответствует тому простому случаю, когда один материал окисляется до полного состояния, а другой восстанавливается путем приобретения электронов. Более точной оказывается такая модель, которая учитывает поверхностные явления, вызывающие коррозионный процесс, в совокупности с индивидуальными особенностями коррозионных поражений. В нормативных документах коррозионные повреждения не классифицированы, поэтому предлагается воспользоваться классификацией, приведенной в [1, 2].

При проектировании элементов конструкций, работающих в условиях преимущественного проявления контактной, щелевой и других видов электрохимической коррозии, зачастую решающее значение приобретает условие взаимной совместимости пар металлов и сплавов (таблица), основанное на их физико-химических свойствах.

Анализ данных, приведенных в таблице, позволяет сделать очень важный вывод: не всегда применение дорогостоящих металлов или сплавов позволяет получить желаемый результат в борьбе с коррозией; гораздо более важным моментом при проектировании является правильный выбор совместно работающих металлов или сплавов.

Таблица – Совместимые (+) и несовместимые (-) пары металлов и сплавов

№ п/п	Металлы и сплавы	Пары металла/сплава													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Алюминий и его сплавы	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
2	Магний и его сплавы	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Цинк и его сплавы	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-
4	Кадмий	+	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-
5	Никель	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-
6	Олово	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-
7	Хром	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-
8	Свинец	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-
9	Сплавы свинца со оловом	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-
10	Медь и ее сплавы	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
11	Сталь нелегированная	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
12	Сталь легированная	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-
13	Сталь нержавеющая	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
14	Серебро	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+

Интенсивность коррозионного разрушения материалов зависит от большого количества различных по своей природе и значимости факторов. Модель коррозионного процесса условно можно представить в виде функции (1):

$$V_к = \varphi(К, Т, Э), \quad (1)$$

где $V_к$ – скорость корродирования поверхности;

К – конструктивные факторы, влияющие на коррозионный процесс;

Т – технологические факторы;

Э – эксплуатационные факторы.

Определить возможность протекания коррозии как любого химического или электрохимического процесса можно по изменению изобарно-изотермического потенциала (энергии Гиббса), который определяется по формуле (2). Если G_1 есть энергия Гиббса исходных веществ, а G_2 – энергия Гиббса продуктов реакции, то изменение энергии системы составит:

$$\Delta G = G_2 - G_1, \quad (2)$$

Самопроизвольно протекают лишь те процессы, в результате которых происходит уменьшение энергии Гиббса, т.е. $\Delta G_1 > G_2$ или $G < 0$.

Термодинамический расчет позволяет определить возможность или невозможность протекания коррозии. Прикладным приложением такого расчета, в первом приближении является диаграмма Пурбэ, изображенная на рисунке 2.

Поскольку коррозионный процесс имеет гетерогенный характер, его скорость определяется протеканием следующих основных стадий:

– подведением к поверхности металла коррозионно активных частиц (ионов, молекул), осуществляемым диффузией или конвекцией. По закону Фика скорость диффузии (количества вещества, перенесенное в единицу времени) определяется из уравнения (3):

$$V_i = k_д S \frac{dc}{dx}, \quad (3)$$

где $k_д$ – коэффициент диффузии;

S – площадь сечения;

dc/dx – градиент концентрации.

– реакцией частиц с металлом, протекающих многостадийно.

– отведением продуктов коррозии от поверхности металла, осуществляемым в соответствии с законом диффузии.

Скорость коррозии определяется в соответствии с уравнением (4):

$$V_к = k_р C \exp\left[-\frac{W}{RT}\right], \quad (4)$$

где $k_р$ – константа скорости реакции;

C – концентрация частиц;

W – энергия активации, представляющая собой тот избыток энергии по сравнению со средней, обладание которым делает частицу реакционно-активной;

R – универсальная газовая постоянная;

T – абсолютная температура;

$\exp\left[-\frac{W}{RT}\right]$ – член уравнения, характеризующий долю активных частиц, обладающих необходимой энергией активации.

Из уравнения (4) следует, что скорость реакции выше при низкой энергии активации и она возрастает с увеличением концентрации и температуры.

Продукты коррозии во многих случаях играют решающую роль в торможении коррозионного процесса, например, при образовании на поверхности металлов соответствующих пленок, тормозящих проникновение коррозионно-активных частиц.

Разработка программы борьбы с коррозией является сложной технико-экономической проблемой, решаемой методами многокритериальной оптимизации. Основные учитываемые факторы перечислены ниже.

Применяемые материалы. Оценке подлежат стойкость к коррозии в конкретной окружающей среде, склонность к отдельным формам коррозионных процессов, применимость технологий антикоррозионной обработки и оптимальных способов соединений, обрабатываемость с целью придания оптимальной формы.

Совместимость применяемых материалов. Устранение близости друг к другу разнородных несовместимых материалов, способных в локальной зоне, в границах системы или изделия в целом повышать скорость коррозионных процессов.

Механические нагрузки. Мониторинг текущей несущей способности деталей и узлов с тем, чтобы не создавать критических нагрузок и вынужденно не снижать их в результате больших коррозионных повреждений.

Поверхности деталей. Обеспечение для изделия оптимальных значений чистоты обработки поверхностей, оптимальных показателей обтекаемости, исключающих высокую турбулентность абразивно-электролитических потоков.

Защита поверхностей. Разработка комплекса мероприятий по изоляции поверхностей деталей от окружающей среды, анодной и

катодной защиты, снижения химической и электрохимической активности самой коррозионной среды.

Экономический фактор. Назначение приемлемого перечня и глубины антикоррозионных мероприятий, дающего оптимальное соотношение показателей надежности изделия и стоимости его жизненного цикла.

Перечисленные разделы программы борьбы с коррозией являются общими для всех видов коррозионных повреждений. В то же время физико-химическая специфика конкретных видов коррозии обуславливает индивидуальный подход при разработке частных антикоррозионных мероприятий.

Межкристаллитная коррозия:

а) подбор материалов с гомогенной кристаллической структурой;

б) применение улучшающих режимов термообработки (например, высокотемпературного гомогенизирующего отжига);

в) избегать применения сварки и режимов термообработки, нарушающих гомогенность структуры материала.

Щелевая коррозия:

а) уменьшение зазоров между элементами конструкции до предельно допустимого минимума;

б) обеспечение дренажа электролита, образующегося в щелях;

в) применение уплотнительных водонепроницаемых материалов;

г) нанесение защитных покрытий на детали по обе стороны щели;

Контактная коррозия:

а) применение пар материалов с минимальной разностью электродных потенциалов;

б) при вынужденном использовании в контакте разнородных материалов соединять последние сваркой или пайкой;

в) нанесение высокоадгезионных непористых покрытий на катодные поверхности;

г) использование катодной защиты;

д) ингибирование коррозионной среды;

е) избегать применения несовместимых химических веществ для пропитки и покрытия контактирующих материалов.

Термоконтактная коррозия:

а) создание условий для равномерного нагрева или охлаждения деталей;

б) предотвращение ситуации одновременного воздействия на детали жидкостей и газов с существенно различными температурами;

в) обеспечение сплошности антикоррозионных и изоляционных покрытии.

Высокотемпературная коррозия:

а) применение коррозионностойких материалов;

б) назначение при проектировании оптимальных рабочих сред и температур;

в) максимальное использование возможностей сокращения продолжительности контактов деталей с агрессивными средами.

Учитывая, что в реальных условиях эксплуатации коррозионные повреждающие процессы протекают в различных комбинациях, необходимо применение антикоррозионных мероприятий в соответствующих сочетаниях [6].

Список использованной литературы

1. Щурин, К. В. Надежность мобильных машин : учебник для вузов / К. В. Щурин, В. Е. Тарасенко. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 400 с.

2. Плудек, В. Защита от коррозии на стадии проектирования : пер. с англ. / В. Плудек ; пер. А. В. Шрейдер. – М.: Мир, 1980. – 438 с.

3. Бушуев, В. В. Практика конструирования машин : справочник / В. В. Бушуев – М.: Машиностроение, 2006. – 448 с.

4. Воячек, А. И. Основы проектирования и конструирования машин / А. И. Воячек. – Пенза : Пензенский гос. университет, 2008. – 228 с.

5. Фролов, К. В (ред). Конструирование машин. Том 2 : справочно-методическое пособие : в 2-х т. Т. 2 / А. Ф. Крайнев [и др.] ; под ред. академика К. В. Фролова. – М.: Машиностроение, 1994. – 624 с.

6. Сосновский, Л. А. Коррозионно-механическая усталость : проблемы прогнозирования. Ч. 2. Обратный эффект. Влияние напряжений на скорость коррозии / Л. А. Сосновский, А. В. Богданович, С. С. Щербаков // Механика машин, механизмов и материалов. – 2023. – № 2 (63). – С. 61–68.

Summary. The analysis of the kinetics of the electrochemical corrosion process and the combination of acting factors made it possible to develop measures to minimize the rate of development of the corrosion process.

УДК 621.432/004.932

Корнеева В.К., кандидат технических наук, доцент;
Капцевич В.М., доктор технических наук, профессор;
Цымбалюк А.И., Макаревич А.В., студенты
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ МАСЛЯНОГО ПЯТНА НА ХРОМАТОГРАММЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛАГИНА *INTERACTIVE 3D SURFACE PLOT*

Аннотация. Предложен метод анализа формирования масляного пятна на хроматограмме с использованием плагина Interactive 3D Surface Plot программного комплекса ImageJ, основанный на визуализации двухмерных цифровых изображений в трехмерном пространстве и определении размеров и интенсивности окрашивания кольцевых зон.

Abstract. A method for analyzing the formation of an oil spot on a chromatogram using the Interactive 3D Surface Plot plugin of the ImageJ software package is proposed,

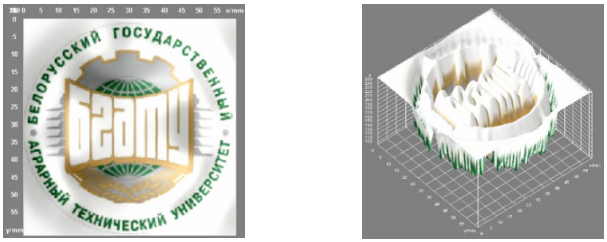
based on the visualization of two-dimensional digital images in three-dimensional space and the determination of the size and intensity of coloring of ring zones.

Ключевые слова. Масляное пятно, хроматограмма, Interactive 3D Surface Plot, кольцевые зоны, размеры, интенсивность окрашивания.

Keywords. Oil spot, chromatogram, Interactive 3D Surface Plot, ring zones, sizes, coloring intensity.

Хроматограмма масляного пятна, полученная простым и доступным экспресс-методом «капельной пробы», является источником информации как о состоянии самого масла, так и работоспособности систем ДВС. Анализ хроматограммы заключается, во-первых, в определении размеров кольцевых зон (ядра и его краевой зоны, диффузионной зоны, зоны воды, зоны чистого масла и топлива), и, во-вторых, в оценке интенсивности их окрашивания, что позволяет судить о диспергирующей способности моторного масла, степени его окисления, а также загрязненности механическими примесями, водой и топливом. Традиционно оценка этих показателей (размеров и интенсивности окрашивания кольцевых зон) осуществляется посредством ручного измерения и анализа цвета органолептическим методом [1].

В данной работе нами предлагается новый метод анализа цифрового изображения хроматограммы моторного масла, основанный на использовании плагина *Interactive* 3*D Surface Plot* программного комплекса *ImageJ* [2]. Этот плагин позволяет визуализировать двумерное изображение в виде трехмерного пространства с координатами *X*, *Y* и *Z*. При этом реальное изображение и размеры отображаются на координатной плоскости *XY*, а интенсивность окрашивания в оттенках серого (от 255 – белый цвет, до 0 – черный цвет) – по оси *Z* (рисунок 1).



а *б*

Рисунок 1 – Пример представления двумерного изображения в плагине *Interactive* 3*D Surface Plot*: *а* – на координатной плоскости *XY*; *б* – в виде трехмерного пространства

Плагин позволяет четко проследить, как масло распределяется по фильтровальной бумаге, выделяя зоны с разной концентрацией частиц. С его помощью можно вращать, масштабировать и перемещать 3*D*-модели, изучая масляное пятно с разных ракурсов. Это позволяет выявить детали,

которые не видны на двумерном изображении, например, неоднородности в распределении частиц или наличие кольцевых зон, что дает более полное представление о структуре пятна. Хотя плагин ориентирован на визуализацию, он позволяет определять размеры кольцевых зон масляного пятна на координатной плоскости *XY* и оценивать их окраску по оси *Z*. Создавая 3*D*-модели для разных хроматограмм, можно визуально сравнивать их структуру и интенсивность. Это особенно полезно при изучении влияния факторов (например, температуры или времени эксплуатации) на диспергирующие свойства масла, помогая выявить различия и закономерности. Плагин встроен в *ImageJ* и не требует навыков 3*D*-моделирования, что делает его удобным для широкого круга пользователей. Его легко внедрить в процесс анализа хроматограмм моторных масел, экономя время и трудозатраты.

Результаты представления цифровых изображений хроматограмм моторного масла Лукойл Авангард 10*W*40 при его растекании в различные моменты времени (рисунок 2) с использованием плагина *Interactive* 3*D Surface Plot* приведены в таблице.

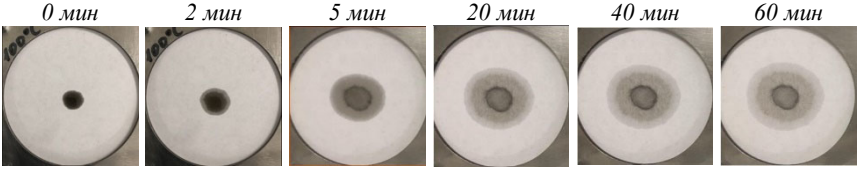


Рисунок 2 – Цифровые изображения хроматограммы моторного масла при его растекании в различные моменты времени

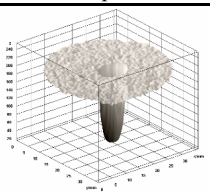
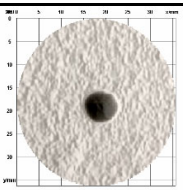
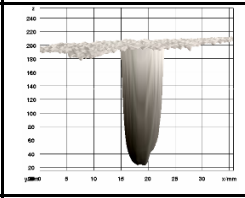
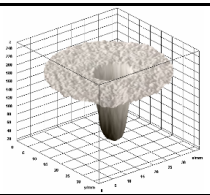
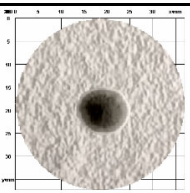
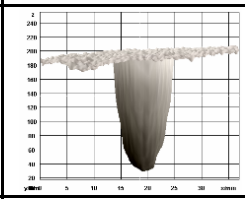
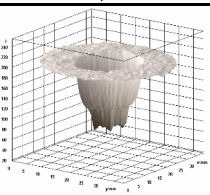
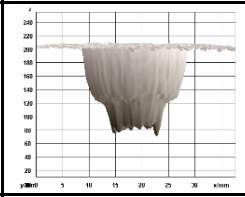
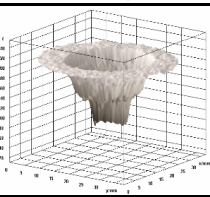
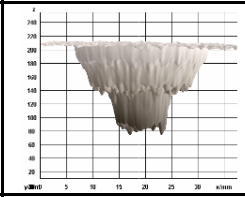
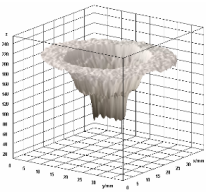
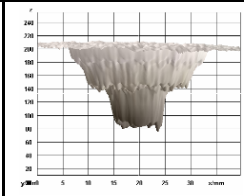
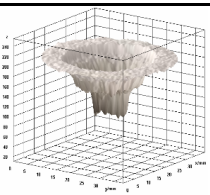
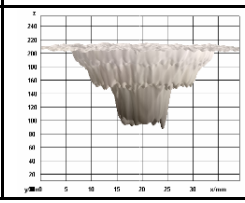
Анализ полученных изображений (таблица) позволяет проследить изменение по времени размеров капли моторного масла и образование кольцевых зон (плоскость *XY*), а также оценить интенсивность их окрашивания на разных стадиях (плоскость *XZ*).

На первой стадии (τ = 0 мин) диаметр масляного пятна имеет размер, равный 5 мм при этом интенсивность его окрашивания равномерная и составляет порядка 25 ед. Масло еще не впиталось в бумагу.

На второй стадии (τ = 2 мин) диаметр пятна увеличивается до 11 мм, а интенсивность окрашивания неравномерная – изменяется от центра (30 ед.) к периферии (140 ед.). На этой стадии происходит процесс формирования зоны ядра и начала формирования его кольцевой зоны.

На третьей стадии (τ = 5 мин) диаметр пятна увеличивается до 21 мм, при этом размер сформированного ядра с его кольцевой зоны составляет 12 мм, при этом интенсивность окрашивания ядра изменяется на более светлую (порядка 110 ед.), а кольцевой зоны на более темную (80 ед.)

Таблица – Цифровые изображения хроматограмм, полученные с использованием плагина *Interactive* 3*D Surface Plot*, в различные моменты времени τ

τ, с	3*D*-изображение	Вид в плоскости *XY*	Вид в плоскости *XZ*
0			
2			
5			
20			
40			
60			

На четвертой стадии (τ = 20 мин) диаметр пятна становиться равным 29 мм, формируется диффузионная зона, диаметром 17 мм и интенсивностью окрашивания 140–180 ед. и начинается процесс формирования зоны чистого масла и топлива.

На пятой стадии (τ = 40 мин) окончательно формируется масляное пятно диаметром 29 мм и проявляется зона чистого масла и топлива диаметром 25 мм с интенсивностью окрашивания (180–200 ед.). Дальнейшие изменения размеров и интенсивности окрашивания зон масляного пятна (τ = 60 мин) не наблюдаются.

Таким образом, использование плагина *Interactive 3D Surface Plot* дает возможность визуализировать двухмерные цифровые изображения в трехмерном пространстве и автоматически определять размеры и цвет объектов, что позволило четко проследить по времени процессы образования кольцевых зон на хроматограмме моторного масла и оценить их размеры и интенсивность окрашивания в процессе формирования масляного пятна.

Список использованной литературы

1. Капцевич, В. М. Экспресс-методы контроля свойств моторного масла автотракторных двигателей внутреннего сгорания в условиях организаций агропромышленного комплекса / В.М. Капцевич [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2023. – 120 с.

2. Ferreira, T. ImageJ user guide / Fiji 1.46 / T. Ferreira, W. Rasband. – 2012. – 198 p.

Summary. A method for analyzing the formation of an oil spot on a chromatogram using the Interactive 3D Surface Plot plugin of the ImageJ software package is proposed, based on the visualization of two-dimensional digital images in three-dimensional space and the determination of the size and intensity of coloring of ring zones.

УДК 621.9.06

Косимов К.З., доктор технических наук, профессор;
Исраилов С.С., докторант
Андижанский государственный технический институт,
г. Андижан, Республика Узбекистан

УСТРОЙСТВА ДЛЯ СОРТИРОВКИ ПОСЕВНЫХ СЕМЯН ХЛОПЧАТНИКА

Аннотация. В статье приводится значение хлопкового волокна на мировой экономике. Одним из факторов получения высокого урожая и качественного волокна является качество семян хлопчатника. Поэтому посевные семена должны отвечать определенным требованиям, устанавливаемым стандартом на посевные семена хлопчатника. При подготовке семян хлопчатника к севу их сортируют по размерам или по плотности. Исходя из этого разработано устройство для сортировки хлопковых семян по удельному весу. При этом для сортирования семян хлопчатника, последние подвергают обработке в водном потоке с разделением их по плотности,

плавающих на поверхности воды и осевших на днище емкости. Этим достигается разделение семенян хлопчатника на посевную и техническую.

Abstract The article presents the importance of cotton fiber in the global economy. One of the factors in obtaining high yields and high-quality fiber is the quality of cotton seeds. Therefore, sowing seeds must meet certain requirements established by the standard for sowing cotton seeds. When preparing cotton seeds for sowing, they are sorted by size or density. Based on this, a device for sorting cotton seeds by specific weight has been developed. In this case, to sort cotton seeds, they are treated in a water flow, separating them by density from those floating on the water surface and those settling on the bottom of the container. This is achieved by dividing cotton seeds into sowing and technical types.

Ключевые слова. Устройство, хлопок, волокно, семена, сортность семян, плотность, сортировка, плавучие и тонущие семена, шнековый транспортер, барабанная сушилка.

Keywords. Device, cotton, fiber, seeds, seed grade, density, sorting, floating and sinking seeds, screw conveyor, drum dryer.

Хлопок – самое популярное в мире волокно для производства одежды и различных тканей. В настоящее время во всём мире производится около 25 миллионов тонн хлопка. Из хлопка делают такие популярные ткани, как деним, вельвет и махровая ткань. Один тюк хлопка весит 220 килограммов, и в 2021 году Китай, крупнейший производитель хлопка в мире, собрал более 6,4 миллиона тонн хлопка.

По данным на 2024 год, 10 стран обеспечивают выработку 87 % мирового объёма хлопка:

1. **Китай** – 6,4 млн тонн.
2. **Индия** – 6 млн тонн.
3. **США** – 3,8 млн тонн.
4. **Бразилия** – 2,2 млн тонн.
5. **Пакистан** – 1,4 млн тонн.
6. **Турция** – 833 тыс. тонн.
7. **Узбекистан** – 781 тыс. тонн.
8. **Австралия** – 566 тыс. тонн.
9. **Греция** – 526 тыс. тонн.
10. **Аргентина** – 343 тыс. тонн.

Для выращивания хлопка используется 30 млн гектаров посевов.

В мировом народном хозяйстве хлопчатник имеет огромное значение, поскольку, вероятно, нет такой отрасли хозяйства, где бы хлопок или изделия из него не использовались в том или ином количестве. Хлопчатник, в отличие от других сельскохозяйственных культур, дает сразу три вида ценных продуктов, а именно: сырье для текстильной промышленности – волокно, масло для пищевых продуктов, корма для скота – жмых и шелуха. Из 1 тонны хлопка-сырца в среднем получают 320–340 кг волокна, 560–580 кг семян. Из 340 кг волокна, в свою очередь, производится 3500–4000 $м^2$ ткани, а из 580 кг семян – 112 кг масла, 10 кг мыла, 270 кг жмыха, 170 кг шелухи и 8 кг линта.

Он отличается от искусственных волокон тем, что из хлопкового волокна производятся высококачественные текстильные и технические изделия, и относится к группе натуральных волокон, дающих универсальное сырье.

Семена хлопчатника – эта носитель всех биологических, хозяйственных и сортовых свойств. Поэтому от состояния семян в большой степени зависит высота и качество будущего урожая. Только из здоровых, вполне зрелых, хорошо выполненных, нормально хранившихся и правильно подготовленных к севу семян могут развиться высокопродуктивные растения.

Поэтому посевные семена должны отвечать определенным требованиям, устанавливаемым государственным стандартом (ГОСТ) на посевные семена хлопчатника. Семена, удовлетворяющие требованиям стандарта, называются кондиционными. Использовать на посев семена, не отвечающие требованиям стандарта, запрещается. Стандартом (ГОСТ 5895–75) установлены допустимые нормы по следующим основным показателям качества семян хлопчатника: всхожести, влажности, сортности, механической поврежденности, остаточной волокнистости, наличию семян сорняков и вредителей.

Всхожесть семян зависит от их зрелости, влажности и выполненности. Семена, собранные из зрелых, раскрывшихся коробочек, имеют всхожесть выше 85 %. Семена из коробочек, раскрывшихся после заморозка, бывают в большинстве недозрелые, со всхожестью ниже 85%.

Зрелые семена, но недостаточно выполненные, легковесные, дают слабые всходы, которые сильно страдают от неблагоприятных условий весны, мало устойчивы к болезням и вредителям. Зрелые семена, собранные преждевременно из полураскрытых коробочек, имеют высокую влажность, дают пониженную всхожесть и при хранении быстро портятся, загнивают.

Семена должны обладать высокими сортовыми качествами. Сортность определяется количеством семян, обладающих всеми наследственными признаками и свойствами, присущими данному сорту. Чем выше сортность семян, тем однороднее будет состав растений, тем больше и однороднее урожай.

Операции по подготовке семян к посеву делятся на два цикла: первый – работы, проводимые на хлопкозаводах, и второй – в хозяйствах.

На хлопкозаводах семенные хлопка-сырца подвергают специальной переработке. В результате переработки семенного хлопка-сырца получают опушенные или голые семена.

Опушенные семена дают почти все средневолокнистые сорта хлопчатника, а голые – тонковолокнистые. Однако в последнее время из средневолокнистого сорта хлопчатника также получают оголенные семена.

Оголенные семена обладают хорошей сыпучестью, их можно сортировать как по размерам, так и по плотности, калибровать и высевать заданным числом в гнездо.

Для сортировки оголенных семян по плотности их проупскают через растворы солей (селитры и др.) определенной концентрации. На посев отбирают семена тяжелой фракции (тонущие в растворе). Для проведения этой операции сконструирована специальная машина, где семена проходит через раствор, сортируются и затем просушиваются горячим воздухом. Однако сортирование семян по плотности, в связи со сложностью этой операции, широкого применения не получило.

Исходя из этого разработана устройство для сортировки хлопковых семян по удельному весу. При этом для сортирования семян хлопчатника, последние подвергают обработке в водном потоке с разделением их по удельному весу (плотности) и последующему проведению количественного и качественного анализа фракций семян, плавающих на поверхности воды и осевших на днище емкости.

Сущность работы устройства иллюстрируется рисунком, на котором представлена развернутая технологическая схема устройства для сортировки семян хлопчатника.

Устройства включает бункер *1* для семян, шлюзовый дозатор *2*, течку *3*, открытую емкость *4* с водой и погруженный в емкость наклонно установленный шнековый транспортер *5* с приводом *6*. По дну емкости расположена система дренажных труб *7* с отверстиями *8*. Система труб сообщена с трубопроводом *9* для подачи холодной воды, снабженный запорным вентилем *10* и, воздуховодом *11* с вентилем *12*. Емкость *4* снабжена лопастным барабаном *13*, переливным порогом *14* и, приямком *15* для сбора затонувших семян *16*. Всплывшие семена *17* удаляются из емкости самотеком по поверхности воды через переливной порог *14* в сточный канал *18*. Затонувшие семена *16*, поднимаясь по шнековому транспортеру *5*, поступают в барабанную сетчатую сушилку *19*, норию *20* с приводом *21* и удаляются далее по технологической линии.

Устройство для сортировки семян хлопчатника работает следующим образом.

В начале заполняют емкость *4* водой, открывая вентиль *10* на линии подачи воды *9* до стабильного переливания воды через сливной порог *14*. Затем включают дозатор *2* и из бункера *1* подают определенными дозами хлопковые семена. При этом они расходятся по поверхности воды и под действием закона гравитации разделяются на две фракции: тонущие и плавающие. Для ускорения процесса разделения рекомендуют включить лопастной барабан *13*, который способствует разбиванию больших комков и увеличить площадь смачивания семян. При этом часть семян, обладающие плавучестью остаются на поверхности зеркала воды, а часть, находясь в полу пропитанном состоянии, тонут и оседают на днище емкости, образуя «мертвые» зоны. Чтобы взбудоражить осевшие участки, подают в дренажную трубы *7* сжатый воздух через вентиль *12* и воздухопровод *11*. При этом, истекающие через отверстия 8 пузыри

воздуха разрушают скопившие по дну емкости участки и способствуют продвижению затонувшим семенам по направлению приямка *15*, откуда они захватываются лопастями шнекового транспортера *5* на верх и поступают в барабанную сушилку *19*. Здесь семена избавляются от лишней влаги и далее по нории *20* поступают в склад готовой продукции или отправляются прямо на посев.

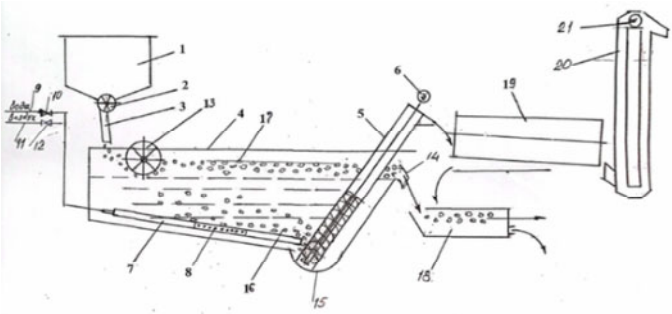


Рисунок – Устройство для сортировки семян хлопчатника

Таким образом, предлагаемое устройство обеспечивает простыми методами разделение семян хлопчатника на посевную и техническую для получения хлопкового масла.

Список использованной литературы

1. Автономов, А. И. Хлопководство : Учебник / А. И. Автономов [и др.] // Москва : Колос, 1983. – 334 с.

2. Косимов, К. Устройство для сортировки семян хлопчатника. Патент на изобретение IAP 7685 / К. Косимов, Г. Уришев, С. С. Исраилов // Ташкент. – 2024 г.

Summary. The proposed device provides simple methods for separating cotton seeds into sowing and technical ones for obtaining cottonseed oil.

УДК 621.01+721.021.23

Толочко Н.К., доктор физико-математических наук, профессор;
Сокол О.В., старший преподаватель;
Карпач В.Ю., студент; **Волков Е.Д.**, студент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ CAD/CAM/CAE В АДДИТИВНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Аннотация. Рассмотрено программное обеспечение, которое позволяет создавать, изменять, анализировать и оптимизировать 3D-модели механических деталей и других объектов.

Abstract. The article discusses software that allows you to create, modify, analyze and optimize 3D models of mechanical parts and other objects
Ключевые слова. Аддитивное производство, CAD/CAM/CAE системы.
Keywords. Additive manufacturing, CAD/CAM/CAE systems.

Аддитивное производство (*additive manufacturing*) – процесс изготовления деталей, который основан на создании физического объекта по электронной геометрической модели путем добавления материала, как правило, слой за слоем, в отличие от вычитающего (субтрактивного) производства (механической обработки) и традиционного формообразующего производства (литья, штамповки, проката и т.д.) [1].

Весь цикл аддитивного производства изделия можно представить в виде определенной последовательности операций (рис. 1) [2, 3]. Циклы аддитивного производства реализуются программными системами автоматизированного проектирования (CAD – Computer Aided Design), автоматизации технологической подготовки производства (CAM – Computer Aided Manufacturing) и автоматизации инженерного анализа (CAE – Computer Aided Engineering) [4].

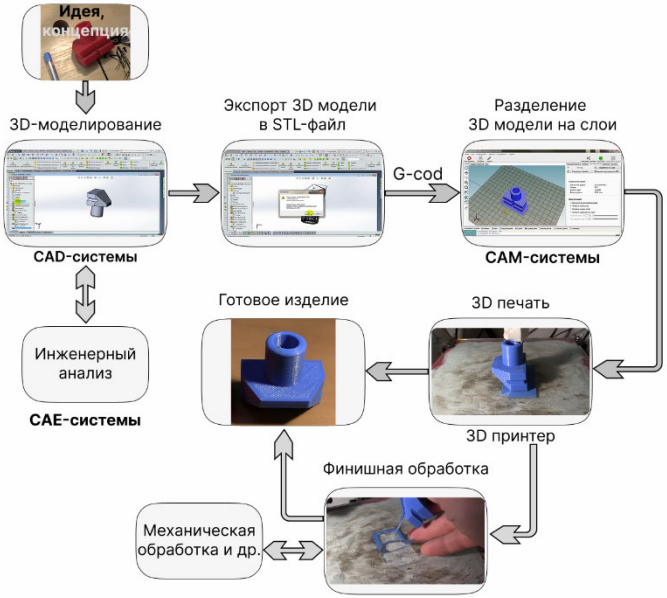


Рисунок 1 – Цикл аддитивного производства

На первом этапе аддитивного производства осуществляется разработка электронной геометрической модели при помощи инструментов 3D-

моделирования – визуализация объекта, направленная на быстрое воссоздание изделия, с целью выявления его пригодности или наличия у него дефектов (CAE системы) [5].

Электронные геометрические модели (трехмерные модели) могут быть получены двумя способами: ручным компьютерным графическим дизайном или за счет 3D-сканирования.

Компьютерный дизайн осуществляется на базе CAD модулей (Computer Aided Design), основная функция которых определение геометрии конструкции, поскольку геометрия определяет все последующие этапы жизненного цикла продукта и является основой для последующего использования в системах CAM и CAE [6].

На сегодняшний день существует огромное количество версий программного обеспечения (ПО) для автоматизированного проектирования (CAD), например Tinkercad, Fusion 360, Blender, SolidWorks, Компас-3D и др.

Tinkercad – это бесплатное онлайн-приложение для 3D-моделирования, разработанное Autodesk. Оно подходит для начинающих и позволяет создавать простые 3D-модели с помощью удобного интерфейса и готовых фигур. Tinkercad работает прямо в браузере, не требуя установки, и поддерживает экспорт файлов для 3D-печати (STL, OBJ). Также в нем есть функции схемотехники и программирования с использованием блоков кода.

Fusion 360 – это мощное облачное программное обеспечение от Autodesk для 3D-моделирования, проектирования, инженерного анализа и подготовки к производству. Оно широко используется в машиностроении, промышленном дизайне и 3D-печати. Fusion 360 поддерживает параметрическое моделирование, симуляции нагрузок и генеративный дизайн, а также интегрированные CAM- и PCB-инструменты.

Blender – это бесплатная и мощная программа для 3D-моделирования, анимации, рендеринга и создания спецэффектов. Она поддерживает скульптинг, текстурирование, работу с физикой и видеомонтаж. Blender используется как для 3D-печати, так и в индустрии кино, игр и дизайна. Программа кроссплатформенная и имеет открытый исходный код.

SolidWorks – это профессиональное программное обеспечение для 3D-моделирования и проектирования, разработанное компанией Dassault Systèmes. Оно используется в машиностроении, промышленном дизайне и производстве. SolidWorks поддерживает параметрическое моделирование, создание сборок, чертежей, а также инженерный анализ (CAE) и подготовку к производству (CAM). Отличается высокой точностью и удобной интеграцией с другими CAD/CAM-системами.

Компас-3D – это российская система 3D-моделирования и проектирования, разработанная компанией АСКОН. Она широко используется в машиностроении, строительстве и приборостроении. Компас-3D поддерживает параметрическое моделирование, создание чертежей по ЕСКД, инже-

нерные расчёты и интеграцию с CAM-системами. Программа удобна для разработки технической документации и автоматизации проектных процессов [7].

Второй этап – экспорт 3D-модели в STL-файл – перевод файла на язык, понятный 3D-принтеру. Для 3D-печати поверхности преобразуются в формат цельнотянутой полигональной сетки без отверстий, который описывает геометрию как облако связанных треугольных граней и вершин, неотличимую от оригинального CAD дизайна.

Однако STL-файлы могут содержать дефекты, что в дальнейшем может привести к сбоям во время печати. Для того чтобы получить напечатанную модель высокого качества, необходимо все возможные дефекты предотвратить еще на этапе проектирования.

На третьем этапе при помощи CAM систем (Computer Aided Manufacturing) осуществляется разделение 3D-модели на тысячи плоских 2D слоев, которые будут последовательно воспроизводиться на 3D принтере, с помощью специальной программы-слайсера. Слайсеры – преобразуют 3D-модели в G-code, который понимает принтер, например, Ultimaker Cura, PrusaSlicer, Simplify3D и др.

Ultimaker Cura – это популярный бесплатный слайсер для 3D-печати, разработанный компанией Ultimaker. Он предназначен для подготовки 3D-моделей к печати, конвертируя их в G-code для принтера. Cura поддерживает широкий выбор 3D-принтеров, имеет простые и расширенные настройки, а также интеграцию с CAD-программами. Отличается удобным интерфейсом и возможностью автоматической оптимизации параметров печати.

PrusaSlicer это мощный слайсер для 3D-печати, разработанный компанией Prusa Research. Он поддерживает FDM и SLA-принтеры, предлагает гибкие настройки параметров печати и оптимизацию для принтеров Prusa, но также совместим с другими моделями. Программа имеет удобный интерфейс, режимы для новичков и опытных пользователей, а также поддержку многоматериальной печати.

Simplify3D – это платный слайсер для 3D-печати, известный своей высокой производительностью и гибкими настройками. Он поддерживает широкий спектр 3D-принтеров, оптимизирует траектории печати для повышения качества и скорости, а также предлагает мощные инструменты для поддержки, многоматериальной печати и предварительного просмотра слоев. Подходит для профессионалов, которым важна точность и контроль над процессом печати [7].

Четвертый этап – непосредственно сама 3D-печать – послойный синтез натурного объекта (изделия) по данным CAD-модели, считываемым 3D-принтером с STL-файла. Для реализации 3D-печати используется хост 3D принтера, который обеспечивает связь между компьютером и принтером.

Он позволяет получать информацию для печати, а также изменять параметры работы устройства в режиме реального времени через ПК. Часто слайсеры и хост объединены в одно ПО для 3D печати, которое поставляется производителем принтера [7].

Примеры:

OctoPrint – это бесплатное программное обеспечение для удалённого управления 3D-принтером. Оно позволяет запускать, приостанавливать и контролировать печать через веб-интерфейс. Поддерживает мониторинг с веб-камеры, плагин-систему для расширения функционала и интеграцию с различными 3D-принтерами. Работает на Raspberry Pi, что делает его удобным решением для автоматизации и контроля печати;

AstroPrint – это облачное программное обеспечение для управления 3D-принтерами, которое позволяет пользователям управлять печатью через веб-интерфейс или мобильные приложения. Оно предлагает функции мониторинга печати, подготовки моделей и настройки принтера, а также доступ к библиотеке готовых 3D-моделей. AstroPrint поддерживает различные 3D-принтеры и обеспечивает удобный доступ к управлению печатью из любой точки мира.

Аддитивное производство – неразрывно связано с CAD/CAM/CAE системами, оно базируется на этих системах. Данные, созданные в любой из систем, используются для реализации последовательных этапов в другой системе с помощью быстрого и эффективного процесса преобразования форматов данных. CAD/CAM/CAE системы продолжают развиваться с огромной скоростью и на сегодняшний день особое внимание уделяется развитию гибридных решений, объединяющих возможности всех трех типов систем в единой платформе [8, 9]. Новые разработки включают внедрение искусственного интеллекта для оптимизации процессов проектирования, использования технологий дополненной реальности для визуализации проектов и развития аддитивных технологий производства.

Список использованной литературы

1 Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы. Часть 1. Термины и определения : ГОСТ Р 57558-2017. – Москва Стандартинформ, 2018. – 16 с.

2 Аддитивные технологии в производстве и ремонте машин : учебное пособие / Н. К. Толочко [и др.] ; Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан, Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина. - Нур-Султан : КАТУ им. С. Сейфуллина, 2022. – 184 с.

3 Толочко, Н. К. Аддитивные технологии в ремонтном производстве / Н. К. Толочко, Н. Н. Романюк, О. В. Сокол // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК : материалы Междунар. науч.-практ. конф. "Белагро-2018", Минск, 7–8 июня 2018 г. – Минск : БГАТУ, 2018. – С. 76–82.

4 Применение систем CAD/CAM/CAE в аддитивной технологии 3D-печати / Р.Ш. Узбеков, В.В. Челноков, Ю.М. Аверина // Наука, техника и образование. – 2023. – № 4 (92). – С. 8–11.

5 Аддитивное производство: технология, материалы и достоинства 3D-печати [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://makerly.eu/ru/aditivne-virobnicztvo-tehnologiya-materiali-ta-perevagi-3d-druku/. – Дата доступа: 02.05.2025.

6 tebx.ru : [сайт]. – Минск, 2024-2025. – URL : https://tebx.ru/spravochnik/cadcam.html (дата обращения 06.05.2025).

7 Топ бесплатных программ для 3D печати в 2021 году [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://3dtoday.ru/blogs/lider-3d/top-besplatnyx-programm-dlya-3d-pecati-v-2021-godu%C2%A0. Дата доступа: 08.05.2025.

8 Cad cae cam системы что это [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://rudesignshop.ru/blog/cad-cae-cam-sistemy-chto-eto/. Дата доступа: 08.05.2025.

9 3D печать: 3D моделирование в SolidWorks. От модели до готовой детали. Верстак BOCH [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=6o7fF7MYyaQ&t=0s. Дата доступа: 10.05.2025.

Summary. Additive manufacturing is inextricably linked with CAD/CAM/CAE systems and is based on these systems. Data created in any of the systems is used to implement successive stages in another system using a fast and efficient process of data format conversion. CAD/CAM/CAE systems continue to develop at a tremendous speed and today special attention is paid to the development of hybrid solutions that combine the capabilities of all three types of systems in a single platform. New developments include the introduction of artificial intelligence to optimize design processes, the use of augmented reality technologies to visualize projects and the development of additive manufacturing technologies.

УДК 537.634:620.263

Карлюк А.П., ассистент;
Щурин К.В., доктор технических наук, профессор
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», Минск, Республика Беларусь

АНАЛИЗ МЕХАНИЗМА ДИСКРЕТИЗАЦИИ МОЛЕКУЛЯРНЫХ КЛАСТЕРОВ В ПРОЦЕССЕ МАГНИТНОЙ АКТИВАЦИИ

Аннотация. Проведен анализ эффективности применения внешних малоэнергетических воздействий на улучшение эксплуатационных свойств немагнитных жидкостей. Показаны технико-технологические и экономические преимущества метода магнитной активации жидких сред с использованием постоянных неодимовых магнитов. Рассмотрена проблема повышения теплотворной способности углеводородных топлив методом магнитной активации, реализующим разрыв межмолекулярных и внутримолекулярных связей, что обеспечивает высокий уровень доступа молекул окислителя к молекулам горючего, повышая полноту сгора-

ния топлива и снижение вредных выбросов двигателей внутреннего сгорания. С использованием зависимостей Ван дер Ваальса и уравнения Шредингера предложены методы расчета энергии магнитного поля, необходимой для разрыва межмолекулярных внутримолекулярных связей.

Abstract. The analysis of the efficiency of using external low-energy effects to improve the performance properties of non-magnetic liquids is carried out. The technical, technological and economic advantages of the method of magnetic activation of liquid media using permanent neodymium magnets are shown. The problem of increasing the calorific value of hydrocarbon fuels by the magnetic activation method, implementing the rupture of intermolecular and intramolecular bonds, is considered, which ensures a high level of access of oxidizer molecules to fuel molecules, increasing the completeness of fuel combustion and reducing harmful emissions of internal combustion engines. Using the Van der Waals dependencies and the Schrödinger equation, methods for calculating the magnetic field energy required to rupture intermolecular intramolecular bonds are proposed.

Ключевые слова. Тепловые двигатели, углеводородные топлива, теплотворная способность, молекулярные кластеры, неспецифическое физическое воздействие, диамагнетики, энергия связей, малоэнергетические воздействия, неодимовый магнит, магнитная активация, вязкость.

Keywords. Heat engines, hydrocarbon fuels, calorific value, molecular clusters, non-specific physical impact, diamagnets, bond energy, low-energy impacts, neodymium magnet, magnetic activation, viscosity.

Введение. Основной характеристикой качества топлива, формирующей показатели его энергетической и экологической эффективности, является теплотворная способность, которая преимущественно зависит от полноты сгорания топлива. Применительно к жидким топливам величина низшей теплотворной способности $Q_{\text{н}}$ (МДж/кг) определяется по эмпирической формуле Д. И. Менделеева:

$$Q_{\text{н}} = 0,339\left[C\right] + 1,256\left[H\right] + 0,109\left[S\right] - 0,109\left[O\right] - 0,025\left[W\right], \qquad (1)$$

где в скобках указано процентное массовое содержание соответствующих химических элементов – углерода, водорода, серы, кислорода и влаги W в составе топлива; 0,339, 1,256, 0,109 – теплоты сгорания, необходимые для сжигания 1 % соответствующего элемента.

Образованию молекулярных кластеров способствуют многие факторы, например, длительность хранения топлива в емкостях, температура среды, электростатическое взаимодействие с деталями топливной системы и др. При воспламенении топлива в камерах сгорания наличие молекулярных кластеров существенно затрудняет превращение полной химической энергии в тепловую, поскольку значительная часть молекул в момент воспламенения недоступна для кислорода [1–4]. Очевидно, основной задачей повышения энергетической и экологической эффективности является по-

вышение теплотворной способности топлива путем дефрагментации молекулярных кластеров до выделения отдельных молекул.

Методика исследования. Известны несколько прикладных теорий, положенных в основу изучения механизма действия магнитного поля на нефтяные дисперсные системы [5, 8, 9]. Это – «коллоидные» гипотезы, в основе которых лежит действие магнитного поля на коллоидные диамагнитные, парамагнитные и ферромагнитные частицы; «ионные» гипотезы, в которых основная роль отводится находящимся в структуре ионам и «водные» гипотезы, обосновывающее действие магнитного поля на собственно воду.

Механизм действия магнитного поля на водные системы сводится к изменению связей микропримесей с молекулами жидкой среды. «Водные» теории [5, 8, 9] получили достаточно большую известность применительно к действию магнитного поля на физико-химические свойства нефтяных и водонефтяных жидких сред. Они основаны на разрушении в магнитном поле агрегатов железосодержащих частиц.

В то же время не следует априори отводить определяющую роль в процессах, протекающих в нефтепродуктах при магнитном воздействии, микропримесям железа, являющегося лишь одной из разновидностей минерального состава механических примесей. Применительно к нефтяным системам по «коллоидной теории» в процессе магнитной обработки нефти и нефтепродуктов САК (смолисто-асфальтеновые компоненты) являются основными микропримесями, несущими свободные поверхностные заряды, взаимодействующие с внешним МП [8, 9].

САК являются веществами параэлектрического, парамагнитного и диамагнитного типа. Нефтяные углеводороды в зависимости от молекулярной массы имеют различную магнитную восприимчивость, которая возрастает при увеличении числа атомов углеводородов в молекуле. Наличие в нефтепродуктах ферромагнетиков (железа, ванадия, никеля и др.) так же дополняет сложные пространственные взаимодействия диамагнитных и парамагнитных компонентов нефти в магнитном поле. В топливном потоке большое влияние оказывают газовые пузырьки, диспергированные капельки воды и механические примеси, которые становятся дополнительными центрами образования зародыша новой фазы в микрообъеме жидкости. При формулировании представления о механизме действия магнитного поля на многокомпонентные нефтяные системы, следует учитывать особенности нефтепродуктов как объекта исследования НФВ с оценкой содержания смол, асфальтенов, парафиновых углеводородов, наличия водной, газовой фаз и микропримесей, в том числе обладающих ферромагнитными свойствами.

Таким образом, основной задачей повышения энергетической эффективности – теплотворной способности топлива – является дробление молекулярных кластеров до выделения отдельных молекул.

Задачей следующего уровня для повышения теплотворной способности топлива является дефрагментация молекул на свободные радикалы и атомы. При воздействии магнитных полей с оптимальными значениями магнитотропных параметров в структуре топлива возникают различные радикалы, жидкая фаза частично преобразуется в газообразную, выделяется свободный водород, из метана образуется метил, из этана – этил, из бутана – бутил и т.д. Свободные радикалы – это сравнительно устойчивые фрагменты органических соединений, в которых отсутствует один атом водорода, т.е. радикалы имеют отрицательный электрический заряд и меньшую химическую устойчивость. Рациональное изменение магнитотропных параметров процесса активации имеет своей целью повышение выделяемой тепловой энергии за счет полноты сгорания.

Молекулярное взаимодействие основано на электрическом взаимодействии – силе Ван-дер-Ваальса, которая является вариантом Кулоновских сил. К основным характеристикам химической связи, дающим информацию о геометрическом строении (структуре) молекулы и ее прочности, относятся длина связи, валентный угол и энергия связи [7–9]. Ориентация молекулярных диполей происходит таким образом, чтобы их полюсы ориентировались между собой противоположными зарядами, и тогда между ними возникает притяжение.

Для диполь-дипольного межмолекулярного взаимодействия расчет сил производится с использованием зависимостей Ван дер Ваальса [8, 9]. Результирующая сила взаимодействия складывается из четырех компонентов – двух сил отталкивания между одноименными зарядами и двух сил притяжения – между разноименными зарядами. Суперпозиция сил определяет равнодействующую

$$F = \frac{(-q)(-q)}{4\pi\varepsilon_0 r^2} + \frac{qq}{4\pi\varepsilon_0 r^2} + \frac{(-q)(-q)}{4\pi\varepsilon_0 (r-l)^2} + \\ + \frac{(-q)(-q)}{4\pi\varepsilon_0 (r+l)^2} = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{2}{r^2} - \frac{1}{(r-l)^2} - \frac{1}{(r+l)^2}\right]. \quad (2)$$

Осуществив преобразования, получим

$$F = \frac{6q^2 l^2}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{r^2 - \left(\frac{l^2}{3}\right)}{r^2 (r^2 - l^2)^2}. \quad (3)$$

Энергия связи в молекуле равна работе, которую необходимо затратить, чтобы разделить молекулу на части (атомы, группы атомов) и удалить их друг от друга на «бесконечное» расстояние. В нашем случае «бесконечными» являются расстояния между элементами, при которых становится не возможным их синтетическое взаимодействие – восстановление

связи. Для молекул, состоящих из двух атомов, энергия связи равна энергии диссоциации молекулы. Для многоатомных молекул с одним типом связи, например, молекул вида A_mB_n, средняя энергия связи равна *1/n* части энергии распада молекулы на атомы (энергии атомизации). В квантовой химии применяют метод наложения валентных схем (теории резонанса) [8, 9] и используют приближенные решения уравнения Шредингера в волновые функции вида

$$\psi = \sum c_i \psi_i, \tag{4}$$

где ψ – приближение к результатам точного решения уравнения Шредингера для многоатомных молекул, ψ_i – отвечает определенному расположению связей в молекуле, c_i – коэффициенты.

Энергия межмолекулярного взаимодействия на один-два порядка меньше энергии химической связи. Например, энергия химической связи С–Н (в углеводородах) составляет 415 кДж/моль, С–С-связи – 332 кДж/моль, а энергия взаимодействия между молекулами углеводородов – приблизительно 4,18 кДж на группу CH_3 [14, 15]. При увеличении молекулярной массы вещества суммарный эффект межмолекулярных сил резко возрастает.

В общем случае энергия взаимодействия определяется по формуле (5) [3]

$$E_K = -2\mu_1\mu_2 / 4\pi\varepsilon_0 r^3, \tag{5}$$

где μ_1, μ_2 – дипольные моменты; r – расстояние между молекулами; ε_0 – диэлектрическая проницаемость вакуума.

В случае одинаковых молекул ($\mu_1 = \mu_2$) формулу (6) можно записать в виде

$$E_K = -\mu^2 / 4\pi\varepsilon_0 r^3. \tag{6}$$

В равновесной среде устанавливается некоторое распределение кластеров по числу содержащихся в них частиц. Это число в общем случае может быть любым и является случайной величиной. Функция распределения кластеров должна учитывать особенности строения кластера. Исследование свойств различных статистических распределений позволило авторам [3] выделить из их множества наиболее общее – гамма-распределение, плотность вероятностей которого в применении к количеству содержащихся в кластере частиц определяется по формуле (7) [8]

$$f(Z) = \frac{\lambda^\alpha}{\Gamma(\alpha)} Z^{\alpha-1} e^{-\lambda Z}, \tag{7}$$

где $\lambda > 0$ – параметр масштаба, $\alpha > 0$ – порядок распределения, $\Gamma(\alpha)$ – гамма-функция (интеграл Эйлера второго рода).

В нашем случае для разрушения кластеров и внутримолекулярных связей используется энергия магнитного поля (ЭМП).

На рисунке показаны этапы воздействия магнитного поля на единичный диполь.

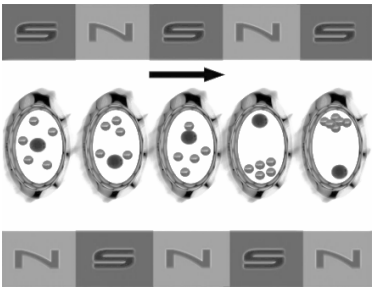


Рисунок – Движение молекулы в переменном магнитном поле

Во-первых, магнитное поле снимает электростатический заряд с топлива, который оно получило при протекании в топливных магистралях и меняет его структуру.

Во-вторых, изменяется вязкость и все параметры, входящие в нее: диэлектрическая проницаемость, поверхностное натяжение жидкости, константы горения, растворимость кислорода в топливе и т.д.

В-третьих, при поляризации происходит упорядочение ориентаций спиновых и орбитальных моментов хаотично движущихся молекул.

И, в-четвертых, благодаря переменному магнитному полю ассоциаты-кластеры, совершая колебательные движения, разрушаются на отдельные диполи, которые быстрее вступают в реакцию горения. При этом также высвобождаются свободные радикалы и отдельные элементы молекулы, что дополнительно повышает теплотворную способность.

Все выше перечисленные факторы влияют на достижение поставленной цели – увеличение энергетических и экологических показателей сгорания топлива за счет полноты сгорания его компонентов.

Зная вышеперечисленные параметры, определяется энергия магнитного поля (максимальное энергетическое произведение, объемная плотность энергии) w (кДж/м^3), которая зависит от магнитной индукции (B) и напряженности магнитного поля (H) [3, 5]

Согласно теории близкодействия, ЭМП распределена по всему объему V пространства, в котором существует МП. ЭМП, заключенная в единичном объеме этого поля, называется объемной плотностью энергии магнитного поля w:

$$w = \frac{W}{V}\frac{B^2}{2\mu\mu_0} = \frac{BH}{2}, \qquad (8)$$

где B – магнитная индукция, Тл; μ_0 – магнитная постоянная, Гн/м; H – напряженность магнитного поля, А/м; μ – относительная магнитная проницаемость.

Полимерные цепочки органического топлива, проходя через магнитное поле переменной полярности, совершают колебательные движения и разрываются, увеличивая количество активных сторон молекул, одновременно вступающих в процесс окисления.

В устройствах, для активации немагнитных жидких сред применяют неодимовые магниты из сплава *Nd-Fe-B* (неодим-железо-бор), которые имеют существенно лучшие магнитные свойства.

Кроме того, неодимовые магниты обладают следующими отличительными свойствами: за 10 лет теряют лишь 1 % намагниченности; доступны любые размеры и формы; низкая температура Кюри; высокая устойчивость к коррозии; максимальная остаточная намагниченность; максимальная коэрцитивная сила; максимальная удельная магнитная энергия

Заключение. Основной задачей обеспечения процесса магнитной активации немагнитных жидкостей, в том числе углеводородных топлив, является подбор и реализация магнитотропных параметров активатора, адекватных поставленной цели, – улучшению эксплуатационных (потребительских) свойств веществ. В соответствии с изложенной методикой этапами решения задачи являются:

1) констатация химической формулы основной активируемой жидкости;
2) качественный и количественный анализ допускаемых примесей по ГОСТ на жидкость;
3) определение видов межмолекулярных и внутримолекулярных связей;
4) расчет энергетических характеристик связей;
5) определение основных показателей потока активируемой жидкости – удельный расход, скорость потока, ориентация относительно силовых линий МП;
6) подбор магнитов с необходимой плотностью энергии магнитного поля;
7) выбор конструктивной схемы магнитного активатора, характеристики которого обеспечат разрыв межмолекулярных и внутримолекулярных связей;
8) определение способа косвенной оценки эффективности активации;
9) проведение лабораторных и эксплуатационных испытаний активатора с корректированием его расчетных магнитотропных параметров.

Список использованной литературы

1. Мельников, Г. А. Структурные свойства конденсированных сред в рамках кластерной модели / Г. А. Мельников [и др.] // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. – 2011. – № 4 (20). – С. 1–6.

2. Щурин, К. В. Изменение свойств немагнитных жидкостей в переменном магнитном поле / К. В. Щурин, И. Г. Панин // «Информационно-технологический вестник» – 2017. – № 1. – С. 103–114.

3. Карлюк, А. П. Ультразвуковой метод повышения теплотворной способности топлив для дизельных двигателей внутреннего сгорания /

А. П. Карлюк, И. П. Карлюк, К. В. Щурин // Сборник научных статей 7-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием «Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении». – Курск. – № 7. – 2022. – С. 78–93.

4. Помазкин, В. А. Неспецифические воздействия физических факторов на объекты биотехносферы : Монография / В. А. Помазкин. – Оренбург, ОГУ, 2001. – 340 с.

5. Егоров, И. Н. Улучшение эксплуатационных свойств дизельных топлив в условиях сельскохозяйственного производства : дис. … канд. техн. наук : Великолукский СХИ. – Великие Луки, 1983. – 292 с.

6. Пивоварова, Н. А. Интенсификация процессов переработки углеводородного сырья воздействием постоянного магнитного поля : дис. ... докт. техн. наук: 05.17.07 / Рос. гос. ун-т нефти и газа им. И. М. Губкина. – Москва, 2005. – 361 с.

7. Классен, В. И. Омагничивание водных систем / В. И. Классен. – М.: Химия, 1982. – 296 с.

8. Клочков, А. В. Параметры магнитного поля в устройствах омагничивания воды / А. В. Клочков, О. Б. Соломко, А. А. Емельяненко // «Агропанорама» – № 5. – 2020. – С. 23–28.

9. Лидин, Р. А. Справочник по неорганической химии. Константы неорганических веществ. Справочное пособие / Р. А. Лидин, Л. Л. Андреева, В. А. Молочко. – М.: Химия, 1987. – 320 с.

Summary. The main task of ensuring the process of magnetic activation of non-magnetic liquids, including hydrocarbon fuels, is the selection and implementation of magnetotropic parameters of the activator, adequate to the set goal – improving the operational (consumer) properties of substances.

УДК621.385.6

Тихонов А.А.[1], кандидат технических наук, доцент;
Романюк Н.Н.[2], кандидат технических наук, доцент,
Михайлова О.В.[3], доктор технических наук, профессор;
Просвирякова М.В.[4], доктор технических наук, доцент;
Федоров М.Е.[1], аспирант, **Коршиков Д.Д.**[1], аспирант
[1]*ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет», г. Нижний Новгород, Российская Федерация;*
[2]*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*
[3]*ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет», г. Княгинино, Российская Федерация;*
[4]*Цивильский АТТ, г. Цивильск, Российская Федерация*

РАДИОГЕРМЕТИЧНЫЙ ПЛАВИТЕЛЬ ЖИРОВОГО СЫРЬЯ НЕПРЕРЫВНО-ПОТОЧНОГО ДЕЙСТВИЯ С СВЧ ЭНЕРГОПОДВОДОМ

Аннотация. В статье приведены данные расчетов электродинамических параметров резонатора для создания сборочных чертежей радиогерметичного

плавителя жирового сырья непрерывно-поточного действия с СВЧ энергоподводом.

Abstract. The article presents the results of calculations for electrodynamic parameters of a resonator designed to create assembly drawings for a radio-sealed continuous-flow fat raw material melter with microwave energy supply.

Ключевые слова. Усеченный конический резонатор, вытопка жира, диэлектрический шнек, замедляющая система.

Keywords. Truncated conical resonator, fat rendering, dielectric auger, slow-wave system.

Актуальной остаётся задача сохранения кормовой ценности жиросодержащего сырья при его термообработке и обеззараживании в условиях небольших фермерских хозяйств. Жир КРС, свиней, овец, кур и т.п. лабилен ко многим внешним факторам при первичной переработке: температуре среды, воздействию кислорода, микробиальному загрязнению и др. Поэтому одновременно с плавлением его необходимо обеззараживать. Извлечение жира из жиросодержащего сырья требует разрушения белковой структуры, удерживающей жир, и осуществления тепловой обработки методами теплопередачи конвекции и кондукции. [1]. Продолжительность обработки жирового сырья определяется временем плавления жира и временем выдержки сырья для уничтожения патогенной микрофлоры при определенной температуре. На крупных мясоперерабатывающих заводах для обработки жирового сырья применяются котлы большого объема с паровыми системами обогрева, работающие периодически и характеризующиеся высокими эксплуатационными расходами [1].

Целью настоящей работы является обоснование электродинамических параметров радиогерметичного плавителя жирового сырья непрерывно-поточного действия с СВЧ энергоподводом.

Предлагаемая установка (патент РФ № 2805965) (рисунок 1) предназначена для эффективной и безопасной переработки жиросодержащего сырья в условиях малого и среднего бизнеса [2]. Она включает в себя следующие элементы: загрузочную емкость с задвижкой – обеспечивающую дозированную подачу сырья в рабочую зону устройства; электроприводной спиральный шнек – для перемещения сырья вглубь рабочего пространства и одновременного перемешивания; магнетроны – создают необходимую интенсивность нагрева в ЭМП СВЧ; резонатор в виде перфорированного усеченного конуса из неферромагнитного материала – формирует устойчивое поле электромагнитных колебаний, обеспечивая эффективный нагрев сырья; экранированный цилиндрический корпус – обеспечивает защиту персонала от воздействия микроволнового излучения; диэлектрический корпус с перфорированным

основанием, диэлектрического шнека – для равномерного нагрева микроволновым излучением по всей массе сырья; малое основание перфорированного усеченного конуса – соединяет нижнюю часть устройства с корпусом, обеспечивая надежный отвод обработанных масс; наклонное неферромагнитное основание цилиндрического корпуса – способствует транспортировке жидкой фракции из зоны обработки; патрубок с шаровым краном (функционирует как запредельный волновод) – обеспечивает радиогерметичность и используется для слива вытопленного жира; керамический отражатель внутренней поверхности резонатора – улучшает распределение энергии и уменьшает потери микроволнового поля, повышая эффективность работы установки.

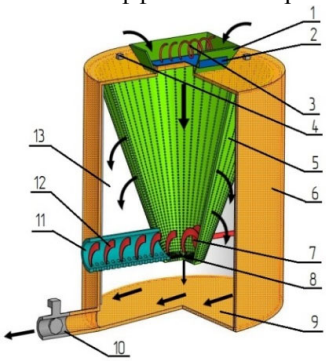


Рисунок 1 – Плавитель жирового сырья с СВЧ энергоподводом:
а) общий вид в разрезе; *1* – загрузочная емкость с задвижкой *2*;
3 – электроприводной спиральный шнек; *4* – магнетроны; *5* – перфорированный неферромагнитный резонатор в виде усеченного конуса; *6* –экранирующий цилиндрический корпус; *7* – электроприводной винтовой диэлектрический шнек; *8* – малое основание перфорированного усеченного конуса; *9* – наклонное неферромагнитное основание цилиндрического корпуса; *10* – неферромагнитный патрубок с шаровым краном (запредельный волновод); *11* – диэлектрический корпус с перфорированным дном винтового шнека; *12* – неферромагнитный виток винтового диэлектрического шнека; *13* – керамический отражатель

Вычислим, при каком соотношении диаметра экранирующего цилиндра и изменяющего диаметра перфорированного резонатора в виде усеченного конуса будет минимальное затухание волны (рисунок 2).

Коэффициент ослабления волны (потери в неферромагнитном цилиндрическом корпусе и резонаторе) в кольцевом объеме между экранирующим цилиндром и резонатором определяем по формуле [3]:

$$\alpha = \sqrt{\frac{\varepsilon}{\mu}} \cdot \frac{(R_s / d) + (R_s / D)}{120 \cdot \pi \cdot \ln(D / d)}, \text{м}^{-1}, \qquad (1)$$

где ε – диэлектрическая проницаемость сырья, Ф/м, ε = 25 Ф/м;

μ – магнитная проницаемость сырья, Гн/м, μ ≈ 1 Гн/м;

R_s – поверхностное сопротивление металла, Ом, на частоте 2450 МГц $R_s \approx 0{,}017$ Ом;

D – диаметр экранирующего цилиндра, м, $D = 0{,}634$ м;

d – диаметр резонатора, м, $d = 0{,}551$ м.

$$\alpha = \sqrt{\frac{25}{1}} \cdot \frac{(0,017 / 0,5508 + (0,017 / 0,634)}{120 \cdot 3,14 \cdot \ln(0,634 / 0,5508)} = 0,165 \text{ м}^{-1}.$$

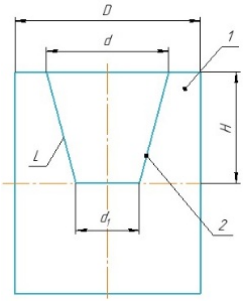


Рисунок 2 – Схематическое изображение коаксиально расположенного экранирующего корпуса (*1*) и резонатора в виде усеченного конуса (*2*)

Исследования показывают, что минимальное затухание волны в кольцевом объеме получается при отношении $D / d = 0{,}634 / 0{,}551 = 1{,}15$.

Волновое сопротивление [3]:

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{\ln\left(\frac{D}{d}\right)}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\varepsilon / \mu}} = 60 \cdot \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}} \cdot \ln\left(\frac{D}{d}\right) = 138 \cdot \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}} \cdot \lg\left(\frac{D}{d}\right), \text{ Ом.} \quad (2)$$

$$Z = 138 \cdot \sqrt{\frac{1}{25}} \cdot \left|\lg\left(\frac{0,634}{0,5508}\right)\right| = 2,74 \text{ Ом.}$$

Переносимая мощность [3]:

$$P = 8,44 \cdot 10^{-3} \cdot E^2 \cdot d^2 \cdot \sqrt{\frac{\varepsilon}{\mu}} \cdot \ln\left(\frac{D}{d}\right), \text{ Вт.} \quad (3)$$

$$P = 8,44 \cdot 10^{-3} \cdot 361^2 \cdot 0,5508^2 \cdot \sqrt{\frac{25}{1}} \cdot \ln\left(\frac{0,634}{0,5508}\right) = 234,7 \text{ Вт.}$$

Между цилиндрическим экранирующим корпусом и коническим резонатором образуется пространство, в котором реализуется возврат

части электромагнитной энергии, излучаемой магнетронами мощностью 2400 Вт. Через перфорированные стенки резонатора возвращается около 233,75 Вт, что эквивалентно примерно 9,73 % от полной выходной мощности. Несмотря на небольшую величину восстановленной энергии, она оказывается достаточной для поддержания нужной температуры жира, обеспечивая снижение его вязкости и облегчая последующий слив через запредельный волновод и шаровой кран.

Эффективное ограничение распространения электромагнитных излучений через загрузочную ёмкость достигается за счёт использования неферромагнитного спирального шнека. Спираль представляет проводник, навитый на круглый цилиндр радиусом r с постоянным шагом h. В случае, когда диаметр проволоки намного меньше диаметра самой спирали, электрический ток свободно течёт вдоль витков, тогда как в поперечном направлении сопротивление бесконечно велико, фактически блокируя прохождение тока в этом направлении.

Ключевой особенностью спиральной замедляющей системы служит малая чувствительность коэффициента замедления к изменению частоты. Электромагнитная волна движется вдоль витков спирали. При применении спиральной замедляющей системы радиусом 3 см и шагом 1 см, мощность потока излучений должна составлять 27 мВт/см^2 [5].

Предотвращение излучения через сливной патрубок осуществляется применением неферромагнитной трубки малого диаметра и необходимой длины (запредельного волновода). Если радиус трубки принять равным четверти длины волны (3,06 см), то погонное затухание на низшем типе волны H_{11} будет равно 5,2 дБ/см [4].

Собственная добротность резонатора рассчитывается следующим образом [4]:

$$Q_o = \frac{2 \cdot V}{\Delta \cdot S}, \tag{4}$$

где Δ – толщина поверхностного слоя ($1{,}72 \cdot 10^{-6}$ м);

S – площадь внутренней поверхности стенок резонатора, м^2;

L – длина образующей усеченного конуса, м, L = 0,648 м.

Объем и площадь усеченного конуса:

$$V = \frac{\pi \cdot H}{3}\left[R^2 + R \cdot r + r^2\right], \tag{5}$$

где H – высота усеченного резонатора, м, H = 0,612 м;

R – радиус большего основания резонатора, м, $R = d / 2 = 0{,}5508 / 2 = 0{,}2754$ м;

r – радиус меньшего основания резонатора, м, $r = d_1 / 2 = 0{,}1224 / 2 = 0{,}0612$ м.

$$V = \frac{3,14 \cdot 0,612}{3}\left[0,2754^2 + 0,2754 \cdot 0,0612 + 0,0612^2\right] = 0,062 \text{ м}^3.$$

$$S = \pi\left[R^2 + r^2 + L\left(R + r\right)\right]. \quad (6)$$

$$S = 3,14 \cdot \left[0,2754^2 + 0,0612^2 + 0,6484 \cdot \left(0,2754 + 0,0612\right)\right] = 0,9356 \text{ м}^2.$$

$$Q_o = \frac{2 \cdot 0,062}{1,716 \cdot 10^{-6} \cdot 0,9356} = 77235.$$

Согласование напряженности электрического поля, добротности и объема резонатора [6]:

$$E = \sqrt{\frac{Q_o \cdot P_{\text{ген}}}{0,27 \cdot \varepsilon_0 \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot V}}, \ \frac{\text{кВ}}{\text{см}}, \quad (7)$$

где Q_o – собственная добротность резонатора;

$P_{\text{ген}}$ – мощность генераторов, Вт, $P_{\text{ген}} = 3 \times 800 = 2400$ Вт;

ε_o – диэлектрическая проницаемость вакуума, $\varepsilon_o = 8,85\ 10^{-12}$ Ф/м;

f – частота ЭМП СВЧ, $f = 2450$ МГц;

V – объем резонатора, м^3.

$$E = \sqrt{\frac{77235 \cdot 2400}{0,27 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 2450 \cdot 10^6 \cdot 0,062}} = 28,52 \cdot 10^4 \frac{\text{В}}{\text{м}} = 2,85 \frac{\text{кВ}}{\text{см}}.$$

Исследование трёхмерных конфигураций электромагнитного поля внутри резонатора формы усечённого конуса было выполнено посредством программы CST Studio Suite 2019, применяя модуль расчёта частотной области (Frequency Domain solver). Графическое представление распределения электромагнитных волн в резонаторе, имеющем форму усечённого конуса, представлены на рисунке 3.

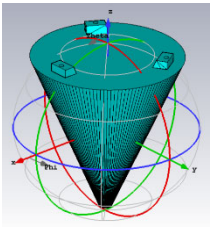


Рисунок 3 – Распределение электромагнитных волн в резонаторе в координатах осей

Программа позволяет исследовать напряженности электрического и магнитного полей, поверхностный ток, плотность потока магнитной

составляющей поля, энергию электрической составляющей, Результаты исследования показывают, что вдоль вертикальной оси напряженность электрического поля равномерная, и составляет до 2,85 кВ/см при мощности генераторов 2 400 Вт.

Проведённые расчёты и полученные данные послужили основой для создания сборочных чертежей плавителя жирового сырья (рисунок 4).

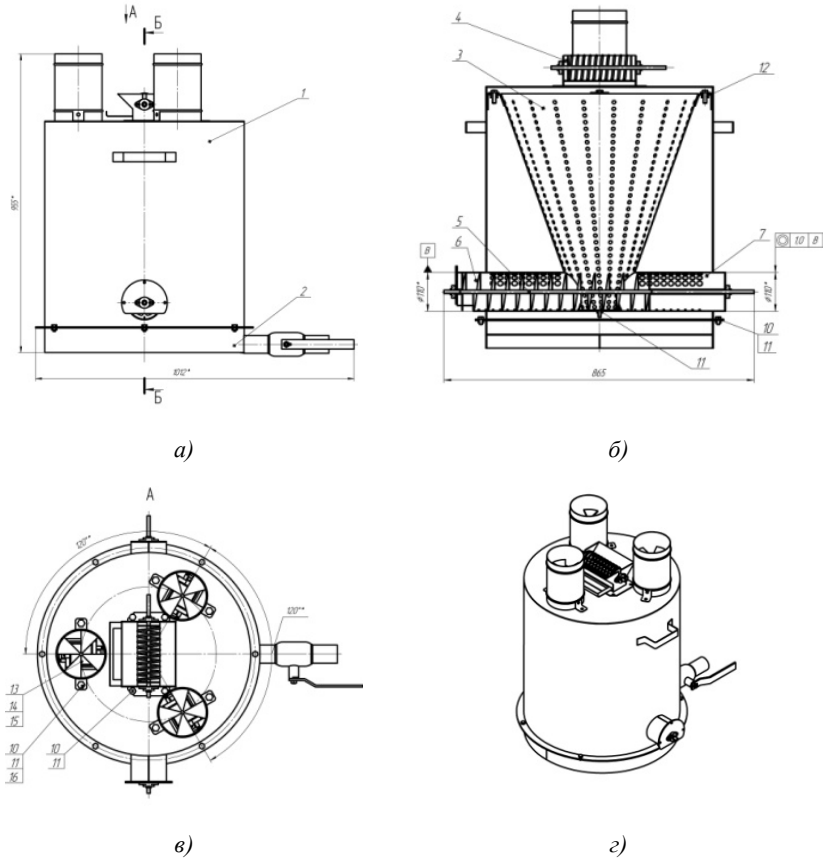


Рисунок 4 – Сборочные чертежи плавителя жирового сырья с СВЧ энергоподводом: *а)* общий вид; *б)* общий вид в разрезе с позициями; *в)* общий вид сверху; *г)* изометрия: *1* – корпус верхний; *2* – корпус нижний; *3* – резонатор конический; *4* – емкость загрузочная; *5* – шнек; *6* – труба перфорированная; *7* – труба перфорированная; *10*, *11*, *12* – стандартные изделии (крепеж); *13* – вентилятор осевой; *14* – волновод; *15* – магнетрон; *16* – уголок

Список использованной литературы

1. Ивашов, В. И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. Ч. 1. Оборудование для убоя и первичной обработки. − / В. И. Ивашов. – М.: Колос, 2001. – 552 с.

2. Патент РФ № 2805965. Плавитель жирового сырья с СВЧ энергоподводом / Новикова Г. В., Просвирякова М. В., Тихонов А. А., Михайлова О. В., Сторчевой В.Ф., Федоров М.Е., Сбитнев Е.А. ; заявитель и патентообладатель НГИЭУ (RU). – № 2022133228 ; заявл. 19.12.2022. – Бюл. № 30 от 24.10.2023. – 18 с.

3. Баскаков, С. И. Электродинамика и распространения волн. Сборник задач / С. И. Баскаков. − М.: ВШ, 1981. – 208 с.

4. Пчельников, Ю. Н. Электроника сверхвысоких частот / Ю. Н. Пчельников. − М.: Радио и связь, 1981. – 96 с.

5. Новикова, Г. В. Разработка и обоснование параметров плавителя жирового сырья с СВЧ-энергоподводом / Г. В. Новикова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 2 (100). – С. 119–124.

6. Курушин, А. А. Проектирование СВЧ устройств в среде CST Microwave Studio / А. А. Курушин, А. Н. Пластиков. – М.: МЭИ, 2012. – 152 с.

Summary. The proposed installation solves the problem of complex processing of fat-containing raw materials, preserving its biological and nutritional value, ensuring a high level of hygiene and electrification of the process, making it possible to use it in farms and small enterprises of the food industry.

УДК 631.3

Лопарев А.С., аспирант;
Казаков К.В., кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина», п. Майский, Белгородская область, Российская Федерация

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРЕССОВАНИЯ И СУШКИ ЖОМА

Аннотация: Статья посвящена актуальным проблемам и перспективам внедрения современных технологий прессования и сушки свекловичного жома. Рассматриваются преимущества и недостатки существующих методов, предлагаются инновационные решения, направленные на повышение качества продукции, снижение затрат и улучшение экологии производственного цикла. Особое внимание уделено применению новых видов оборудования и материалов, обеспечивающих высокую степень автоматизации и энергосбережения

Annotation: The article is devoted to the current problems and prospects of introducing modern technologies for pressing and drying beet pulp. The advantages and disadvantages of existing methods are considered, innovative solutions aimed at improving product quality, reducing costs and improving the ecology of the production cycle are proposed. Special attention is paid to the use of new types of equipment and materials that provide a high degree of automation and energy saving.

Ключевые слова: свекловичный жом, прессование, сушка, энергоэффективность, автоматизация, биотехнологии.
Keywords: beet pulp, pressing, drying, energy efficiency, automation, biotechnology.

Проблема эффективного использования вторичных ресурсов является актуальной задачей современного сельского хозяйства. Одним из таких ресурсов выступает свекловичный жом – побочный продукт переработки сахарной свеклы. Сегодня перед производителями стоят задачи минимизировать издержки и одновременно обеспечить высокий уровень качества выпускаемой продукции. Для достижения этих целей внедряются современные методы прессования и сушки жома, позволяющие сократить производственные расходы и улучшить экономические показатели предприятия [1]. Проведены лабораторные испытания различных способов прессования и сушки жома. Использованы методы сравнительного анализа и моделирования технологических процессов. Результаты исследований представлены в виде экспериментальных данных и аналитических выводов.

Традиционно для прессования жома используются механические прессы, работающие на принципах сжатия и фильтрации влаги. Недостатком такого подхода являются высокие энергозатраты и низкая скорость обработки [2]. Наиболее распространенными методами сушки являются конвективная и инфракрасная сушка. Однако они требуют значительных энергетических ресурсов и приводят к образованию побочных загрязнений воздуха.

Современное решение проблемы заключается во внедрении инновационных технологий прессования и сушки, позволяющих значительно уменьшить затраты и повысить качество продукции. Среди наиболее эффективных решений выделяются: Высокоскоростные гидравлические прессы с системой автоматической регулировки давления [3]. Такие инновации способствуют снижению энергопотребления и улучшению качественных характеристик конечной продукции.

Примером инженерного расчета может служить формула определения массы готового продукта:

$$W = Wi\left(\frac{P_a}{P_b}\right)^n$$

где: W – масса высушенного жома,

Wi – начальная масса влажного жома,

P_a, P_b – парциальные давления водяного пара соответственно на входе и выходе сушильной камеры,

n – эмпирический показатель степени (обычно порядка 0,3–0,5).

Далее приводятся расчетные данные и комментарии к формулам.

Сравнение результатов старого и нового метода приведены в таблице 1:

Таблица 1 – Сравнительная характеристика старого способа и нового предложения

Параметр	Старый способ	Новый способ
Средняя влажность, %	15	10
Время сушки, мин	60	40
Потребляемая энергия, кВт ч/кг	0,3	0,2

Расчеты показывают, что внедрение инновационных технологий позволяет существенно снизить себестоимость производимой продукции и увеличить прибыль предприятия. Так, переход на высокопроизводительные прессы сокращает срок окупаемости инвестиций примерно на 2–3 года. Улучшение потребительских качеств продукции способствует росту спроса и увеличению объема продаж.

Заключение. Внедрение инновационных технологий прессования свекловичного жома является важным этапом оптимизации производственных процессов. Оно помогает сократить эксплуатационные расходы, повысить качество продукции и положительно влияет на экономику предприятия. Дальнейшие исследования направлены на разработку комплексных решений, объединяющих новейшие разработки в области механической обработки и биотехнологий.

Список использованной литературы

1. Патент № 2238492 C1 Российская Федерация, МПК F26B 17/04. Сушильная установка : № 2003114539/06 : заявл. 15.05.2003 : опубл. 20.10.2004 / С. А. Булавин, К. В. Казаков, В. В. Билько ; заявитель Белгородская государственная сельскохозяйственная академия.

2. Булавин, С. А. Безотходная энергосберегающая технология сушки и переработки свекловичного жома / С. А. Булавин, К. В. Казаков, А. С. Колесников // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2009. – № 4. – С. 38–41.

3. Совершенствование технологии сушки свекловичного жома / С. А. Булавин, К. В. Казаков, А. С. Колесников, В. В. Билько // Техника в сельском хозяйстве. – 2006. – № 4. – С. 43–44.

Summary: The article highlights the current issues of modernizing the technology of beet pulp pressing and drying. Traditional approaches are described, noting disadvantages such as high energy intensity and environmental risks. New technological solutions have been proposed, including high-speed hydraulic presses with automatic pressure control, which reduces energy costs and increases productivity. The calculation method for evaluating the effectiveness of the new technology is presented, demonstrating a significant reduction in drying time and electricity consumption. In conclusion, the importance of further development of an integrated production system, including innovative approaches to the processing of agricultural waste, is emphasized.

УДК 621.86

Захаров А.В.[1], кандидат технических наук, доцент;
Чикилевский Я.А.[1], магистрант;
Бондаренко И.И.[2], кандидат технических наук, доцент;
Захарова И.О.[2], ассистент
[1] *Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь*
[2]*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

ПРОИЗВОДСТВО И НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КРАНОВО-МАНИПУЛЯТОРНЫХ УСТАНОВОК ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Аннотация: В работе рассмотрены современные краново-манипуляторные установки на базе грузовых автомобилей, их производство, особенности конструкции. Применение на их базе электронных систем управления, контроля, связи, безопасности и точности управления.

Abstract: The paper discusses modern crane-manipulator installations based on trucks, their production, design features, the use of electronic control systems, control, communication, safety and control accuracy.

Ключевые слова: грузовой автомобиль, краново-манипуляторная установка, электронные системы управления.

Key words: truck, crane-manipulator installation, electronic control systems.

Парк грузового автотранспорта в Республике Беларусь согласно государственной статистической отчетности за 2024 год составил 241 197 единиц принадлежащий организациям и 141 655 единиц в личной собственности граждан. Около половины это грузовые автомобили общего назначения (бортовые) из них 65% оснащены краново-манипуляторной установкой (КМУ) [1].

Достоинства грузового автомобиля с КМУ – универсальность и многофункциональность, а в итоге экономичность. Такая техника при наличии дополнительного оборудования может работать с любыми типами грузов, применяться для эвакуации транспорта, лесном и сельском хозяйстве перевозки контейнеров и выполнения других работ.

В настоящее время в РБ производством манипуляторных установок занимается ОАО «Мозырский машиностроительный завод» (модель M80L86) и ОАО АМКОДОР» – управляющая компания холдинга» (модель AMKODOR KF4556). Обе модели имеют Z – образную складную шарнирно-сочлененную стрелу и предназначены для установки на лесохозяйственную технику (форвардеры, сортиментовозы и т.д.). Для применения на грузовых бортовых автомобилях необходимы

манипуляторы как с Z так и L – образной конфигурацией стрелы, несколькими телескопическими секциями, максимальной компактностью в транспортном положении и различными рабочими характеристиками:
-максимальная грузоподъемность, т;
- максимальный грузовой момент т·м;
- максимальный рабочий радиус, м;
- максимальный угол охвата, град;
- максимальная высота подъема, м.

В результате подавляющее большинство как новых КМУ так и б/у установок, поставляемых в Беларусь и Россию - европейского, американского и азиатского производства таких производителей: Binderberger, Epsilon, Palfinger (Австрия), Atlas, MKG (Германия); Amco Veba, Fassi, Ferrari, EFFER (Италия); Bigmax (Канада); Donghe и XCMG (Китай); Prentice, Serco Loaders, Terex (США); Kesla (Foresteri) (Финляндия); Cranab, HIAB (Швеция); Kanglim, Tadano (Южная Корея); Unic, Kato, Maeda (Япония); Hidrokon, MPG (Турция), ЗАО «Великолукский машиностроительный завод», ООО «Майкопский машиностроительный завод», ЗАО «Стройдормаш» (Россия).

Условно КМУ подразделяются по максимальной грузоподъемности на следующие категории [2, 3]:

- мини-краны – до 2 тонн;
- легкие – 2 - 5 тонн;
- средние – 5 - 15 тонн;
- тяжелые – более 15 тонн.

Наиболее востребованными являются легкая и средняя категория. Однако за последние пять лет, интенсивно наращивает темпы потребность в тяжелых КМУ. Также устойчивая тенденция к повышению универсальности КМУ при помощи сменного навесного оборудования рисунок 1.

Для выполнения грузоподъемных работ на кране-манипуляторе устанавливается различное навесное оборудование. Чаще всего используются один или несколько крюков. Главный крюк наибольшей грузоподъемности крепится на выдвижной секции стрелы и служит для работы с большими грузами в пределах грузовых характеристик подъемного крана. На концевых секциях удлинителей стрел крана-манипулятора могут быть установлены дополнительные крюки для работы с малыми грузами и на больших вылетах. Кроме того, применяются разборные траверсы, грузовые захваты (для брёвен, поддонов, кирпича, многолепестковые, сеточные, вилочные, челюстные, электромагнитные и т.д.), люльки для подъема людей. Для выполнения строительно-монтажных работ на стреле крана-манипулятора устанавливаются ковши или буры.

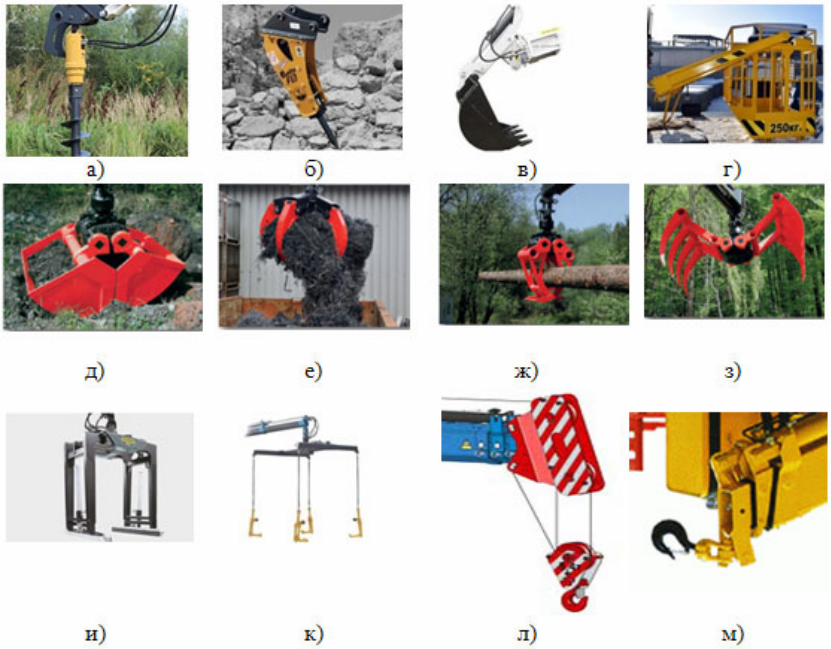


Рисунок 1 – Применяемое сменное навесное оборудования КМУ
а – бур; *б* – гидромолот; *в* – экскаваторный ковш; *г* – люлка монтажная;
д, е, ж, з – грейферные захваты; *и, к* – траверсы для поддонов и эвакуации транспорта; *л, м* – крюки с канатной тягой и без

Основными направлениями совершенствования КМУ являются оснащение дополнительными электронными системами и новации в приводах:

- итальянская компания FASSI совместно с VOLVO TRUCKS разработала новую систему FX-LINK, предназначенную для связи посредством шины CAN и оптимального согласования систем управления КМУ и несущего шасси. Она позволяет оператору, управлять функциями шасси (пуск, останов и регулировка оборотов двигателя, включение фар и звукового сигнала, контроль количества и расхода топлива) при помощи пульта дистанционного управления КМУ;
- HIAB (Швеция) предлагает систему обзора HIVISION, которая составляет картинку из изображений, поступающих с высококачественных видеокамер, при помощи технологии «дополненной реальности». Оператору в кабине обеспечивается отличный обзор рабочей зоны в оптимальном ракурсе при помощи дисплея, закрепленного на шлеме;

- HIAB (Швеция), MKG (Германия) и др. предлагают для своих КМУ телематическую систему HICONNECT, которая в реальном времени предоставляет руководителю предприятия удаленный доступ к характеристикам работы каждой крановой установки (количество проработанных мотто-часов, наработка до следующего ТО, количество израсходованного топлива на единицу времени или перемещенного груза и т.д.). С помощью телематической системы можно получить статистические отчеты о работе каждой установки;

- подобную систему на КМУ внедрил итальянский производитель EFFER с функцией «дистанционного контроля и помощи» RACE (remote assistance control effer). RACE – опционная функция электронной телематической системы менеджмента EFFER PROGRESS 2.0. Эта система, как и предыдущая, позволяет владельцам связываться с системой управления своих КМУ через компьютер, смартфон или планшет и в режиме реального времени отслеживать местонахождение, перемещения и действия всех своих манипуляторов;

- австрийская компания Palfinger разработала и устанавливает на свои тяжелые КМУ систему CPM (crane position monitoring) «автоматического динамического контроля», для защиты от опрокидывания и контроля положения установки;

- южнокорейская компания TADANO оснащает свои КМУ системой безопасности AML (automatic moment limiter, «автоматический ограничитель грузового момента»), в состав которой входят функция контроля устойчивости машины и указатель нагрузки, а также недавно разработанная функция бортового взвешивания груза, которая подсчитывает и показывает полную массу груза при погрузке и разгрузке автомобиля.

- китайский производитель XCMG представил новую функцию в системе управления КМУ: автоматическое складывание/раскладывание манипулятора с помощью одного нажатия кнопки на пульте в каком бы положении она не была;

- компания HIAB разработала систему электрического привода ePTO для своих КМУ. Питание осуществляется от литий-ионных аккумуляторных батарей. Грузоподъемность крана при активировании системы ePTO остается на прежнем уровне, но при этом эксплуатационные расходы снижаются на 70%;

- турецкие производители Hidrokon и MPG на свои тяжелые КМУ устанавливают двухскоростной механизм поворота колонны с функцией точного позиционирования;

- ряд производителей КМУ ведут свои разработки в гидроприводах, например гидробак с устройством центробежной («циклонной») очистки гидравлического масла. Эта система позволяет уменьшить массу гидрокомпонентов, сделать гидросистему более компактной и сократить расходы на эксплуатацию автомобиля с КМУ.

Заключение. В результате грузовой автомобиль в составе с КМУ это операционный агрегат с широким спектром выполняемых задач погрузка-разгрузка различных типов грузов, буровые работы, автовышка, строительно-монтажные работы и т.д., что повышает коэффициент использования времени смены. Подобная техника уже вытесняет полноценные крановые установки грузоподъемностью до 10–15 тон. В Беларуси производством манипуляторных установок занимаются два предприятия по одной модели на каждом, поэтому подавляющее большинство применяемых новых и б/у КМУ импортного производства.

Основными направлениями совершенствования КМУ являются:

- разработка и применение электронных систем управления, контроля, связи, безопасности и точности управления особенно на тяжелой категории КМУ;
- применение комбинированных типов привода, как насосной установки, так и элементов рабочего оборудования;
- улучшение рабочих характеристик и расширение модельного ряда для выполнения узкоспециализированных типов работ.

Список использованной литературы

1. Грузооборот по видам транспорта // Национальный статисти-ческий комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/upload-belstat/upload-belstatexcel/Oficial_statistika/2024/gruzooborot_transport-24.xls.

2. Лагерев, И.А. Современная теория манипуляционных систем мобильных многоцелевых транспортно-технологических машин и комплексов. Конструкции и условия эксплуатации: монография /И.А. Лагерев, А.В. Лагерев. – Брянск: РИО БГУ, 2018. – 190 с.

3. Выбор манипуляторов для погрузочно-разгрузочных работ в строительном комплексе / А.В. Вавилов, А.А. Ермалицкий. Архитектура и строительство. Механизация строительства. 2015. №1 с. 83–86.

Summary. As a result, a truck consisting of a CMU is an operating unit with a wide range of tasks for loading and unloading various types of cargo, drilling, aerial work, construction and installation, etc., which increases the coefficient of use of shift time.

The main areas of improvement of CMU are:

- development and application of electronic control, monitoring, communication, safety and control accuracy systems, especially in the heavy category of CMU;
- use of combined drive types, both pump unit and working equipment elements;
- improvement of performance and expansion of the model range for performance of highly specialized types of works.

УДК 621.86

Захаров А.В.[1], кандидат технических наук, доцент;
Чикилевский Я.А.[1], магистрант;
Бондаренко И.И.[2], кандидат технических наук, доцент;
Захарова И.О.[2], ассистент
[1] *Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь*
[2]*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

РАЗВИТИЕ ГИДРОПРИВОДА КРАНОВО-МАНИПУЛЯТОРНЫХ УСТАНОВОК

Аннотация: В статье рассмотрены современные краново-манипуляторные установки на базе грузовых автомобилей, особенности конструкции их гидравлического привода.

Abstract: The paper considers modern crane-manipulator installations based on trucks, design features of their hydraulic drive.

Ключевые слова: грузовой автомобиль, краново-манипуляторная установка, гидрокомпоненты, гидросистема.

Keywords: truck, crane-manipulator installation, hydraulic components, hydraulic system.

Применяемые в настоящее время краново-манипуляторные установки (КМУ) на базе грузовых автомобилей снижают себестоимость транспортных работ (включая погрузку-разгрузку) до 30%. Обширную номенклатуру КМУ по конструктивному исполнению можно разделить на шарнирно-рычажные, телескопические и комбинированные с жесткой либо гибкой подвеской рабочего органа. По типу привода опорно-поворотного устройства [1, 2]: - на поворотной платформе (с шестеренным приводом), - на поворотной колонне (с реечно-зубчатым или червячно-зубчатым приводом).

Далее исходя из способа соединения грузонесущих элементов (стрелы и рукояти), можно выделить несколько основных компоновочных схем КМУ:

- с расположением гидроцилиндра привода рукояти над и под стрелой;
- с расположением двух гидроцилиндров привода рукояти по боковым граням стрелы.

За обеспечение рабочих характеристик, а также производительности, надежности и точности в работе КМУ отвечает гидравлический привод. Основными параметрами гидропривода КМУ на базе грузовых автомобилей являются: – вместимость гидробака, номинальное и максимальное давление в гидросистеме, производительность насосной установки. За функциональные

параметры можно принять: применяемый тип насосов, максимальное количество работающих потребителей, тип управления распределителями (рычажный, электрический, электрогидравлический), наличие системы охлаждения и т.д. В таблице 1 приведены некоторые основные параметры гидросистем КМУ различных производителей [3, 4, 5].

Таблица 1 – Основные параметры гидросистем КМУ различных производителей

Производитель КМУ	Наименование параметра (характеристики) гидросистемы КМУ				
	Вместимость гидробака, л	Ном. давление в гидросистеме, МПа	Производительность насоса л/мин	Типы насосов	Макс. число потребителей (ГЦ ГМ и т.п.)
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
ОАО «Мозырский МЗ» (Беларусь) одна модель	100	20	80	НАП	до 10
ОАО АМКОДОР» - УКХ» (Беларусь) одна модель	120	18	80	НШ	до 8
ЗАО «ИНМАН» (Россия)	до 140	20 - 30	6 - 80	НШ, НАП	до 12
ООО «МайМЗ» (Россия)	до 130	20 - 23	40 - 80	НШ, НАП	до 12
Tadano (Южная Корея)	до 120	20 - 30	14 - 80	НШ, НАП	до 14
Unic (Япония)	до 150	20 - 24	45 - 80	НШ	до 10
Fassi (Италия)	до 180	18 – 33,5	6 - 100	НШ, НАП, НРП	до 16
HIAB (Швеция)	до 160	17,5 – 31,5	5 - 100	НШ, НАП, НРП	до 18
Palfinger (Австрия)	до 280	18,5 – 36,5	6 - 200	НШ, НАП НРП	до 18
Atlas (Германия)	до 250	10 - 35	6 - 140	НШ, НАП, НРП	до 18
Примечание: НШ- насос шестеренчатый; НАП- насос аксиально-поршневой; НРП- насос радиально-поршневой; ГЦ- гидроцилиндр; ГМ- гидромотор					

Анализ конструкций гидросистем КМУ различных производителей показал, что наиболее широкое применение получили следующие гидрокомпоненты:

- насосы шестеренные внешнего и внутреннего зацепления (с номинальным давлением до 20 МПа), аксиально- и радиально-поршневые (с номинальным давлением до 36,5 МПа);
- гидроцилиндры поршневые одно и двухстороннего действия с односторонним штоком и телескопические с номинальным давлением 10, 16, 20, 25, 32, 40 МПа, диаметр цилиндра 80–200 мм;
- гидромоторы высокомоментные, насос-моторы аксиально-поршневые;
- направляющие гидрораспределители золотниковые моноблочные и секционные с рычажным, электрическим и электрогидравлическим управлением;
- фильтры напорные и сливные;
- гидробаки напорные и безнапорные, гидроаккумуляторы (баллонные, мембранные и поршневые) с блоками безопасности;

Для обеспечения безопасной работы КМУ оснащаются:

- ограничителем грузоподъемности (электрогидравлический), автоматически блокирующим работу лебедки или привода, увеличивающие грузовой момент;
- клапаном ограничения рабочего давления при выполнении крановых операций, встроенным в гидрораспределитель;
- клапаном ограничения рабочего давления при переводе КМУ в рабочее положение, встроенным в гидрораспределитель;
- гидрозамками на гидроцилиндрах аутригеров;
- тормозными клапанами, служащими для удержания груза в поднятом состоянии и ограничения давления в гидроцилиндре подъема стрелы и гидроцилиндрах телескопирования секций стрелы.

Заключение. Основными направлениями совершенствования гидросистем КМУ являются:

- применение независимой от нагрузки системы управления насосной установкой типа LS и её более прогрессивного аналога системы LUDV;
- установка центробежных фильтров очистки гидравлического масла;
- применение специальных распределителей, которые имеют соответствующие гидравлические или электрогидравлические управляющие связи не только с силовым насосом, а и дизельным двигателем грузового автомобиля;
- для выполнения узкоспециализированных типов работ применяют электрогидравлические приводы точного позиционирования.

Список использованной литературы

1. Выбор манипуляторов для погрузочно-разгрузочных работ в строительном комплексе / А.В. Вавилов, А.А. Ермалицкий. Архитектура и строительство. Механизация строительства. 2015. №1 с. 83–86.

2. Вавилов, А.В. Краны-манипуляторы на грузовых шасси; сумма экономических плюсов / А,В. Вавилов, В.А Вальц // БСГ. Строительная газета, № 5–6, 13 февраля 2013 г, / ООО «РГ «Строительная газета». – Минск. 2013. – С. 6–7.

3. Лагерев, И.А. Современная теория манипуляционных систем мобильных многоцелевых транспортно-технологических машин и комплексов. Конструкции и условия эксплуатации: монография /И.А. Лагерев, А.В. Лагерев. – Брянск: РИО БГУ, 2018. – 190 с.

4. HIAB [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.hiab.com (дата обращения: 12.06.2025).

5. ООО «Палфингер Кран Рус» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http:// http://www.palfinger.ru (дата обращения: 12.06.2025).

Summary. The main parameters of the KMU hydraulic drive based on trucks are: - the capacity of the hydraulic tank, the nominal and maximum pressure in the hydraulic system, the capacity of the pumping unit. Areas for improvement of KMA hydraulic systems:

- use of load-independent control system of pump unit of LS type and its more advanced analogue of LUDV system;
- installation of centrifugal filters for hydraulic oil purification;
- use of special distributors that have appropriate hydraulic or electrohydraulic control connections not only with the power pump, but also with the diesel engine of the truck;
- electrohydraulic drives of precise positioning are used to perform highly specialized types of works.

УДК 631/635

Мисуно О.И., кандидат технических наук, доцент;
Жаворонков В.Д.; **Борисенок Н.Д.**, студенты
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ ГИДРОПОНИКИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Аннотация. Использование гидропоники при возделывании культурных растений позволяет увеличить их урожайность по сравнению с традиционными технологиями. Рассматриваются наиболее распространенные гидропонные системы – капельные системы, приводится расчет их основных параметров и характеристик.

Abstract. The use of hydroponics in the cultivation of cultivated plants makes it possible to increase their yield compared to traditional technologies. The most common hydroponic systems, drip systems, are considered, and their main parameters and characteristics are calculated.

Ключевые слова. Земледелие, гидропоника, урожайность, эффективность, капельные системы, расчет, параметры, характеристики.

Keywords. Agriculture, hydroponics, productivity, efficiency, drip systems, calculation, parameters, characteristics.

Гидропоника – это нетрадиционная техника ведения сельского хозяйства, суть которой заключается в выращивании растений без почвы, непосредственно в воде, богатой питательными веществами.

Гидропоника активно используется в ряде стран по всему миру, особенно в тех, где есть проблемы с почвой, водными ресурсами или климатическими условиями. К странам, которые активно использует гидропонику относятся: США, Япония, Китай, ОАЭ и Саудовская Аравия.

В Беларуси сельскохозяйственная гидропоника используется, хотя и в ограниченном масштабе, но тем не менее имеет перспективы для развития, особенно в условиях, когда традиционные методы земледелия сталкиваются с проблемами, связанными с климатом, доступом к воде и землей. Некоторые проекты гидропоники успешно реализуются в стране, ориентируясь на улучшение урожайности, эффективность использования воды и земельных ресурсов.

В последние годы в крупных городах Беларуси, таких как Минск, активно развиваются проекты по созданию гидропонных ферм для выращивания овощей и зелени. Например, в Минске и других городах начинают работать компании, такие как Усадьба "Terra Nova" и Гидропонная ферма "ШефДоза", которые используют гидропонные системы для выращивания салатов, трав и зелени в теплицах с контролируемым климатом. Такие фермы позволяют выращивать продукцию круглогодично, независимо от погодных условий.

В лидерах по числу районов, которые непригодны для сельского хозяйства, находятся Гомельская и Витебская области – 20 и 16 соответственно. В Гродненском регионе таких районов четыре. В этих районах и областях можно использовать гидропонные системы, которые увеличат производство сельскохозяйственной продукции и увеличит приток квалифицированных специалистов, что в итоге улучшит экономическую ситуацию в этих областях и регионах.

Преимуществами гидропоники в Беларуси являются:

1) Климатические условия – гидропоника позволяет эффективно выращивать растения в любых климатических условиях, включая холодные зимы Беларуси.

2) Экономия ресурсов – в условиях ограниченных водных ресурсов гидропонные системы могут снизить потребление воды и удобрений.

3) Устойчивость и высокие урожаи – гидропоника дает возможность получать высококачественную продукцию с минимальными затратами на обработку земли.

Выращивание культур с использованием гидропоники может привести к увеличению урожайности по сравнению с традиционным способом земледелия. Однако точное увеличение урожайности зависит от множества факторов, включая тип культуры, качество используемой гидропонной системы, технологии и условия.

В среднем, показатели урожайности при гидропонике могут быть в 2–3 раза выше, чем при традиционном выращивании на открытом грунте. Однако в некоторых случаях увеличение может составлять и более 5 раз, особенно для быстрорастущих культур, таких как зелень (петрушка, салат, базилик), или для вертикальных ферм, где возможно многократное использование одного и того же пространства.

В низко технологичной гидропонной теплице можно получить урожайность (на примере томатов) 30 кг/м^2 в год, в теплице с более высокой технологией можно получить более 65 кг/м^2 в год с той же культуры. Тогда как при традиционном земледелии до 20–30 кг/м^2 в год.

Увеличение урожайности культурных растений при использовании гидропоники обусловлено рядом факторов.

1. Оптимизация питательных веществ: в гидропонных системах растения получают питательные вещества напрямую через воду, что позволяет избежать дефицита или избыточных элементов в почве, как это бывает при традиционном выращивании.

2. Контроль условий роста: гидропоника позволяет регулировать такие параметры, как температура, влажность, освещенность, что способствует улучшению условий для роста растений и увеличению урожая.

3. Отсутствие конкуренции с сорняками и вредителями: в закрытых гидропонных системах нет сорняков, и контроль за вредителями легче, что уменьшает стресс для растений и способствует их лучшему росту.

4. Эффективное использование пространства: в вертикальных фермах, где растения размещаются друг над другом, можно значительно увеличить объем производства на ограниченной площади.

В сельском хозяйстве используется несколько типов гидропонных систем, каждая из которых имеет свои особенности, преимущества и недостатки. Вот основные системы гидропоники, которые имеют распространение в сельском хозяйстве:

– система капельного орошения (Drip Irrigation);
– система питательных пленок (NFT, Nutrient Film Technique);
– система глубоководного культивирования (DWC, Deep Water Culture);
– аэропоника (Aeroponics);
– система павильонов с погружением (Flood and Drain, или Эбба и Флоуд);
– вертикальная гидропоника (Vertical Hydroponics);
– система с субстратом (Medium-Based Systems);
– кокосовые и пористые системы (Wicking Systems).

Капельные системы являются одними из наиболее широко используемых гидропонных систем в мире. В этих системах используют насос для регулярной подачи питательных веществ и воды к корням растений. Та же идея используется и в почвенных садах для доставки воды растениям.

Как правило, в капельной системе используются отдельные горшки для растений, и капли попадают прямо в эти горшки. У каждого отдельного растения есть свой капельный эмиттер. Каждая корневая система уникальна, некоторые растения будут расти быстрее, чем другие, или им потребуется больше влаги, чем соседним. Каждый капельный эмиттер имеет механизмы, которые позволяют контролировать поток воды.

Подача воды к растениям должна регулироваться. Несмотря на то, что это небольшие капли, они все же могут перегружать среду для выращивания и корневую систему. Чтобы этого не произошло, все капельные системы включают в себя систему таймера для регулирования потока питательного раствора. Обычно насос включается несколько раз в день, чтобы подавать воду к растениям. Это требует некоторого планирования и понимания. Сначала система может работать с минимальной помощью и контролем, в зависимости от мощности насоса, опытным путём выставляем время полива на таймере.

В зависимости от способа движения питательной жидкости, эти гидропонные системы делятся на: циркуляционные и нециркуляционные системы.

В циркуляционных или рекуперационных системах избыточная вода, оставшаяся в среде, стекает обратно в резервуар (рисунок).

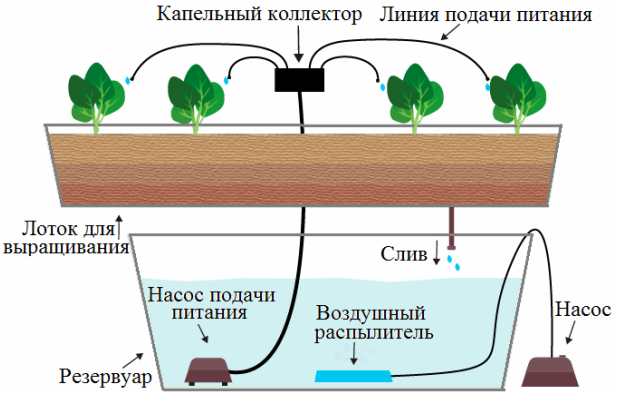


Рисунок – Схема циркуляционной гидропонной системы

Системы без циркуляции или без восстановления (нециркуляционные системы) довольно популярны для больших гидропонных систем. Отличие схемы такой системы от циркуляционной заключается в

отсутствии слива из лотка для выращивания растений (рисунок 1). Например, в коммерческих отраслях есть сложные таймеры, чтобы поддерживать максимальный контроль над потоком воды, сводя ее к минимуму. Что также снижает необходимость беспокоиться об уровне pH в системе питательных веществ, поскольку эти системы требуют гораздо меньшего обслуживания по сравнению с циркуляционными системами.

Их преимущества**:** низкая стоимость; хорошо подходит для небольших хозяйств; подходит для выращивания большинства культур. Недостатками являются необходимость регулярного обслуживания для предотвращения засорения капельниц, контроля уровня pH в резервуаре, контроля и регулировки таймеров подачи раствора.

Системы капельного орошения в гидропонике играют важную роль в обеспечении растений необходимым количеством воды и питательных веществ. Они обеспечивают точечную подачу воды и удобрений непосредственно к корням растений, что позволяет эффективно управлять расходом воды и удобрений.

Для системы капельного орошения в гидропонике производится расчет основных параметров и характеристик.

Необходимо учитывать расход воды на каждое растение, который зависит от расхода воды через капельницу:

$$Q_{\text{к}} = \frac{V_{\text{п}}}{Nt}, \tag{1}$$

где $Q_{\text{к}}$ – расход воды на одно растение (л/ч или л/мин);

$V_{\text{п}}$ – общий объем воды для полива (л);

N – количество растений;

t – время подачи воды (в минутах или секундах).

Для определения плотности капель в гидропонике, которая должна обеспечивать оптимальные условия для роста растений, важно рассчитать количество капель на единицу площади (например, на 1 м²):

$$n_{\text{к}} = \frac{Q_{\text{total}}}{A}, \tag{2}$$

где Q_{total} – общий расход воды (л/ч);

A – площадь, которую нужно орошать (м²).

В гидропонике важно учитывать потребность растений в воде, которая зависит от типа растения, стадии роста и температуры. Для расчёта объема воды, необходимого растению, можно использовать следующую формулу:

$$V_{\text{water}} = E_{\text{т}} A_{\text{л}} \Delta t, \tag{3}$$

где V_{water} – объем воды (л);

$E_т$ – коэффициент транспирации (л/м²·день);

$A_л$ – площадь листа растения (м²);

Δt – продолжительность времени (ч).

Для поддержания необходимого давления в капельной системе необходимо учесть сопротивление трубопроводов, фильтров и других компонентов.

$$\Delta P = f \frac{L}{d} \frac{\rho \upsilon^2}{2}, \quad (4)$$

где ΔP – потеря давления в системе (кПа);

f – коэффициент трения;

L – длина трубы (м);

d – диаметр трубы (м);

ρ – плотность воды (кг/м³);

υ – скорость воды в трубе (м/с).

Для определения оптимального давления для капельниц обычно принимают значение от 1 до 2 бар (100–200 кПа).

Для поддержания оптимальной концентрации питательных веществ в растворе нужно учесть, сколько вещества требуется для каждого растения:

$$C = \frac{M_п}{V_р}, \quad (5)$$

где C – концентрация питательного вещества в растворе (мг/л);

$M_п$ – количество питательного вещества, необходимое для растения (мг);

$V_р$ – объем раствора (литры).

В гидропонике нужно учитывать потери воды, например, через испарение или фильтрацию

$$V_e = EA_р t_и, \quad (6)$$

где V_e – объем испаренной воды (л);

E – коэффициент испарения (л/м²/день);

$A_р$ – площадь поверхности раствора (м²);

$t_и$ – время (дни).

Для поддержания нужного уровня раствора в резервуаре определяется объем раствора:

$$V_{рез} = A_{рез} h, \quad (7)$$

где $V_{рез}$ – объем раствора в резервуаре (л);

$A_{рез}$ – площадь поперечного сечения резервуара (м²);

h – высота раствора в резервуаре (м).

Таким образом, гидропоника позволяет значительно увеличить урожайность культурных растений, поскольку они получают все необходимые питательные вещества в оптимальных дозах и в идеальных условиях. В ближайшем будущем этот вид выращивания станет одним из востребованных в земледелии, так как постоянно возрастает потребность в продукции растениеводства, особенно при ограниченных природных ресурсах или в условиях городских ферм.

Список использованной литературы

1. Тексье, У. Гидропоника для всех. Все о садоводстве на дому / У. Тексье. – М.: HydroScope, 2013. – 296 с.

2. Капельные системы полива в гидропонике и их особенности [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://rastok.net/?p=preimushchestva-sistem-kapelnogo-poliva. – Дата доступа : 21.03.2025.

3. Выращивание томатов в Беларуси, посадка и уход [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://ogorodnik.by/vyrashhivanie-tomatov-v-belarusi-posadka-i-uhod/. – Дата доступа : 06.04.2025.

Summary. Hydroponics can significantly increase the yield of cultivated plants, as they receive all the necessary nutrients in optimal doses and under ideal conditions. In the near future, this type of cultivation will become one of the most in demand in agriculture, as the need for crop production is constantly increasing, especially with limited natural resources or in urban farms.

УДК 539.3/.6(07)

Мисуно О.И., кандидат технических наук, доцент;
Голубинский А.А., студент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ВЛИЯНИЕ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ СИЛ НА ПРОЧНОСТЬ ОБОДА ШКИВА РЕМЕННОЙ ПЕРЕДАЧИ

Аннотация. В статье рассматривается сущность расчета на прочность обода шкива ременной передачи при действии центробежных сил.

Abstract. The article discusses the essence of calculating the strength of a belt drive pulley rim under the action of centrifugal forces.

Ключевые слова. Ременная передача, шкив, обод, радиус, радиальные нормальные напряжения, окружные нормальные напряжения, прочность.

Keywords. Belt drive, pulley, rim, radius, radial normal stresses, circumferential normal stresses, strength.

Быстро вращающиеся шкивы ременных передач являются важнейшими деталями приводов различных механизмов тракторов, автомобилей, сельскохозяйственных машин, металлообрабатывающих станков, турбин, вентиляторов и т.д. Прочность шкивов зависит от

назначения, рабочих параметров и характеристик машин, условий их работы и срока службы. При больших частотах вращения в материале обода шкива могут появится пластические деформации или произойти разрушение, что может быть причиной серьезных аварий машины. Основными нагрузками на обод шкива являются центробежные силы, которые растягивают его.

Шкив вращается с постоянной угловой скоростью ω (рисунок 1). Силы, действующие на диск принимаются симметричными относительно оси и равномерно распределенными по ширине обода шкива.

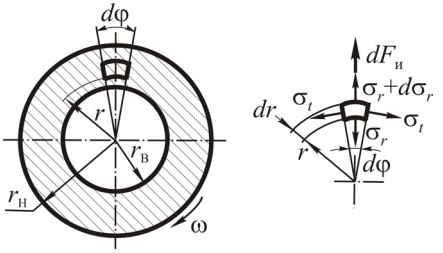


Рисунок – Расчетная схема обода шкива

Расчет строится на следующих гипотезах:

– материал обода шкива испытывает плоское напряженное состояние, т.е. нормальные напряжения в плоскостях, перпендикулярных оси равны нулю;

– радиальные и окружные нормальные напряжения зависят только от текущего радиуса r.

Из шкива выделим двумя радиальными плоскостями и двумя цилиндрическими поверхностями элемент обода и рассмотрим его равновесие (рисунок). На элемент действуют силы, обусловленные нормальными радиальными и окружными напряжениями, а также будет действовать сила инерции $dF_и$, которая, как известно, равна произведению массы элемента на нормальное ускорение.

$$dF_и = \frac{\gamma}{g} r h \, d\varphi \, \omega^2 r \, dr \,, \qquad (1)$$

где γ – удельный вес материала;

g – ускорение свободного падения;

r – текущий радиус, расстояние от рассматриваемой точки до оси вращения шкива;

h – ширина обода шкива.

Сила $dF_и$ направлена по радиусу от оси вращения.

Для составления уравнения равновесия выделенного элемента спроецируем все силы на радиус, совпадающий с биссектрисой угла $d\varphi$:

$$(\sigma_r + d\sigma_r)(r + dr)h\,d\varphi - \sigma_r rh\,d\varphi - 2\sigma_t h\,dr\sin\left(\frac{d\varphi}{2}\right) + \\ + \frac{\gamma}{g} rh\,d\varphi\,\omega^2 r\,dr = 0, \tag{2}$$

где σ_r, σ_t – нормальные, соответственно, радиальные и окружные напряжения.

После преобразований уравнение (2) примет вид

$$\frac{d}{dr}(\sigma_r r) - \sigma_t = -\frac{\gamma}{g}\omega^2 r^2 = 0\,. \tag{3}$$

Относительные линейные деформации в радиальном и окружном направлениях через радиальное перемещение *u* и обобщенный закон Гука могут быть представлены как

$$\varepsilon_r = \frac{du}{dr} = \frac{1}{E}(\sigma_r - \mu\sigma_t)\,, \tag{4}$$

$$\varepsilon_t = \frac{u}{r} = \frac{1}{E}(\sigma_t - \mu\sigma_r)\,, \tag{5}$$

где *E* и μ – модуль упругости и коэффициент Пуассона материала шкива – физические постоянные.

Из уравнений (4) и (5) выражаем нормальные радиальные и окружные напряжения

$$\sigma_r = \frac{E}{1-\mu^2}\left(\frac{du}{dr} + \mu\frac{u}{r}\right). \tag{6}$$

$$\sigma_t = \frac{E}{1-\mu^2}\left(\frac{u}{r} + \mu\frac{du}{dr}\right). \tag{7}$$

Подставляя (6) и (7) в уравнение равновесия получим дифференциальное уравнение для радиальных перемещений точек вращающегося обода шкива

$$\frac{d^2u}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{du}{dr} - \frac{u}{r^2} + \frac{1-\mu^2}{E}\frac{\gamma}{g}\omega^2 r^2 = 0\,. \tag{8}$$

Решение уравнения (8) представляется в виде

$$u = C\,r + \frac{D}{r} - \frac{1-\mu^2}{8E}\cdot\frac{\gamma}{g}\omega^2 r^3\,, \tag{9}$$

где *C* и *D* – постоянные интегрирования.

Подставляя (9) в уравнения (6) и (7) получим формулы для радиальных и окружных напряжений

$$\sigma_r = \frac{E}{1-\mu^2}\left(C(1+\mu) - D(1-\mu)\frac{1}{r^2}\right) - \frac{\gamma}{8g}\omega^2(3+\mu)\,r^2\,, \tag{10}$$

$$\sigma_t = \frac{E}{1-\mu^2}\left(C(1+\mu) + D(1-\mu)\frac{1}{r^2} \right) - \frac{\gamma}{8g}\omega^2(1+3\mu)r^2 . \qquad (11)$$

Постоянные интегрирования находятся из решения системы двух уравнений, полученных в результате подстановки в выражение (10) начальных условий для σ_r на наружной и внутренней поверхностях обода шкива при: $r = r_{\text{н}}, \sigma_r = 0$; $r = r_{\text{в}}, \sigma_r = 0$.

$$C = \frac{\gamma\omega^2(1-\mu)(3+\mu)(r_{\text{н}}^2 + r_{\text{в}}^2)}{8gE} . \qquad (12)$$

$$D = \frac{\gamma\omega^2(1+\mu)(3+\mu)r_{\text{н}}^2 r_{\text{в}}^2}{8gE} . \qquad (13)$$

Формулы для определения радиальных и окружных напряжений получим, подставляя постоянные интегрирования в выражения (10) и (11)

$$\sigma_r = \left(r_{\text{н}}^2 + r_{\text{в}}^2 - \frac{r_{\text{н}}^2 r_{\text{в}}^2}{r^2} - r^2 \right) \cdot \frac{\gamma}{8g}\omega^2(3+\mu) ; \qquad (14)$$

$$\sigma_t = \left(r_{\text{н}}^2 + r_{\text{в}}^2 + \frac{r_{\text{н}}^2 r_{\text{в}}^2}{r^2} - \frac{1+3\mu}{3+\mu}r^2 \right) \cdot \frac{\gamma}{8g}\omega^2(3+\mu) . \qquad (15)$$

Из выражения (15) видно, что σ_t принимают наибольшие значения на внутренней поверхности обода шкива, где σ_r равны нулю. Тогда прочность обода шкива в точках на внутренней его поверхности будет обеспечена при выполнении условия

$$\sigma_{\max} = \sigma_t = \left(2r_{\text{н}}^2 + r_{\text{в}}^2 \left(1 - \frac{1+3\mu}{3+\mu} \right) \right) \cdot \frac{\gamma}{8g}\omega^2(3+\mu) \le [\sigma] , \qquad (16)$$

где $[\sigma]$ – допускаемое напряжение.

Также необходимо проверить прочность в точках сечения обода, в которых возникают наибольшие σ_r . Положение таких точек, определяемое радиусом r_m , установим, приравнивая выражение первой производной к нулю $\frac{d\sigma_r}{dr} = 0$. В результате, получаем $r_m = \sqrt{r_{\text{н}} r_{\text{в}}}$.

Тогда напряжения в точках сечения обода, расположенных на расстоянии r_m от оси, будут равны

$$\sigma_{r\max} = \left(r_{\text{н}}^2 + r_{\text{в}}^2 \right) \cdot \frac{\gamma}{8g}\omega^2(3+\mu) = \sigma_1 ; \qquad (17)$$

$$\sigma_t = \left(r_{\text{н}}^2 + r_{\text{в}}^2 - \frac{1+3\mu}{3+\mu} r_{\text{н}}\, r_{\text{в}} \right) \cdot \frac{\gamma}{8g} \omega^2 (3+\mu) = \sigma_2 , \qquad (18)$$

где σ_1, σ_2 – главные напряжения.

Рассматриваемые точки обода испытывают плоское напряженное состояние, так как главное напряжение $\sigma_3 = 0$. Для оценки прочности применяется энергетическая теория

$$\sigma_{\text{экв IV}} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \sigma_2} \le [\sigma] . \qquad (19)$$

Таким образом, прочность обода шкива ременной передачи при действии центробежных сил необходимо проверить в точках сечения, расположенных на внутренней поверхности по условию (16), и в точках сечения на расстоянии $r_m = \sqrt{r_{\text{н}} r_{\text{в}}}$ по условию (19).

Список использованной литературы

1. Подскребко, М. Д. Сопротивление материалов. Основы теории упругости, пластичности, ползучести и механики разрушения : учеб. пособие / М. Д. Подскребко. – Минск : Выш. шк., 2009. – 670 с.

Summary. The article considers the essence of calculating the strength of a belt drive pulley under the action of centrifugal forces, and conditions are obtained that ensure the strength of the pulley rim.

УДК 636.4.087.61

Керимов М.А., доктор технических наук, профессор;
Горецкий К.В., аспирант
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

АДАПТИВНАЯ СТРАТЕГИЯ УПРАВЛЕНИЯ БИОФИЗИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ В МОЛОЧНОМ СКОТОВОДСТВЕ

Аннотация. Экспериментально изучены процессы приготовления и раздачи корма животным с помощью кормораздаточных машин. Разработана модель функционирования кормораздатчика как динамической системы. Качество функционирования таких технологических систем во многом зависит от управления их техническим состоянием.

Abstract. The processes of preparing and distributing animal feed using feeding machines have been experimentally studied. A model of the feed dispenser functioning as a dynamic system has been developed. The quality of functioning of such technological systems largely depends on the management of their technical condition.

Ключевые слова: кормораздаточная машина, функционирование, надёжность, управление.

Keywords: feeding machine, functioning, reliability, management.

В условиях производственной эксплуатации кормораздаточные машины сталкиваются с различными препятствиями, которые оказывают негативное влияние на их техническое состояние. Это могут быть как внешние воздействия (погодные условия, характеристики корма), так и конструктивные особенности машины (технические характеристики, качество сборки и материалов) [1, 2, 3]. Учёт этих факторов является необходимым требованием для оптимального управления техническим состоянием машин. Кормораздаточная машина представляет собой технический объект, который измельчает компоненты корма, смешивает их и осуществляет дозированную раздачу смеси крупному рогатому скоту. Машины должны соответствовать зоотехническим требованиям [4]:

- не допускать расслоения кормовых ингредиентов в смесях;
- быть безопасным для животных и обслуживающего персонала;
- сохранять корм в чистом виде, без загрязнений;
- обеспечивать не менее чем трёхступенчатое изменение норм выгрузки кормов в кормушки (кормовые столы) с соблюдением технологического допуска [5].

Кормораздаточная машина как динамическая система должна обладать надёжностью, которая закладывается при проектировании, реализуется в производстве и поддерживается в эксплуатации [6].

Целью исследования является обеспечение заданного уровня эффективности функционирования кормораздаточной машины при минимальных эксплуатационных издержках.

Объектом исследования является кормораздаточная машина, функционирующая в динамическом режиме при наличии внешних возмущающих случайных (в вероятностно-статистическом смысле) воздействий.

Предмет исследования – метод управления техническим состоянием кормораздаточных машин в условиях производственной эксплуатации.

Показатель качества кормораздаточной машины характеризует основную функцию её работы – надёжность. Для оценки указанного показателя разработана модель функционирования машины (рисунок 1) [7].

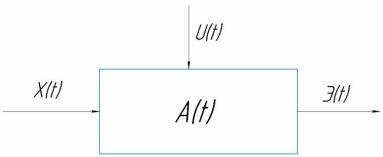


Рисунок 1 – Модель функционирования кормораздаточной машины как динамической системы

На рисунке 1 приняты следующие обозначения:
X(t) – вектор-функция условий работы машины;
U(t) – вектор функция параметров управления;

Э(t) – вектор-функция, характеризующая качество функционирования машины;

A(t) – оператор кормораздаточной машины как динамической системы [8].

Векторный критерий Э(t) включает в себя целевые требования типа “стоимость-готовность-эффективность”.

$$Э(t) = \{C(t), K_Г(t), W(t)\} \quad (1)$$

где C(t) – суммарные затраты на контроль, техническое обслуживание и ремонт кормораздаточной машины;

$K_Г(t)$ – нестационарный коэффициент готовности, характеризующий надёжность машины в процессе эксплуатации;

W(t) – вероятность выполнения кормораздаточной машиной предписанных функций.

Показатель W(t) зависит от вектора случайных параметров и также является случайной величиной [9].

Для определения состояния кормораздаточной машины в пространстве многих параметров целесообразно использовать методы теории распознавания образов – нейросетевые технологии [10].

Список использованной литературы

1. Технические средства для раздачи кормов на фермах крупного рогатого скота: учебное пособие / А. Р. Валиев, Ю. Х. Шогенов, Б. Г. Зиганшин [и др.]; под редакцией Д. И. Файзрахманова. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 188 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – Текст: непосредственный.

2. Ужик В.Ф., Китаева О.В., Тетерядченко А.И., Китун, А.В., Передня В.И., Романюк Н.Н. Машины и оборудование для животноводческих ферм и комплексов / Под общей ред. В.Ф. Ужик. – 2017. – 462 с.

3. Технические средства в молочном скотоводстве : учебное пособие для магистрантов и студентов специальности "Аграрная техника и технология" / А. И. Завражнов [и др.] ; Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана ; [под ред. А. И. Завражнова]. – Электронные данные (220 073 201 байт). – Уральск : Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, 2017. – 411 с.

4. Эксплуатация и обслуживание кормоприготовительного оборудования: учебное наглядное пособие / Д. И. Грицай, И.В. Капустин, В.И. Марченко, О.И. Детистова; Ставропольский гос. аграрный ун-т. Ставрополь: АГРУС , 2020 – 28 с.

5. Задорожний Р.Н., Романов И.В. Повышение износостойкости рабочих органов сельскохозяйственных машин вторичными твердосплавными материалами // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2022. – Т.18. – №1 (205). – С. 24–27.

6. Сидорова В.Ю., Петров Е.Б., Карпов В.П. Анализ технико-технологических характеристик кормораздатчиков для мясного скотоводства // техника и технологии в животноводстве. – 2020. – №3. – С. 36–40.

7. Я. П. Лобачевский, Д. А. Миронов, А. В. Миронова Основные направления повышения ресурса быстроизнашиваемых рабочих органов сельскохозяйственных машин // сельскохозяйственные машины и технологии. – 2023. – Т.17. – №1. – С. 41–50.

8. Сидоров С.А., Миронов Д.А. Повышение технического уровня и эксплуатационных характеристик высоконагруженных рабочих органов сельхозмашин // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2021. – №1. – С. 26–33.

9. Гаскаров И.Р., Валиев А.Р., Павлов А.П. Восстановление деталей металлополимерными композициями // инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России. – 2022. – С. 35–39.
10. Головков И.С. Упрочнение поверхности шнековых смесителей путем формирования функционального порошкового покрытия методом лазерной импульсной наплавки // проблемы развития современного общества. – 2024. – №9. – С. 406–412.

Summary. 1. The feed dispenser is operated to a pre-service condition, characterized by the values of technological parameters that are within the established tolerances. The most important element of operation by condition is monitoring, which monitors the technical condition of the machine, its assessment and forecasting.
2. The management of the technical condition of the feed dispenser machine in operational conditions can be carried out both through the management of operating modes, and by directly affecting its technical condition during maintenance and repair.
3. Adaptive control is most consistent with the principle of operating feeding machines as dynamic systems based on condition. Management is built not for a separate subsystem, but for a class of vital subsystems of the feed dispenser and ensures the achievement of management goals "on average" for all its highly loaded nodes.
4. Adaptive control is a continuous process and is carried out at all stages of the production operation of the feed dispenser as a technological system. Only under these conditions is it guaranteed that the goal of the technological system functioning will be achieved with high probability.

УДК: 631.363

Шаймарданов Б.П., доктор технических наук, профессор;
Бердимуратов П.Т., PhD, доцент
НИУ «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», г. Ташкент, Республика Узбекистан

СЕЯЛКА ТОЧНОГО ВЫСЕВА СЕМЯН НА ГРЕБНЕ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ

Аннотация: В статье приводятся результаты исследования разработанной сеялки, включающий рабочий орган для внесения удобрений, формирователь-уплотнитель гребня, заклепленный к ним высевающим сошником, загортач для заделки семян, прикатывающий каток, устройство для укладки поливного шланга и загортач для заделки шланга с почвой.

Abstract. The article presents the results of a study of the developed seeder, including a working element for applying fertilizers, a ridge former-compacter, a seed coulter riveted to them, a coverer for embedding seeds, a rolling roller, a device for laying an irrigation hose and a coverer for embedding the hose with soil.

Ключевые слова: гребневой посев, сеялка, формирователь, уплотнитель, капельной орошении, укладчик, поливной шланг.

Key words: ridge sowing, seeder, former, compactor, drip irrigation, paver, irrigation hose.

Повышение урожайности хлопчатника и сбора его в оптимальные сроки связано с обеспечением получения ранних, дружных и здоровых всходов. Однако, в последние годы, хлопкоробы Узбекистана в период посевной сталкиваются с большими трудностями из-за неблагоприятных погодных условий (проливные дожди, заморозки на почве и т.д). Из-за этого на части площадей приходится пересевать хлопчатник, что приводит к снижению его урожая, затягиванию уборки и удорожанию производства. В связи с этим перед хлопкоробами нашей Республики встала делима - изменить технологию выращивания хлопчатника, которая позволила бы провести качественный посев в ранние сроки, завершить уборку урожая в октябре и тем самым дать возможность провести все необходимые полевые работы в полном объеме под урожай следующего года, до наступления ненастных дней [1].

Чтобы избежать влияния неблагоприятных погодных условий на рост и развитие хлопчатника в ряде областей нашей Республики начат посев по гребням взамен посева хлопчатника по гладкому полю [2]. При этой технологии после обильных осадков над семенным ложем не образуются лужи.

Для организации посева по этой технологии в настоящее время необходимо осенью нарезать гребни, а перед севом подготовить их вершину к выполнению этой работы, а всё это влечет за собой значительные трудовые и материальные затраты, что резко снижает эффективность данной технологии.

Кроме того, как показал опыт сева хлопчатника по гребням, его очень сложно проводить существующими посевными агрегатами, так как сошник сеялки здесь не имеет необходимой опоры [5].

Для устранения этих недостатков необходимо разработать такое устройство для посева хлопчатника на гребнях, которое позволило бы при наименьших затратах получить ранние и здоровые всходы без пересева, а самое главное защитить эти посевы от дождевых потоков и при необходимости провести подпитывающие поливы.

Исходя из этого, в данной работе на базе полученных патентов решаются ряд технологических и технических вопросов, связанных с посевом хлопчатника на гребнях сформированных одновременно с посевом. Для этого будут проведены исследования, связанные с разработкой такого устройства, которое дали бы возможность провести посев хлопчатника на гребнях при минимальных затратах и необходимом качестве, а самое главное защитить семенное ложе от дождевых потоков и при необходимости провести подпитывающие поливы.

Анализ современного состояния проблемы.

Известна [3,5] и широко используется на практике технология сева хлопчатника по гладкому полю. Технология наиболее проста и мало затратная. Однако при интенсивных дождях над семенным ложем

образуются потоки воды, которые приводят к образованию почвенной корки. В результате ежегодно приходится пересевать хлопчатник до 30 процентов площадей.

Для устранения этого явления взамен посева хлопчатника по гладкому полю хлопкоробы начали использовать посев на гребнях грядок, сформированных осенью после пахоты [4]. При этом технологии семена хлопчатника заделываются более прогретую почву, чем при посеве по гладкому полю.

По данным физико-технического института АН РУз на гребни грядок радиация в 1,5 раза больше попадает в почву, чем на гладкое, а температура почвы повышается на 4-5 ^{0}С. [6]. Это дает возможность начать сев в ранее сроки, ускорить появление всходов и развитие растений, устранить появление почвенной корки над семенным ложем и в результате увеличить урожай хлопка сырца.

Согласно описываемую технологию осенью в вспаханному полю нарезают гребни, а весной готовят их вершину к посеву. При этом если не удается дружные всходы по естественной влаге, то за 8-12 дней до посева проводят предпосевной полив. Для мелкокомковатой разделки, сохраняя влаги и уничтожения сорняков по мере достижения почвой оптимальной влажности проводит предпосевную обработку ее универсальной профильной бороной.

Для выполнения этих операции требуется не менее трех отдельных агрегатов, что для фермера весьма накладна. Кроме того, как показала практика посева хлопчатника по гребням, сошники сеялки в работе смещаются от линии сева, что приводит к нарушению прямолинейности высева. Это снижает качество посева, приводит к повреждению всходов при обработках вегетационного периода, а в период уборки урожая нарушается агротехнические показатели хлопкоуборочной машины.

Постановка задачи.

Учитывая эти недостатки, в зоне старого орошения, где всходы можно получить по естественной влаге и имеется достаточно плодородной почвы, грядки (высотой не менее 100 мм) можно формировать одновременно с посевом. В этом направлении разрабатывались специальные устройства к хлопковой сеялке.

Известен также патент [7]. Недостаткам данной сеялки являются:

-не прямолинейность посева семян, вызванная вилянием сошника в поперечном направлении относительно грядка из-за отсутствия опоры;

- разваливание грядка в процессе вегетации растения из-за отсутствия их уплотнения;

- отсутствия адресного внесения удобрения.

Задачами исследования является:

- достижения прямолинейности высева семян;

- формирование уплотненной грядки непосредственно при посеве с одновременным адресным внесением удобрении под семена;

- укладка и заделка поливных шлангов на гребне грядки.

Методики решений.

Поставленные задачи достигаются [9,10] путем жесткого крепления сошника формирователю-уплотнителю, комплектования сеялки устройством для внесения удобрения и укладчиком шланга капельного орошения улучшается показателя устойчивого полива, увеличение срока службы поливного шланга и использование контакта водовыпуска шланга с почвой для снижения напора струи поливной воды.

Сеялке для посев пропашных культур имеет достижения прямолинейности сева семян и формирование уплотненной грядки с одновременной укладкой и заделкой поливных шлангов на гребне грядки, возделыванию сельскохозяйственных культур при капельном орошении полей с помощью поливных шлангов, оснащённых водовыпусками для адресного и равномерного увлажнения корневой системы растения.

Сущность способа [4,7,14,15] заключается в том, что семена засеваются на гребень грядки выше слоя минеральных удобрений, вносимых одновременно с посевом, грядки формируют непосредственно при посеве с уплотнением почвы, а полив осуществляется по шлангам капельного орошения, уложенным на гребне грядок в специально продавленные и засыпанные почвой выемки.

Схема устройства приведена на рис.1, где представлены взаимного расположения рабочих органов сеялки. Сеялка состоит из последовательно расположенного рабочего органа 1 для внесения удобрения, ёмкости 2 для удобрений, тукопровода 3, формирователя-уплотнителя грядки, состоящего из козырька 4, корпуса 5, имеющего при входе форму зеркально установленных предплужников, при выходе – трапеции. Козырёк 4, плавно переходит в верхнюю крышу 6. Боковые щитки и крышка корпуса постепенно сужаются. К формирователю-уплотнителю жестко соединен сошник 7, что обеспечивает прямолинейность высева за счет устранения влияния сошника относительно формирователя-уплотнителя. Над сошником установлена семенная банка 8, следом за ним расположен загортач 9 для заделки семян, каток 10 и устройство для укладки поливного шланга, включающего барабана 11 для намотки шланга 12, направляющие ролики 13, прижимной каток 14, и загортач 15для заделки уложенного шланга, семена 16 располагаются над внесенными удобрениями 17.

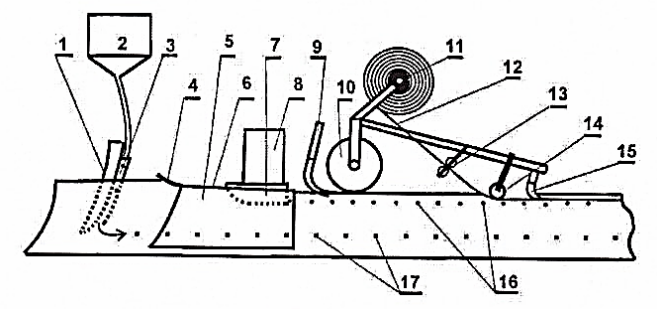


Рисунок 1 – Схема сеялки

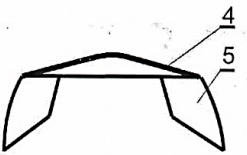


Рисунок 2 – Схема формирователя

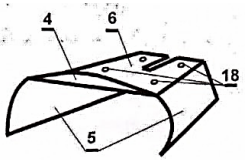


Рисунок 3 – Схема крепления

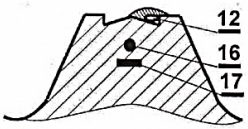


Рисунок 4 – Схема гребня с расположением поливного шланга, семена и удобрения

На рис. 2 изображен вид спереди формирователя-уплотнителя грядки, на рис.3 формирователь-уплотнитель в изотермии с отверстиями 18 под болты жесткого крепления сошника к формирователю.

Технологический процесс работы сеялки и функциональные задачи его элементов заключаются в следующем.

При поступательном движении сеялки рабочий орган 1 вносит в почву минеральные удобрения, отвалы формирователя-уплотнителя 5 сгребают, сжимают в горизонтальном направлении предварительно обработанную (боронование, малование и т.д.) почву и придают ей заданную форму. Благодаря суживанию сечения корпуса формирователя, грядки прессуются до заданной величины плотности почвы.

Как и при работе обычной сеялки, сошник 7, высевает семена на гребне грядки, загортач 8 заделывает семена, прикатывающий каток 9 уплотняет почву над высеянными семенами для обеспечения надежного контакта семян с почвой и на гребне грядки выдавливает углубления под

укладку поливного шланга капельного орошения. В эти углубления укладывает поливной шланг 12, сматывая его с барабана 11, пропуская через направляющие ролики 13 и перекатывающий каток 14, а загортач 15 засыпает шланг слоем почвы. Таким образом, за один проход сеялки обеспечивается весь цикл работ по созданию уплотненной грядки, локальному и адресному внесению удобрений 17, посева семян 16 и укладке поливного шланга.

Поперечное сечение грядки после прохода сеялки с высеянными семенами 16, внесением удобрения 17 и уложенным поливным шлангом представлено на рисунке 4.

Преимущества капельного орошения (экономия поливной воды, удобрений, снижения затрат на борьбу с сорной растительностью) общеизвестны, благодаря которым способ широко используется в мировом масштабе преимущественно при плантационном возделывании сельскохозяйственных культур.

Известны различные конструкции водовыпусков для капельного орошения, например, капельный водовыпуск (RU2278504), включающий ленту, склеенную или сваренную с поверхностью гибкого трубопровода над отверстием в трубопроводе. Поверхность сопряжения ленты с поверхностью трубопровода выполнен с шевронными канавками, водовыпуск отличается сложностью конструкции.

Другой капельный водовыпуск (RU2294628), включающий трубопровод с вставкой из эластичного материала, которая снабжена полукруглой канавкой и канатом, зафиксированным дисками, недостатками его является сложность конструкции.

Известен поливной шланг для капельного орошения, выполненный из непрозрачного эластического пластиката (UZ FAP00899). Водовыпуски в стенке шланга выполнены в виде прорезей длиной L_1 = 1…4 мм на расстоянии L_2 = 100…500 мм друг от друга в диаметрально противоположных сторонах шланга. Прорези выполняются вдоль, перпендикулярно или под углом $\alpha = 45^0$ к продольной оси шланга.

Недостатком поливного шланга является то, что во время полива поливная вода растягивает прорези, в результате чего первоначальная длина, а следовательно, и сечение прорезей по мере эксплуатации постепенно увеличиваются. Причем величина увеличения длины прорезей у разных отверстии различна. В результате возникает неравномерность расхода воды по отверстиям и увеличение общего расхода поливной воды. Таким образом, нарушается устойчивость полива, как по расходу и так по неравномерности по длины поливного шланга. Задачей конструкции поливного шланга является улучшение показателей устойчивости полива и увеличение срока службы поливного шланга.

В конструкции поливного шланга, выполненного из эластичного пластиката, водовыпуски расположены в одну линию с одной стороны поливного шланга с отбортовками по краям отверстий для придания им прочности против разрывов по краям отверстий. Водовыпуски представляют собой круглые отверстия, соотношения их отверстия рано к диаметру поливного шланга составляет d/D = 1/(30…40), отверстия выполненны в стенке по одну сторону шланга на расстоянии L = 80…400 мм.

Конструкция поливного шланга показана на рисунке 5, поперечный разрез шланга 2, заполненный водой 8 и водовыпуск 3, по краям которого выполнена отбортовка 4.

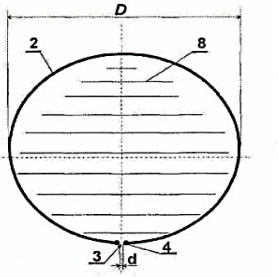


Рисунок 5 – Конструкция поливного шланга

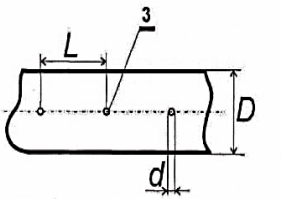


Рисунок 6 – Расположение водовыпусков

На рисунке 6 показано расположение водовыпусков 3 на отрезке шланга.

Как видно, поливной шланг имеет сравнительно простую конструкцию, Отношение диаметра отверстий к диаметру шланга 1/(30…40) позволяет обеспечить равномерный расход воды вдоль поливного шланга при низким напоре. В связи с тем, что наполненной водой шланг располагается водовыпусками вниз, струя поливной воды благодаря сопротивлению почвы снижает напор и эффект полива получается адекватным поливу каплями, то есть, почва в контакте с капельницей компенсирует давление струи.

Наиболее близким аналогом способа укладки является изобретение (SU1634957).

Согласно аналогу, перфорированный поливной шланг размещается на поверхности трубопровода, уложенного в траншею. При заполнении трубопровода водой шланг выносится на поверхность поля для полива.

Недостатком аналога является сложность системы и перерасход поливной воды, так как полив осуществляется струйный, а не капельный.

Задачей способа укладки поливного шланга является контакт водовыпусков. В результате почва за счет непосредственного контакта с водовыпуском выполняет роль компенсатора давления струи воды, а тонкий слой почвы поверх шланга защищает его от солнечных лучей, продлевая тем самим срок его службы.

Поливной шланг укладывается на гребень грядки для капельного орошения водовыпусками на поверхность почвы и прикрывается слоем почвы, угол отклонения от оси водовыпуска к поверхности почвы не должен превышать 15^0.

Наилучшим вариантом укладки шланга считается укладка с расположением водовыпусков по нормали (перпендикулярно) к поверхности почвы. Вместе с тем эксперименты [10], проведенные Янгиюльском районе, на полигоне Государственного центра по сертификации и испытаний сельскохозяйственной техники и технологий при Кабинете Министров Республики Узбекистан показали, что контакт водовыпуска с почвой (благодаря деформациям почвы и шланга) достигается и при отклонении оси водовыпуска к поверхности почвы на 15^0. В опытах использовали водного насоса типа GRANDFAR-1 с производительностью 30 метр куб за час на один гектар. Все поливные шланги изготовлены местными производителями. Поливные шланги эластичные, имеют толщине 250-300 микрон, определенного диаметра и размера отверстии для полива, при поливах шланг расширяется по диаметру, и при отсутствии – сужается, и тем самим происходит самоочищении от ильиных слоев внутри шлангов. Длина поливных шлангов состоит от 100 до 250 метров, расстояние между отверстиями от 7 до 10 см. По этому способу полив можно организовать сразу после сева как по агротехнике. В исследованиях определили [10], что расхода воды при бороздовом поверхностном поливе составлял 6000 $м^3$, а при предлагаемом способе полива на гребне – 2000 $м^3$. Открытия поливных борозд, ручной прореживании не выполнялись.

Укладка поливного шланга показана рисунке 7, где схематически представлено сечение грядки 1, поливной шланг 2, водовыпуск 3, след 5 от уплотнительного катка сеялки, слой почвы 6 для прикрытия шланга от солнечной радиации, контур 7 зоны увлажнения, корневая система 8 растения, угол α отклонения оси водовыпуска к поверхности почвы.

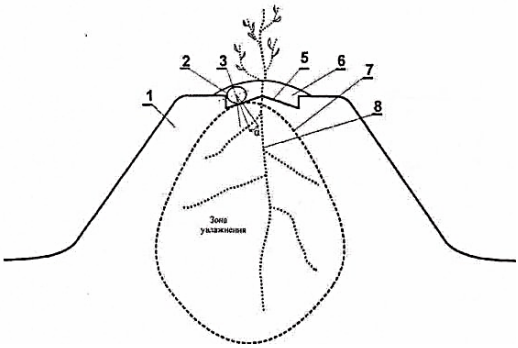


Рисунок 7 – Схема поливного шланга

Поливной шланг раскладывают в поле вдоль рядков растения на гребень грядки по следу фигурного перекатывающего барабана (прикатки) сеялки водовыпусками вниз. Один конец шланга герметично закрывается, а другой подключают к источнику поливной воды с напором (0,1…0,3 атм.). Вода, поступая в шланг, наполняет его и вытекает через отверстия. Встречая сопротивление почвы, снижает напор, обеспечивая полив аналогично поливу капелями. Таким образом, почва служит компенсатором давления струи.

Заключение.

1. Экономический эффект предлагаемого способа определяется снижением затраты труда и издержек на пересевы, совмещением операций адресного внесения удобрений и посева, повышения урожайности и качества уборочных работ за счет лучшего агрофона (прямолинейность кустов в рядке).

2. Реализация предлагаемого способа полива позволит наряду с экономией оросительной воды и удобрений, присущих капельному орошению, значительно упростить конструкцию поливного шланга и повысить срок его службы, что естественно благотворно повлияет на эффективность производства поливного шланга и продукции сельскохозяйственных культур.

Список использованной литературы

1. В.П. Кондратюк, Ю.А. Погосов. Рекомендации по посеву хлопчатника на грядах и гребнях. М., МСХ СССР, 1979.

2. Ю.А. Погосов., Н.Ш. Шарипов, А.М. Кундузов Рекомендации по возделыванию хлопчатника на гребнях. М., ЦНИИТИ, 1982.

3. Г.М. Рудаков. Технологические основы механизации сева хлопчатника. Издательство «Фан». Ташкент. 1974 г.

4. Хлопчатник. Интенсивная технология. – Москва. ВО «Агропромиздат». 1988.

5. В.А. Сергиенко Исследование рабочих органов хлопкового культиватора. Автореферат канд. Дисс., Ташкент, 1959.

6. Умаров Г.Я. и другие. Земля становится теплее/ Журнал «Сельское хозяйство Узбекистана». Ташкент, 1975. №1. С. 28–29.

7. РУз № FAP00396 «Устройство для посева пропашных культур». Сайфи Э.Х., Бердимуратов П.Т., Халилов Р.Д., Уримбоев А.К., Тошназаров О., Сирожиддинов А.С. // Расмий ахборотнома. – 2008. – №9 (89).

8. М.Мухамеджанов, С.Сулейманов Корневая система и урожайность хлопчатника. Издательство «Узбекистан», Тошкент, 1978.

9. А.Б.Калинин, В.А.Ружьев, И.З.Теплинский Мировые тенденции и современные технические системы для возделывания картофеля: учебное пособие. – СПб. : Проспект Науки, 2016. – 160 с.

10. Б.П.Шаймарданов, Р.Д. Матчанов ва бошқ. Ғўза парваришида томчилатиб сугориш усулида агрофонини бошкариш имкониятлари (О возможности управления агрофоном способом капельного орошения при возделывания хлопчатника). Журнал //AGRO ILM. № 6 (50 SON), 2017. 13 бет, Ташкент.

11. Б.П.Шаймарданов, Х.Б.Шаймарданов, Р.Д.Матчанов и др. Поливной шланг для капельного орошения и способ его укладки. Патент UZ IAP 06314. 14.10.2020. (21). № IAP 2017 0013 № (22). 12.01.2017.

12. Б.П.Шаймарданов, Х..Б. Шаймарданов ва бошқ. Сеялка для посева на грядках. Патент UZ IAP 06312. 14.10.2020. (21). № IAP 2016 0324 № (22). 19.08.2016.

13. Б.С Серикбаев., А.Т. Бутаяров. Расчет режима капельного орошения хлопчатника нового сорта «Султан» //"Irrigftsiya va Melioratsiya" jurnali/ - Тошкент, 2019. №2 (16). -Б.10-14.

14. М.Х.Хамидов, Б.У.Суванов. Ғўзани суғоришда томчилатиб суғориш технологиясини қўллаш //"Irrigftsiya va Melioratsiya" jurnali/ - Тошкент, 2018. №4 (14). -Б.9-11.

15. У.П. Умурзоқов, А.К. Ахмедов. Сув танқисчиллиги шароитида қишлоқ хўжалик ишлаб хўжалик ишлаб чиқаришини ривожлантириш истиқболлари. // "Irrigftsiya va Melioratsiya" jurnali. // - Тошкент, 2015. № 1. -Б.94-96.

16. Б.С Серикбаев., А.Т. Бутаяров. Расчет режима капельного орошения хлопчатника нового сорта «Султан» // "Irrigftsiya va Melioratsiya" jurnali/ - Тошкент, 2019. №2 (16). -Б.10-14.

17. Ш.А.Эгамбердиева, Ф.А.Бараев, С.Б.Ғўломов Низконапорная система капельного орошения нового поколения // Материалы Международной научно-технической конференции Россия. – Москва, 2013. – С.112-114.

18. Шаймарданов Б.П., Шавазов К.О., Усманалиев Б. Разработка технологии гребневого выращивания хлопчатника с адресным и равномерным увлажнением корневом системы растения. // "Irrigftsiya va Melioratsiya" jurnali/ - Тошкент, 2020. Махсус сон. -Б.27-32.

Summary. The implementation of the proposed irrigation method will allow, along with saving irrigation water and fertilizers inherent in drip irrigation, to significantly simplify the design of the irrigation hose and increase its service life, which will naturally have a beneficial effect on the efficiency of production of the irrigation hose and agricultural crops.

УДК: 631.319.06

Бердимуратов П.Т.[1], доктор философии (PhD) по техническим наукам, доцент,

Таджимуратова А.П.[2], ассистент

[1]*НИУ «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», г. Ташкент, Республика Узбекистан*

[2]*Туринский политехнический университет в городе Ташкенте, Республика Узбекистан*

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОСЕВА С ОДНОВРЕМЕННЫМ ФОРМИРОВАНИЕМ ГРЕБНЯ И КОНСТРУКЦИИ ФОРМОВЩИКА

Аннотация. Успехи в возделывании хлопчатника во многом зависят от сроков и качества подготовки почвы к посеву и посева, а последняя, в свою очередь, - от способов ее проведения и совершенства конструкции машин. Целью исследования является обоснование формы гребней и параметров формовщика гребней к

хлопковой сеялке. Авторами предложена новая технология посева с одновременным формированием гребней. Теоретически ообоснованы форма и параметры гребня. При выполнении формы гребня в виде равнобокой трапеции и соответственно с высотой и шириной поверхности гребня не менее 100 мм и 160 мм обеспечивается защита семенного ложе от затопления дождевыми потоками. Приведена конструкция разработанного формовщика гребней к хлопковой сеялке для осуществления предложенной технологии.

Abstract. Success in cultivating cotton largely depends on the timing and quality of soil preparation for sowing and sowing, and the latter, in turn, depends on how it is carried out and on the perfect design of the machines. The aim of the study is to justify the shape of the ridges and the parameters of the moulder to the cotton seeder. The authors proposed a new technology for sowing with the simultaneous formation of ridges. The shape and parameters of the ridge are theoretically justified. When performing the ridge shape in the form of an isosceles trapezoid and, accordingly, with a height and width of the ridge surface of at least 100 mm and 160 mm, the seed bed is protected from flooding by rain streams. The design of the developed comb moulder to a cotton seeder for the implementation of the proposed technology is given.

Ключевые слова: хлопчатник, посев, сеялка, технология, сгребатель-формовщик, дождевой поток, семенное ложе, гребня, формирование гребней.

Key words: cotton, sowing machine, technology, rake-forming machine, rain stream, seed bed, comb.

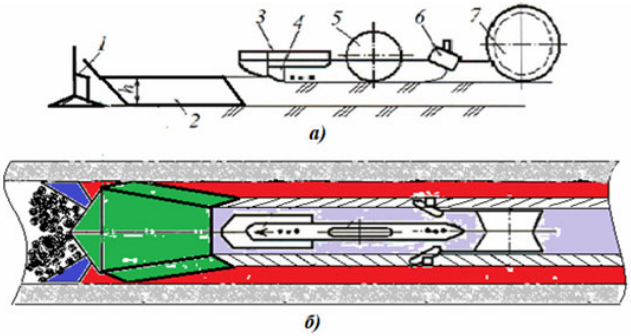
Введение. Известно, что существующая традиционная технология сева хлопчатника по гладкому полю наиболее проста и мало затратная. Однако она очень чувствительна к изменениям погоды. При посеве хлопчатника на гладком поле при обильных дождях происходит затопление семенного ложе, что приводить к снижению всхожести семян и коркообразованию [1]. В настоящее время широко распространяется гребневая технология посева пропашных культур [2]. При гребневом посеве создаются благоприятные водные и температурные условия для быстрого и полного всхода семян хлопчатника. Для посева хлопчатника в основном производят нарезка гребней осенью. При этом, нарезанная осенью гребня теряет перед посевом (весной) свою форму, что требуют дополнительную операцию по восстановлению ее формы. Исходя из вышеизложенного, формирование гребней одновременно с посевом является необходимой операцией.

Целью исследования является обоснование формы гребней и параметров формовщика гребней к хлопковой сеялке.

Предложенная технология – осуществляется следующим образом (рис.1): рыхлители 1, в виде полустрелчатой лапы, подрезают сорные растения и крошат почву, их почвосдвигающие пластины, перемещая почву в сторону средней части гребня, присыпают стенки гребня разрыхленной почвой, затем формовщик 2 формирует и уплотняет гребень, после чего, идущий вслед за ним полозовидный сошник 3, открывает бороздку по середине гребня, и уплотнитель 4 уплотняет ее

дно, а каточек 5, после высева семян, частично вдавливает их в почву. Загортачи 6 заделывают семена на установленную глубину, а каток 7 с коническим ободом уплотняет почву.

В зависимости от условий работы рыхлители могут быть выполнены в виде односторонней плоскорежущей лапы, полустрельчатой лапы или бороздореза – отвальчика.



1–полустрельчатая лапа с почвосдвигающей пластиной; 2 – формовщик; 3 –сошник сеялки; 4 – уплотнитель; 5–каточек; 6 – загортач; 7 –к онический каток

Рисунок 1 – Технология посева с одновременным формированием гребней: а – вид с боку; б – вид с верху

Рыхлители 1 с крыльями закрепляются, а формовщик с помощью параллелограмного механизма навешивается к раме сеялки.

Одним из основных требований к параметрам гребня является возможность защитить семенное ложе от его затопления дождевыми потоками и, следовательно, защитить от коркообразования. Как известно, при формировании гребней боковые стенки их осыпается под углом естественного откоса. Следовательно, при отсыпке почвы на поле образуются грядка по форме напоминающий равнобокий треугольник. Однако для работы рабочих органов сеялок на вершине такого гребня необходимо иметь площадку, которая должна быть с шириной 160–170 мм [1]. Для этого приходится срезать её вершину, следовательно, после этого такая гребня перед посевом превращается в равнобокую трапецию (рис.2). Форму, которой принимаем за основу для проведения последующих расчетов.

Литературный обзор. Исследования по совершенствованию технологий подготовки почвы к посеву пропашных культур на гребнях, созданию машин для формирования гребней, обоснованию конструкций и параметров их рабочих органов проводились Г.М. Рудаковым [1], Е. Понамаревым [2], В.И. Курдюмовым и Е.С. Зыкином [3, 4], Ф.М. Маматовым и У.Х. Кадировым [5], Х.Г. Абдулхаевым [10, 11] и другими.

Г.М. Рудаковым [1] и А.Г. Понамаревым [2] обоснованы параметры гребнегрядоделателя для посева хлопчатника на гребнях. В.И. Курдюмовым, Е.С. Зыкином [3, 4] обоснованы технология и средства механизации гребневого возделывания пропашных культур для условий Российской федерации. Ф.М. Маматовым и У.Х. Кадировым [5] разработана технология подготовки почвы к посеву картофеля на гребнях. Ф. Маматовым и Б. Мирзаевым [8, 9] рассмотрены вопросы противоэрозионной обработки почвы перед посевом пропашных культур. Исследования Х.Г. Абдулхаева [10, 11] направлены на разработку орудия для рыхления гребней и уничтожения сорной растительности, а также образования мульчирующего слоя на их поверхности. Все эти исследования направлены на усовершенствование традиционных технологий и технических средств для подготовки почвы к посеву технических культур, в том числе хлопчатника, что не удовлетворяет современным требованиям сельскохозяйственного производства. В данных исследованиях не рассмотрены вопросы формирования гребней и посева хлопчатника за один проход агрегата. Приведенные недостатки могут быть устранены путем разработки формовщика гребней к хлопковой сеялки, осуществляющий формирование гребней и посев хлопчатника за один проход агрегата.

Результаты и исследований. Для определения минимально допустимых параметров сформированных гребня исходим из того, чтобы их не заливали дождевые потоки. Из рис.2 видно, что для обеспечения защиты семенной ложы от затопления площадь поперечного сечения бороздки междурядья S_{CDKM} должна быть больше площади поперечного сечения осадков в междурядья за сутки ($Q_c B_м$).

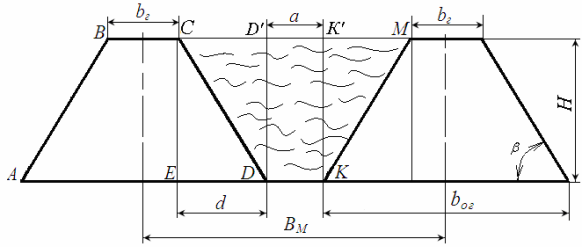


Рисунок 2 – Схема к определению параметров гребня

Исходя из вышеизложенного, параметры гребня определяли из условия помещения в бороздку междурядья выпавшего суточного осадка

$$H_1 = \frac{1}{2K_y}[(B_M - b_г)tg\beta - \sqrt{[(B_M - b_г)tg\beta]^2 - 4Q_c B_M tg\beta}] + h; \quad (1)$$

$$b_{ог} = 2H_1 ctg\,\beta + b_г; \quad (2)$$

$$S_г = (B_м - b_{ог})H_1 + H_1^2 ctg\,\beta, \quad (3)$$

где H_1 – минимально допустимая высота гребня; $\boldsymbol{Q_c}$ – количеством осадков, выпавших за сутки; β – угол естественного откоса; $B_м$ – ширина междурядья;

$b_г$ – ширина вершины гребня; $к_у$ – коэффициент, учитывающий усадку почвы;

h – высота неровностей поверхности поля; $S_г$ – площадь поперечного сечения бороздки.

Выполненные расчеты по выражениям (1)-(3) при $\boldsymbol{Q_c}$ =34 мм, $b_г$=160 мм, h=36 мм, $к_у$=0,90 и β=36° [12] показали, что минимально допустимая высота гребня h_1 должна быть не менее 100 мм; допустимая ширина нижнего основания гребня $b_{ог}$ должна быть не менее 435 мм; допустимая площадь поперечного сечения бороздки $s_г$ должна быть не менее 306 см^2 при $B_м$=900 мм и 204 см^2 при $B_м$=600 мм.

Форма и параметры гребня является основой для определения параметров формовщика. Основными параметрами формовщика являются ширина входной $B_ф$ и выходной $b_ф$ кромки полоза формовщика, угол установки боковых отвалов к направлению движения α и к горизонтальной плоскости $\beta_у$, длина полоза L. Оптимальный угол установки α боковых отвалов к направлению движения определялся из условия обеспечения свободного скольжения и уплотнения почвы отвалами, т.е. $\alpha \le (\pi/4 - \varphi/2)$, где φ - максимальный угол трения почвы по отвалу. При известном значении φ=30° получим $\alpha \le 30°$.

Для определения длины и ширины входной кромки полоза формовщика получены следующие выражения

$$L = \frac{1}{2}(B_p - b_{ог})ctg\,\alpha, \quad (4)$$

$$B_ф = 2Ltg\,\alpha + b_г. \quad (5)$$

Подставив в (4) и (5) значения B_p=554 мм, $b_г$=160 мм, $b_{ог}$=435 мм и α=14-16° получим, что длина полоза формовщика должна быть в пределах L=183–238,9 мм., а ширина входной кромки формовщика $B_ф$=292-334 мм.

Угол наклона боковых граней к горизонтали определялась из условия исключения осыпания почвы гребня по следующему известному выражению $\beta_у \le \beta$, где β – угол естественного откоса. Исходя из этого, с целью устранения осыпания боковых граней гребня необходимо располагать боковые отвалы формовщика под углом $\beta_у$=42-45° к горизонтальной плоскости поля.

Высоту отвала h принимаем равным минимально допустимой высоте гребня, h=H_1=100 мм.

При работе козырек формовщика воздействия на почву производят деформацию почвы (рис.1). Угол установки α_1 козырка определим из условия обеспечения скольжения почвы по нему, т.е.

$$\alpha_1 \le \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}. \quad (6)$$

Подставляя в это выражение известное значение φ=25–30^0 получим α_1=30–34^0.

Высоту отвала h принимаем равной минимально допустимой высоте гребня H_1. Тогда h = 100 мм.

Для проверки результатов теоретических исследований, а также изучения влияния различных факторов на качество формирования гребней нами был изготовлен опытный образец формовщика к хлопковой сеялке и проведены его сравнительные лабораторно-полевые исследования. При этом опыты проводились в следующих вариантах: посев хлопчатника по гладкому полю (контроль); посев на гребнях, сформированных одновременно с посевом хлопчатника.

Исследованиями установлено, что при посеве формовщик обеспечивает формирование гребней с требуемыми параметрами: высота гребней составляла 10,1–10,7 см, а после заделки семян загортачами и прикаткой – 12,0–13,0 см. Наблюдения показали, что при посеве на гребнях устраняется попадание дождевого потока в семенное ложе. В результате чего ускоряется появление всходов и развитие растений, исключается пересевы хлопчатника.

При предложенном способе посева созданы благоприятные температурные, водные и воздушные условия. Посев хлопчатника на гребнях, подготовленным одновременно с посевом по сравнению с посевом по гладкому полю обеспечивает оптимальную температуру почвы в начале апреля на глубине 4,0–5,0 см в пределах 12–14°С при влажности почвы 12–13% и плотности почвы в пределах 1,04–1,16 гр/см^3, что способствовало хорошему развитию растений. В результате применения предложенной технологии с разработанной сеялкой количество всходов растений увеличивается на 17,8%, а урожайность хлопчатника – на 9,9 % по сравнению урожайности хлопчатника, посеянного на ровном поле.

Выводы. 1. При выполнении формы гребня в виде равнобокой трапеции и соответственно с высотой и шириной поверхности гребня не менее 100 мм и 160 мм обеспечивается защита семенного ложе от затопления дождевыми потоками. 2. При выполнении входной кромки формовщика шириной 290-320 мм, выходной кромки 160 мм, угла наклона бокового отвала к направлению движения 20°, длины полоза формовщика 203–215 мм, высоты бокового отвала 100 мм и угла установки бокового отвала к горизонту 42-45° обеспечивается качественное выполнение технологического процесса формирования гребней. 3. При посеве семян хлопчатника на гребнях с одновременным формированием гребня всходы

растений увеличивается, а урожайность хлопчатника повышается по сравнению с гладким способом посева на 9,9 %.

Список использованной литературы

1. Рудаков, Г. М. Технологические основы механизации сева хлопчатника. Ташкент: Фан, 1974. – 197 с.

2. Пономарев Е. Обоснование параметров рабочих органов для формовки гребней и грядок под посев хлопчатника: Автореф. дисс. канд. техн. наук. Т.: Янгиюль. 1985. – 22 с.

3. Курдюмов В.И. Технология и средства механизации гребневого возделывания пропашных культур: монография / В.И.Курдюмов Е.С.Зыкин – Ульяновск: Вега-МЦ, 2017. – 320 с.

4. Курдюмов В. И., Е. С. Зыкин. Энергосберегающая технология посева пропашных культур // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2007. - № 1. – С. 7–8.

5. Mamatov F. M., Kodirov U. Energy-resourse saving machine for preparing soil for planting root crops on ridges // European Science Review. – Vienna, 2016. – No. 11–12. – С. 125–126.

6. Berdimuratov P.T., Mamatov F.M. Improving the combing technology and tool for sowing the cotton // European science review – Austria, 2018. – № 1. – P. 237–239.

7. Утепбергенов Б. К., Бердимуратов П. Т., Жумамуратов Д. К. Обоснование оптимальных параметров грядок для сева хлопчатника на их гребни // Вестник Каракалпакского отделения Академия наук рспублики Узбекистон, Нукус, 2017. – № 1(246). – Б. 34–36.

8. Mirzaev, B., Mamatov, F., & Tursunov, O. (2019). A justification of broach-plow's parameters of the ridge-stepped ploughing. E3S Web of Conferences, https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199705035.

9. Mirzaev, B., Mamatov, F., Avazov, I., & Mardonov, S. (2019). Technologies and technical means for anti-erosion differentiated soil treatment system. E3S Web of Conferences, https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199705036.

10. Абдулхаев Х.Г., Халилов М.М. Обоснование параметров ножей выравнивателя-рыхлителя.Сельскохозяйственные машины и технологии. 2019;13(3):44-47. https://doi.org/10.22314/2073-7599-201913-3-44-47.

11. Abdulkhaev Kh. G. About field tests on implement for presowing cultivation of ridges // European Applied sciences – Stuttgart, 2015, № 6. – P. 54–55.

12. Ахмеджанов М., Аваздурдиев Т. Уплотнение валиков // Земледелие. – Москва, 1982. – № 7. – С. 7–8.

Summary. When the ridge shape is made in the form of an isosceles trapezoid and, accordingly, with the height and width of the ridge surface of at least 100 mm and 160 mm, the seed bed is protected from flooding by rain flows. When the input edge of the former is 290–320 mm wide, the output edge is 160 mm, the angle of inclination of the side moldboard to the direction of movement is 20°, the length of the molder runner is 203–215 mm, the height of the side moldboard is 100 mm and the angle of installation of the side moldboard to the horizon is 42–45°, high-quality execution of the technological process of ridge formation is ensured. When sowing cotton seeds on ridges with simultaneous ridge formation, plant shoots increase, and the cotton yield increases by 9.9 % compared to the smooth sowing method.

УДК 631.363.258/638.178

Тойбазар Д.М.,[1] докторант,
Дауренова И.М.,[2] докторант,
Сапаргали А.Ж.,[1] докторант,
Ниязбаев А.К.,[2] Ph.D.
[1]*НАО «Алматинский университет энергетики и связи имени Г. Даукеева, г. Алматы, Республика Казахстан*
[2]*НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», г. Алматы, Республика Казахстан*

ГЕЛИОСУШИЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ СУШКИ ПЕРГИ В СОТАХ

Аннотация. В настоящем исследовании представлена принцип работы солнечной сушилки, предназначенной для эффективного удаления влаги из перги в сотах. Сушилка представляет собой экологичное и эффективное решение, сочетающее традиционные методы с современными «зелёными» технологиями. Устройство использует солнечную энергию и мягкую принудительную вентиляцию для щадящей сушки перги непосредственно в сотах, сохраняя её природные свойства. Система воздушных коллекторов и энергоэффективных вентиляторов обеспечивает равномерное высушивание без применения искусственного нагрева. Эта технология особенно актуальна для пасек, ориентированных на устойчивое развитие и натуральную переработку продукции. Солнечная сушилка превращает избыточное тепло солнца в стабильный источник дохода, позволяя производить высококачественную пергу при минимальных затратах.

Abstract. This study presents the principle of operation of a solar dryer designed to effectively remove moisture from the parchment in the honeycomb. The dryer is an eco-friendly and efficient solution combining traditional methods with modern "green" technologies. The device uses solar energy and gentle forced ventilation to gently dry the parchment directly in the honeycomb, preserving its natural properties. The system of air collectors and energy-efficient fans ensures uniform drying without the use of artificial heating. This technology is especially relevant for apiaries focused on sustainable development and natural processing of products. The solar dryer turns the excess heat of the sun into a stable source of income, allowing the production of high-quality parchment at minimal cost.

Ключевые слова: сушильная установка, перга, перговые соты, солнце, солнечная панель.

Keywords: drying plant, parchment, parchment combs, sun, solar panel.

Перга, или «пчелиный хлеб», – один из самых ценных продуктов пчеловодства, обладающий высоким содержанием белка, аминокислот, ферментов и витаминов. Образованная в результате естественной ферментации пыльцы в сотах под воздействием молочнокислых бактерий, перга представляет собой биологически активное вещество, широко применяемое в медицине, диетологии и косметологии. Однако, несмотря на её уникальные

свойства, перга крайне чувствительна к условиям хранения и требует своевременной и аккуратной сушки для предотвращения порчи и потери ценных компонентов [1,2].

Традиционно сушка перги производилась трудоемкими и не всегда эффективными способами, зачастую с риском перегрева или пересушивания продукта. В условиях роста интереса к натуральным и функциональным продуктам, а также стремления к экологичным методам переработки, особенно актуальной становится технология щадящей сушки перги прямо в сотах. Такой подход позволяет сохранить её природную структуру и биоактивность, минимизировать потери и облегчить дальнейшее хранение и реализацию [2].

В Республике Казахстан производство продуктов пчеловодства, в частности перги, получаемой путем переработки пчелиных сотов, в основном осуществляется в полевых условиях. Это связано с тем, что пасеки, как правило, расположены в достаточными кормовыми ресурсами для пчел [2, 3].

Разработка и применение солнечных сушилок нового поколения предоставляет пасечникам доступное и устойчивое решение, сочетающее низкие энергетические затраты, экологичность и высокое качество конечного продукта. Настоящая работа посвящена созданию и обоснованию технологии сушки перговых сот с использованием энергии солнца и маломощной вентиляции, как эффективного инструмента для переработки и сохранения ценного пчелопродукта [3].

Сушка перги представляет собой важный этап в технологии её заготовки, направленный на продление срока хранения и стабилизацию биохимического состава. В естественном виде перга содержит от 20 до 30% влаги, что делает её уязвимой к микробиологической порче, плесневению и ферментативным изменениям. Снижение влажности до уровня 8–10% позволяет остановить нежелательные биохимические процессы и сохранить продукт без консервантов.

Наиболее эффективным считается мягкий режим сушки в диапазоне температур от 40 до 42,5 °C, при котором удаётся сохранить витамины (особенно группы B, E, C), ферменты и аминокислоты, чувствительные к перегреву. Более высокие температуры (свыше 45 °C) могут привести к разрушению биологически активных веществ, ухудшению вкуса и снижению усвояемости продукта.

Сушка перги при контролируемой температуре:

a) снижает активность ферментов, предотвращая самопереваривание продукта;

b) обеспечивает микробиологическую стабильность, исключая рост плесневых грибов и дрожжей;

c) сохраняет органолептические свойства – вкус, аромат и цвет;

d) существенно продлевает срок хранения – при герметичной упаковке высушенная перга может храниться до 12 месяцев без потери качества.

При сушке важно также контролировать влажность воздуха и обеспечивать непрерывный воздухообмен, чтобы избежать локального переувлажнения и обеспечить равномерное удаление влаги. В естественных условиях (при солнечной сушке) продолжительность процесса составляет от 3 до 5 суток в зависимости от климатических условий и плотности размещения продукта [3,4,5].

Таким образом, правильно проведённая сушка – ключевой фактор в получении качественной, стабильной и безопасной для хранения перги.

Разработанная солнечная сушилка (рисунок 1) работает исключительно на солнечной энергии. Нагрев воздуха осуществляется с помощью поддонов солнечных коллекторов (5), расположенных вдоль трех сторон нижнего периметра, а над ними расположена дополнительная солнечная панель (6) для преобразования солнечной энергии в электрическую. Это электричество питает как аккумуляторную батарею, так и вентилятор, который расположен на верхней части улья для удаления отработанного сушильного агента из камеры. Вентиляторный блок состоит из девяти вентиляторов, которые работают по заранее заданной программе, динамический регулируя скорость вращения в зависимости от температуры воздуха на входе в камеру, регулируемой регулятором температуры (4). Когда температура воздуха превышает 40 °C, количество активных вентиляторов увеличивается, тем самым улучшая воздушный поток. И наоборот, при понижении температуры количество работающих вентиляторов уменьшается для поддержания требуемых условий сушки. Если требуется непрерывная вытяжка воздуха – например во экспериментальных исследований или при сушке материалов высокой влажностью, – режим работы можно настроить, перенастроив программу управления.

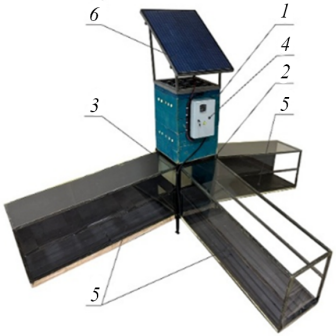


Рисунок 1 – Солнечная сушилка
1 – корпус улья; 2 – платформа; 3 – рама; 4 – регуляторы температуры;
5 – солнечные коллекторы; 6 – солнечная панель

Солнечная панель (1) генерирует электрический ток постоянного напряжения (DC) под воздействием солнечного излучения. Контроллер заряда (2) регилирует подачу энергии от солнечной панели в аккумулятор (4) и к нагрузкам. Он защищает аккумулятор (4) от перезаряда и глубокого разряда, а также стабилизирует напряжение. Термоконтроллеры (3) измеряют температуру в различных зонах сушильной камеры и управляют включением или отключением вентиляторов в зависимости от заданных параметров. Каждый термоконтроллер подключен к свой группе вентиляторов. Аккумулятор 12В, 100 А·ч (4) служит для накопления энергии, обеспечивая работу вентиляторов и контроллеров в пасмурную погоду и ночью. Он также стабилизирует питание всей системы. Вентиляторы (5) обеспечивают циркуляцию теплого воздуха внутри сушильной камеры. Они включаются автоматически при достижении заданной температуры, обеспечивая равномерное распределение тепла и эффективную сушку.

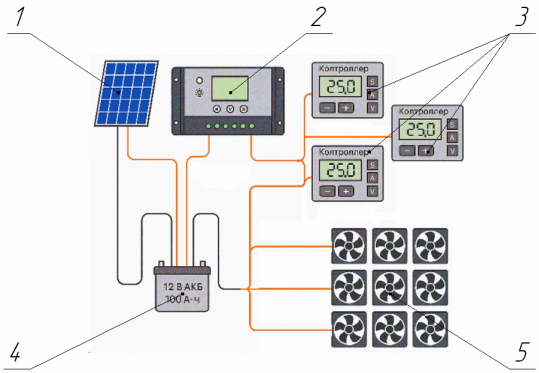


Рисунок 2 – Схема электропитания гелиосушилки для сушки перги в сотах
1 – солнечная панель; 2 – контроллер заряда солнечной батареи;
3 – контроллеры температуры; 4 – аккумулятор; 5 – вентиляторы

Система обчеспечивает автономное электропитание сушильной камеры за счет солнечной энергии. Температурные контроллеры автоматически регулируют работу вентиляторов, обеспечивая стабильный температурный режим, необходимый для качественной сушки перговых сотов.

Разработанная солнечная сушилка демонстрирует высокую степень автономности и адаптивности за счёт эффективного использования солнечной энергии как для нагрева воздуха, так и для питания системы вентиляции. Интеграция интеллектуального управления вентиляторным блоком позволяет динамически регулировать параметры воздушного

потока в зависимости от текущих условий, обеспечивая стабильный режим сушки. Такая конструкция не только повышает энергоэффективность процесса, но и расширяет возможности применения устройства для различных задач – от научных исследований до практического использования на пасеке.

Список использованной литературы

1. Кривцов, Н. И. Пчеловодство / Н. И. Кргтоцов, В. И. Лебедев, Г. М. Туников – М.: Колос, 1999. – 399 с.

2. Комиссар, А. Д. Перга – новый продукт пчеловодства / А. Д. Комиссар, Г. А. Миронов // Пчеловодство. – 1993. – № 3. – С. 42.

3. Космович, Е. К. Перга из выбракованных сотов / Е.К. Космович. // Пчеловодство. – 1981. – № 4–5. – С. 43.

4. Чудаков, В. Г. Технология продуктов пчеловодства / В. Г. Чудаков. – М.: Колос, 1979. – 160 с.

5. Дауренова, И. М. Тойбазар, Д. М. Сапаргали, А. Ж. Хазимов, М. Ж.; Касымбаев, Б. М. Чандра, Б. Г. Эффективная технология и средства переработки пчелиных сотов на пергу и восковое сырье в Казахстане. «Исследования, результаты» 2024, 2, 523-534.

Summary. The developed solar dryer demonstrates a high degree of autonomy and adaptability due to the efficient use of solar energy both for heating the air and for powering the ventilation system. The integration of intelligent control of the fan unit allows dynamic adjustment of the air flow parameters depending on the current conditions, ensuring a stable drying mode. This design not only increases the energy efficiency of the process, but also expands the possibilities of using the device for various tasks - from scientific research to practical use in the apiary.

УДК 621.791.92 : 621.81

Афанасенко Д.Е., аспирант;
Косак А.А., магистрант;
Миранович А.В., кандидат технических наук, доцент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ МАГНИТНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ С ПНЕВМОВИБРОДИНАМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Аннотация В работе выполнена многопараметрическая оптимизация совмещенной комбинированной обработки магнитно-электрического упрочнения с пневмовибродинамической обработкой деталей погружных электронасосов.

Abstract The was performed multiparameter optimization of combined magnetic-electric hardening processing with pneumatic-vibrodynamic processing of submersible electric pump parts.

Ключевые слова предприятия агропромышленного комплекса, насосное оборудование, технологические способы, комбинированная обработка, магнитно-электрическое упрочнение, композиционный ферромагнитный порошок, износ, производительность.

Keywords agro-industrial complex enterprises, pumping equipment, technological methods, combined processing, magnetic-electric hardening, composite ferromagnetic powder, wear, productivity.

Одними из наиболее используемых на предприятиях АПК агрегатов, работающих в контакте с агрессивными средами, являются погружные электронасосы, для которых характерны тяжелые условия работы: пусковые нагрузки, запескованность скважин, повышенное содержание солей, щелочей и других примесей в воде. Это существенно снижает надежность работы сборочных единиц или отдельных деталей погружных электронасосных агрегатов. При этом достаточно часто электродвигатели выходят из строя в результате механических повреждений и износа рабочей поверхности втулки радиального подшипника и распорной втулки, износа посадочного места вала ротора под втулку подшипника и пяту [1, 2].

Анализ наиболее распространенных видов дефектов типовых деталей (например, погружных электродвигателей мод. ПЭДВ-180) являются: износ посадочной поверхности вала ротора под втулку подшипника; износ наружной поверхности втулки подшипника (сопряжение «втулка подшипника вала ротора – резинометаллическая втулка щита»); изгиб вала ротора [3, 4]. Основными способами восстановления деталей погружных электродвигателей являются: вибродуговая наплавка, электроконтактная приварка, наплавка под слоем флюса и в среде защитных газов. Для них характерны такие основные недостатки, как невысокая усталостная прочность наплавляемых деталей, высокое термическое воздействие на деталь и расплавление основного металла [4, 5].

Одним из рациональных способов упрочнения (восстановления) рабочих поверхностей валов ротора под втулку подшипника и наружной поверхности втулки подшипника – совмещенная комбинированная обработка (КМО), реализуемая на одном технологическом оборудовании, посредством магнитно-электрического упрочнения (МЭУ) с пневмовибродинамической обработкой (ПВДО) и последующей финишной магнитно-абразивной обработкой (МАО) [3, 5, 6].

Следует отметить, что одной из важнейших задач любой технологии является обеспечение заданных характеристик качества изделия наиболее производительным путем при минимальных затратах [7, 8]. В соответствии

в работе с целью обеспечения заданных эксплуатационных и физико-механических свойств поверхностей деталей проведены исследования с применением метода на основе многопараметрической оптимизации режима КМО с использованием детерминированного и стохастического подходов [8, 9].

Анализ априорной информации и проведенные ранее исследования [7, 9 – 11] показали, что процесс КМО достаточно полно описывается статистическими моделями второго порядка, полученными по матрице ЦКРУП. В качестве параметров оптимизации МЭУ с ПВДО износостойких покрытий взяты следующие параметры: производительность процесса Q (приращение массы покрытия) и относительная износостойкость покрытия ε. Испытания износостойкости образцов с покрытиями, полученными КМО и обработанных при оптимальных условиях и режимах процессов, проводились на машине трения модели 2070 СМТ-1 по стандартной методике по схемам «диск-колодка» при сравнительной оценке износостойкости покрытий при трении скольжения.

Независимыми переменными приняты следующие факторы: плотность тока i, А/мм^2; величина рабочего зазора δ, мм; скорость подачи S, мм/об; окружная скорость заготовки V, м/с; расход композиционного порошка q, г/с·мм^2. Постоянными взяты факторы: магнитная индукция в рабочем зазоре B = 0,7 Тл; размер зерен композиционного порошка Δ = 240–320 мкм; расход рабочей жидкости q = 2,3·10^{-3}дм^3/(с·мм^2), давление подачи сжатого воздуха = 0,1 МПа, рабочие тела (шариками радиусом 3 мм), СОЖ – 5%-й раствор товарного эмульсола Э2 в воде. Оптимальный технологический режим КМО определяли для следующих композиционных ферромагнитных порошков (КМП): Н70Х17С4Р4 (1), ПР10Р6М5 (2) и ФБХ-6-2 (3).

Экспериментальные исследования проводили на образцах из стали 45, представляющих собой кольца с наружным диаметром 40,0 мм, внутренним – 16,0 мм и высотой 12,0 мм. Образцы подвергали нормализации и обрабатывали до шероховатости поверхности Ra = 12,5 мкм.

Степень влияния технологических факторов КМО на параметры оптимизации Q и ε определяли по величине коэффициентов моделей (1) – (6). Многопараметрическую оптимизацию процесса МЭУ с ПВДО проводили по двум параметрам (Y_1=Q, Y_2=ε). Для этого использовали комплексный показатель [6, 7], в качестве которого была принята обобщенная функция желательности Харрингтона [7, 8].

С учетом работ [5, 9] установили условия проведения эксперимента для получения статистических моделей КМО (таблица 1). Все опыты рандомизировались во времени при помощи таблицы случайных чисел.

Таблица 1 – Условия проведения опытов

Уровень факторов	Технологические факторы				
	i, А/мм^2	δ, мм	S, мм/об	V, м/с	q, г/(с·мм^2) ·10^{-3}
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
Основной (0)	1,80	2,00	0,25	0,06	2,50
Верхний (+1)	2,25	2,50	0,35	0,08	2,90
Нижний (-1)	1,35	1,50	0,15	0,04	2,10
Звездная точка (+α)	2,70	3,00	0,45	0,10	3,30
Звездная точка (-α)	0,90	1,00	0,05	0,02	1,70
Интервалы варьирования:					
основной	0,45	0,50	0,10	0,02	0,40
по α	0,90	1,00	0,20	0,04	0,80

Обработка результатов экспериментов, полученных по матрице ЦКРУП второго порядка, с использованием прикладных программ Mathcad, позволила получить статистические модели, определяющие зависимости производительности процесса КМО Q от технологических факторов.

$$Y_1=Q_{(1)}=212{,}472+1{,}196\cdot X_1-0{,}377\cdot X_2-1{,}513\cdot X_3-2{,}103\cdot X_4+0{,}975\cdot X_5-$$
$$-4{,}529\cdot X_1X_2+0{,}234\cdot X_1X_3-5{,}527\cdot X_1X_4-5{,}268\cdot X_1X_5+1{,}734\cdot X_2X_3+4{,}853\cdot X_2X_4-$$
$$-5{,}537\cdot X_2X_5-7{,}112\cdot X_3X_4+0{,}104\cdot X_3X_5-4{,}757\cdot X_4X_5-0{,}768\cdot X_1^2-0{,}513\cdot X_2^2- \quad (1)$$
$$-0{,}524\cdot X_3^2-0{,}586\cdot X_4^2-1{,}629\cdot X_5^2;$$

$$Y_1=Q_{(2)}=218{,}227+0{,}946\cdot X_1-0{,}403\cdot X_2-1{,}385\cdot X_3-1{,}987\cdot X_4+0{,}298\cdot X_5-$$
$$-3{,}858\cdot X_1X_2-0{,}101\cdot X_1X_3^*-4{,}057\cdot X_1X_4-5{,}058\cdot X_1X_5-1{,}248\cdot X_2X_3+4{,}817\cdot X_2X_4-$$
$$-4{,}027\cdot X_2X_5-5{,}849\cdot X_3X_4+0{,}108\cdot X_3X_5-4{,}983\cdot X_4X_5-0{,}886\cdot X_1^2-0{,}481\cdot X_2^2- \quad (2)$$
$$-0{,}279\cdot X_3^2-0{,}491\cdot X_4^2-1{,}539\cdot X_5^2;$$

$$Y_1=Q_{(3)}=223{,}876+1{,}234\cdot X_1-0{,}423\cdot X_2-1{,}610\cdot X_3-2{,}019\cdot X_4+0{,}732\cdot X_5-$$
$$-$$
$$5{,}102\cdot X_1X_2+0{,}108\cdot X_1X_3^*+4{,}543\cdot X_1X_4+5{,}516\cdot X_1X_5+1{,}824\cdot X_2X_3+5{,}521\cdot X_2X_4- \quad (3)$$
$$-4{,}511\cdot X_2X_5-6{,}012\cdot X_3X_4+0{,}114\cdot X_3X_5-5{,}126\cdot X_4X_5-0{,}986\cdot X_1^2-0{,}544\cdot X_2^2-$$
$$-0{,}303\cdot X_3^2-0{,}622\cdot X_4^2-0{,}977\cdot X_5^2.$$

Модели, определяющие характер зависимости относительной износостойкости покрытия ε от технологических факторов КМО для исследуемых порошков, представлены ниже.

$$Y_2=\varepsilon_{(3)}=1{,}953+0{,}123\cdot X_1+0{,}029\cdot X_2-0{,}198\cdot X_3-0{,}112\cdot X_4^{*}-0{,}031\cdot X_5+$$
$$+0{,}114\cdot X_1X_2-0{,}571\cdot X_1X_3+0{,}119\cdot X_1X_4-0{,}091\cdot X_1X_5-$$
$$0{,}266\cdot X_2X_3+0{,}081\cdot X_2X_4+$$
$$+0{,}203\cdot X_2X_5-0{,}193\cdot X_3X_4+0{,}014\cdot X_3X_5+0{,}217\cdot X_4X_5^{*}-0{,}098\cdot X_1^2-0{,}024\cdot X_2^2- \quad (4)$$
$$-0{,}034\cdot X_3^2-0{,}041\cdot X_4^{2\,*}-0{,}014\cdot X_5^{2\,*}.$$

$$Y_2=\varepsilon_{(2)}=2{,}264+0{,}179\cdot X_1-0{,}018\cdot X_2-0{,}204\cdot X_3-0{,}108\cdot X_4^{*}-0{,}047\cdot X_5+$$
$$+0{,}187\cdot X_1X_2-0{,}655\cdot X_1X_3^{*}-0{,}101\cdot X_1X_4-0{,}207\cdot X_1X_5-0{,}217\cdot X_2X_3+0{,}113\cdot X_2X_4-$$
$$-0{,}203\cdot X_2X_5-0{,}115\cdot X_3X_4+0{,}095\cdot X_3X_5+0{,}277\cdot X_4X_5-0{,}081\cdot X_1^2-0{,}015\cdot X_2^2- \quad (5)$$
$$-0{,}083\cdot X_3^2-0{,}069\cdot X_4^{2\,*}-0{,}021\cdot X_5^{2\,*};$$

$$Y_2=\varepsilon_{(3)}=2{,}137+0{,}165\cdot X_1+0{,}028\cdot X_2-0{,}187\cdot X_3-0{,}091\cdot X_4-0{,}035\cdot X_5+$$
$$+0{,}151\cdot X_1X_2-0{,}655\cdot X_1X_3+0{,}158\cdot X_1X_4-0{,}177\cdot X_1X_5-0{,}315\cdot X_2X_3+0{,}068\cdot X_2X_4-$$
$$-0{,}144\cdot X_2X_5-0{,}181\cdot X_3X_4-0{,}075\cdot X_3X_5^{*}-0{,}212\cdot X_4X_5-0{,}102\cdot X_1^2-0{,}019\cdot X_2^2- \quad (6)$$
$$-0{,}059\cdot X_3^2-0{,}026\cdot X_4^2-0{,}028\cdot X_5^2;$$

Выявлено, что не все коэффициенты регрессии (1) – (6) значимы с 95%-й доверительной вероятностью по критерию Стьюдента (* – коэффициент не значим). Также установлено, что математические модели адекватны при 5%-м уровне значимости по критерию Фишера. Таким образом, получены модели процесса КМО, которые позволяют установить степень влияния технологических факторов на параметры оптимизации и определить оптимальный режим МЭУ с ПВДО.

Из анализа статистических моделей (1) – (6) и данных таблицы 2 следует, что в порядке убывания значимости факторы по влиянию на исследуемые параметры можно расположить в следующие ряды:

$Y_1=Q$: $V\rightarrow S\rightarrow i\rightarrow q\rightarrow\delta$; $Y_2=\varepsilon$: $S\rightarrow i\rightarrow V\rightarrow q\rightarrow\delta$.

Наибольшее влияние на производительность процесса КМО Q оказывает окружная скорость заготовки V и скорость продольной подачи S. Далее в порядке убывания следуют плотность разрядного тока i, расход композиционного порошка q, величина рабочего зазора δ. На относительную износостойкость ε оказывает значительное влияние скорость продольной подачи, плотность разрядного тока i. Затем по степени значимости располагаются в ряд окружная скорость заготовки V, величина рабочего зазора δ и расход КМП q (таблица 2).

Исследованиями установлено, что влияние скоростей V и S на производительность процесса и относительную износостойкость самое большое из всех рассматриваемых технологических факторов, при изменении подачи в пределах от 0,05 до 0,25 мм/об и окружной скорости от 0,02 до 0,06 м/с они оказывают значительное влияние на эксплуатационные показатели. Однако при дальнейшем увеличении более

0,35 мм/об и 0,08 м/с происходит заметное ухудшение производительности процесса КМО и относительной износостойкости. Оптимальными параметрами являются продольная подача и окружная скорость, при которых удовлетворяются следующие условия: 0,04<V<0,06 м/с; 0,15<S<0,25 мм/об.

Таблица 2 – Влияние технологических факторов на параметры МЭУ с ПВДО

Технологические факторы	Степень влияния факторов на параметры оптимизации, %					
	Y_1=Q			Y_2=ε		
	Н70Х17С4Р4	ПР10Р6М5	ФБХ-6-2	Н70Х17С4Р4	ПР10Р6М5	ФБХ-6-2
Плотность разрядного тока, i.	19,09	19,37	19,31	32,62	32,12	24,99
Величина рабочего зазора, δ	6,46	7,96	6,34	5,51	3,23	5,84
Скорость продольной подачи, S	25,30	27,47	24,33	36,84	36,69	40,16
Окружная скорость заготовки, V	31,63	36,22	34,19	17,98	19,42	22,77
Расход композиционного порошка, q	17,52	8,98	15,83	7,05	8,54	6,24

Плотность разрядного тока оказывает значительное влияние, как на относительную износостойкость, так и на производительность процесса КМО. При увеличении плотности разрядного тока производительность процесса возрастает, так как нагрев и расплавление цепочек-микроэлектродов порошка возрастает за счет преобразования электрической энергии в тепловую. Вместе с тем, при превышении максимального значения плотности тока производительность снижается, так как повышается вероятность возникновения электрического разряда у поверхности полюсного наконечника. Оптимальные значения плотности разрядного тока i для исследуемых КМП находятся в пределах 1,7<i<2,0 А/мм^2.

Наиболее благоприятные значения расхода КМП, обеспечивающие наибольшую производительность и относительную износостойкость покрытий, следующие: $qQ_1 = 2{,}78\cdot10^{-3}$ г/(с·мм^2); $qQ_2 = 2{,}74\cdot10^{-3}$ г/(с·мм^2); $qQ_3 = 2{,}73\cdot10^{-3}$ г/(с·мм^2) и $q\varepsilon_1 = 2{,}84\cdot10^{-3}$ г/(с·мм^2); $q\varepsilon_2 = 2{,}85\cdot10^{-3}$ г/(с·мм^2); $q\varepsilon_3 = 2{,}92\cdot10^{-3}$ г/(с·мм^2).

Из приведенных данных установлено, что значения расхода КМП отличаются незначительно. Рабочий зазор – технологический фактор, от

которого зависит количество зерен порошка в цепочке-микроэлектроде и, следовательно, в определенной степени производительность и относительная износостойкость. Количество передаваемой энергии композиционному порошку и перенос материала порошка на обрабатываемую деталь вследствие этого снижается. При увеличении рабочего зазора снижаются производительность и износостойкость из-за значительной длины цепочек-микроэлектродов. Анализ статистических моделей показывает, что рабочий зазор находится в пределах $1,5<\delta<2,5$ мм.

Исследованиями установлено, что значения оптимальных режимов КМО имеют незначительные отличия (таблица 3), а по некоторым факторам почти совпадают.

Таблица 3 – Оптимальные значения режима МЭУ с ПВДО

КМП	Оптимальные значения факторов				
	i, А/мм^2	δ, мм	S, мм/об	V, м/с	q, г/(с·мм^2)
Н70Х17С4Р4	1,89	1,59	0,187	0,058	$2,91\cdot10^{-3}$
ПР10Р6М5	1,76	2,25	0,219	0,051	$2,96\cdot10^{-3}$
ФБХ-6-2	1,95	1,57	0,223	0,057	$2,99\cdot10^{-3}$

Таким образом, с помощью многопараметрической оптимизации и принятых ограничений для КМО различных КМП, можно рекомендовать следующий режим: $i = 1,76 – 1,91$ А/мм^2; $\delta = 1,57 – 2,25$ мм; $S = 0,187 – 0,223$ мм/об; $V = 0,051 – 0,058$ м/с; $q = (2,91 – 2,99)\cdot10^{-3}$ г/(с·мм^2).

Список использованной литературы

23. Козорез, А.С. Скважинные электронасосные агрегаты с синхронными электродвигателями на постоянных магнитах / А.С. Козорез и др. ; под общей ред. В.О. Китикова НАН Беларуси, Институт жилищно-коммунального хозяйства. – Минск : Беларуская навука, 2023. – 162 с.

24. Козорез, А.С. Эксплуатация и технический сервис. Погружные скважинные электронасосные агрегаты / А.С. Козорез, В.С. Ивашко. – Минск: Изд-во РУП «Институт энергетики АПК НАН Беларуси», 2006. – 186 с.

25. Восстановление деталей машин : справочник / Ф.И. Пантелеенко [и др.] ; под ред. В.П. Иванова. – М. : Машиностроение, 2003. – 672 с.

26. Козорез, А.С. Повышение надежности погружных скважинных электронасосных агрегатов применением новых материалов и износостойких покрытий / А. С. Козорез и др. – Минск: Народная книга, 2008. – 307 с.

27. Акулович Л.М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле. Полоцк : ПГУ, 1999. 240 с.

28. Хейфец М.Л., Кожуро Л.М., Мрочек Ж.А. Процессы самоорганизации при формировании поверхностей. Гомель : ИММС НАНБ, 1999. 276 с.

29. Ящерицын, П. И. Планирование эксперимента в машиностроении / П. И. Ящерицын, Е. И. Махаринский. – Минск: Вышэйшая школа, 1985. – 236 с.

30. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В. Е. Гмурман. – М.: Высшая школа, 2003. – 479 с.

31. Акулович Л.М., Миранович А.В. Магнитно-электрическое упрочнение поверхностей деталей сельскохозяйственной техники. Минск : БГАТУ, 2016. 236 с.

32. Финишная обработка поверхностей / С.А. Клименко [и др.]; под общ. ред. С.А. Чижика и М.Л. Хейфеца. – Минск : Беларуская навука, 2017. – 377 с.

Summary. By means of multiparameter optimization and accepted limitations for combined processing by magnetic-electric hardening with pneumatic-vibrodynamic processing of electric pump parts, the following mode is recommended: i = 1.76 – 1.91 A/mm^2; δ = 1.57 – 2.25 mm; S = 0.187 – 0.223 mm/rev; V = 0.051 – 0.058 m/s; q = (2.91 … 2.99) 10-3 g/(s mm^2).

УДК 631.363.1; 636.085.522.55

Жумагалиев Е.Р.[1, 2], магистр технических наук;
Тайлер И.А.[2], магистр сельского хозяйства;
Хазимов К.М.[2], PhD, ассоциированный профессор;
Ниязбаев А.К.[2], PhD, ассоциированный профессор;
Хазимов М.Ж.[2], кандидат технических наук, профессор
[1]*НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет» имени К.И.Сатпаева», г. Алматы, Республика Казахстан*
[2]*НАО «Казахский национальный аграный исследовательский университет», г. Алматы, Республика Казахстан*

КОМПЛЕКТОВАНИЕ ТРАНСПОРТНО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА И РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА МАШИН ДЛЯ УБОРКИ СИЛОСА В ХОЗЯЙСТВЕ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы комплектации транспортно-тракторного агрегата для заготовки силоса на сельскохозяйственном предприятии. Представлен расчет необходимого количества машин для обеспечения эффективной и своевременной заготовки силоса с учетом агротехнических сроков, производительности оборудования и особенностей фермы. Особое внимание уделяется выбору оптимального состава агрегатов с целью повышения производительности, сокращения времени простоя и обеспечения рационального использования материально-технических ресурсов. Полученные результаты могут быть использованы при планировании технологических процессов заготовки кормов и модернизации транспортно-тракторного парка.

Abstract. The paper considers the issues of completing a transport tractor unit for silage harvesting in an agricultural enterprise. The calculation of the required number of machines is presented to ensure efficient and timely silage harvesting, taking into account agrotechnical deadlines, equipment productivity and farm characteristics. Special attention is paid to choosing the optimal composition of units in order to

increase productivity, reduce downtime and ensure the rational use of material and technical resources. The results obtained can be used in planning the technological processes of forage harvesting and modernization of the machine and tractor fleet.

Ключевые слова: транспортно-тракторный агрегат, силосование, уборка, урожайность, время

Keywords: transport and tractor unit,silage, harvesting, yield, time.

Получение силоса высокого качества требует соблюдения определённых технологических условий. В частности, необходимо приготавливать и хранить силосную массу в мягких контейнерах на передвижном транспортно-тракторном агрегате путем уплотнения с использованием вакуума. Также важно обеспечить закладку массы в срок не более трёх суток, что предполагает наличие соответствующего комплекса сельскохозяйственной техники – кормоуборочных комбайнов, транспортных средств и оборудования для трамбовки [1].

Ключевыми факторами, определяющими эффективность силосозаготовки, являются урожайность кукурузы и организация уборочного процесса [1,2]. Урожайность, в свою очередь, зависит от применяемой технологии возделывания, агротехнических мероприятий, сроков посева, а также структуры и состояния машинно-тракторного парка. Рациональная организация уборки предусматривает оптимальное соотношение между количеством кормоуборочной техники и транспортных единиц, обеспечивая бесперебойную работу комбайнов и минимизируя простои транспортных средств [3]

Проект режима смены при уборке силосоуборочным тракторно-транспортным агрегатом

Время остановок транспортно-тракторного агрегата вычисляем из выражения

$$T_о=T_{ор}+T_п+T_{техн}, \text{ час} \quad (1)$$

где: $T_{ор}$ – время на простои по организационным причинам, час;

$T_п$ – время на подготовительно-заключительные работы, час;

$T_{техн}$ – технологическое обслуживание, час.

Находим время холостого хода движения тракторно-транспортного агрегата

$$T_{хх}=T_{дв} \cdot (1 - \varphi) \quad (2)$$

Время работы под нагрузкой находим по следующей формуле:

$$T_р = T_{см} – (T_{хх} + T_{пр}), \text{ час} \quad (3)$$

Коэффициент использование времени смены. Из всего баланса времени смены производительным является $T_р$ и следовательно, коэффициент полезного использования времени смены τ определяется так:

$$\tau = \frac{T_р}{T_{см}} \quad (4)$$

Технико-экономические показатели силосоуборочного тракторно-транспортного агрегата

Часовая производительность тракторно-транспортного агрегата

$$W_ч = 0{,}1 \cdot B_р \cdot V_р \cdot \tau, \text{ га/ч}$$

где: $B_р$ – рабочий захват тракторно-транспортного агрегата, м;

$V_р$ – рабочая скорость тракторно-транспортного агрегата, км/ч;

τ– коэффициент использования времени смены.

$$B_р = B_к \cdot \beta;$$

где β – коэффициент использования ширины захвата.

$B_к$ – конструктивная ширина захвата, м

$$B_р = 2 \cdot 0{,}96 = 1{,}92$$

$$W_ч = 0{,}1 \cdot 1{,}92 \cdot 1{,}44 \cdot 0{,}82 = 0{,}23 \text{ га/ч}$$

Сменная производительность тракторно-транспортного агрегата

$$W_{см} = W_ч \cdot T_{см}, \text{ га/см} \quad (5)$$

Дневная производительность тракторно-транспортного агрегата

$$W_{дн} = W_{см} \cdot K_{см} \quad (6)$$

Расход топлива за смену

$$Q_{см} = Q_р \cdot T_р + Q_х \cdot T_х + Q_о \cdot T_о, \text{ кг/см}$$

где $Q_р$, $Q_х$, $Q_о$ – соответственно часовой расход топлива при полной нагрузке, на холостом ходу и на остановках, кг/ч.

Удельный расход топлива:

$$q_{га} = \frac{Q_{см}}{W_{см}}, \text{ кг/га} \quad (7)$$

Затраты труда:

$$H_{га} = \frac{m+n}{W_ч}, \text{ чел.-ч/га} \quad (8)$$

Расчет количества силосоуборочных комбайнов КСД-2 «Sterh», используют следующую формулу:

$$n = \frac{F}{W_{сез}} = \frac{F}{W_д \cdot Д_р} \quad (9)$$

где: F - площадь, подлежащая уборке, га;

$W_{сез}$ – сезонная наработка одного комбайна, га;

$W_д$ – дневная наработка одного комбайна, га;

$Д_р$ – число рабочих дней уборки.

Принимается 1 комбайн КСД-2 «Sterh». Технико-экономические показатели тракторно-транспортного агрегата для приготовления силоса в вакуумируемых контейнерах

Определяем время для подготовки, сваривания, вакуумирования и выгрузки контейнеров [4]

$$T_{кон} = T_{уст} + T_{под} + T_{св} + T_{вак} + T_{выг}, \text{ ч} \quad (10)$$

где: $T_{уст}$ – время затрачиваемое на установку новых контейнеров в матрицы, час

$T_{под}$ – время затрачиваемое на подготовку контейнеров для сваривания горловины, час

$T_{св}$ – время затрачиваемое на сваривание горловины мягких контейнеров, час

$T_{вак}$ – время затрачиваемое на вакуумирование мягких контейнеров, час

$T_{выг}$ – время выгрузки контейнеров с вакуумированным силосом, час.

Время, затрачиваемое для подготовки, сваривания, вакуумирования и выгрузки контейнеров определяем по диаграмме Ганта [5].

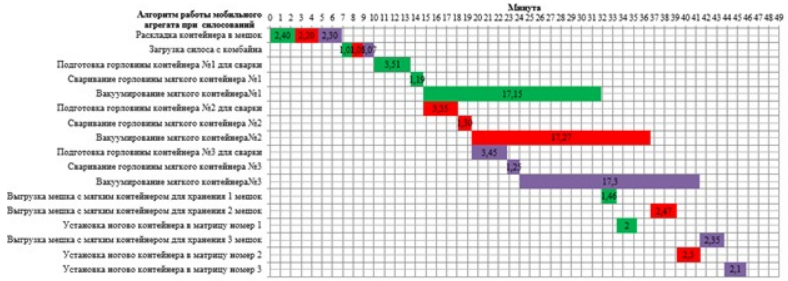


Рисунок 1 – Алгоритм тракторно-транспортного агрегата при силосовании

Для определения необходимого количества тракторно-транспортного агрегата для вакуумирования силоса нужно знать время заполнения загрузочных матриц силосной массой:

$$T_{заг} = \frac{100 \cdot V_м \cdot y}{B \cdot U \cdot v_р} \quad (11)$$

где $V_м$ – общий объем загрузочных матриц в мобильном устройстве для вакуумирования силоса, 6,72 м^3;

y – объемная масса силоса, т/м^3 = 0,35 т/м^3;

U – урожайность кукурузы ц/га = 250 ц/га;

B – фактическая ширина захвата жатки комбайна = 2 метра;

$v_р$ – рабочая скорость движения комбайна, км/час = 1,44 км/час.

Определяем количество тракторно-транспортного агрегата для вакуумирования силоса:

$$n = \frac{T_{кон}}{T_т} \quad (12)$$

Таблица 1 – Баланс времени для комплектования транспортно-тракторного агрегата и потребного количества машин для уборки силоса в хозяйстве

№ п/п	Кинематическая характеристика транспортно-тракторного агрегата	Показатели
1	*2*	*3*
1.	Время остановок транспортно-тракторного агрегата, Тпр	1,08 час
2.	Время холостого хода движения транспортно-тракторного агрегата, Тхх	0,18 час
3.	Время работы под нагрузкой, Тр	5,74 час
4.	Коэффициент использование времени смены, τ	0,82
5.	Сменная производительность тракторно-транспортного агрегата, $W_{см}$	1,61 га/см
6.	Дневная производительность тракторно-транспортного агрегата, $W_{дн}$	2,3 га/дн
7.	Расход топлива за смену, $q_{га}$	кг/га
8.	Затраты труда, $H_{га}$	4,3чел·ч/га
9.	Количества силосуборочных комбайнов, *n*	1,08
10.	Время для подготовки, сваривания, вакуумирования и выгрузки контейнеров, $T_{кон}$	0,7 час
11.	Определения необходимого количества тракторно-транспортного агрегата для вакуумирования силоса нужно, $T_{пог}$	0,32 час
12.	Количество транспортных тракторно-транспортного агрегата для вакуумирования силоса:	2,1

Принимается 2 единицы транспортно-тракторного агрегата для вакуумирования силоса. Условием высокой эффективности функционирования уборочно-транспортного комплекса при заготовке кормов является обеспечение непрерывной работы кормоуборочных комбайнов. Для достижения этой цели целесообразно формирование специализированного транспортного отряда, способного поддерживать непрерывность технологического процесса при минимизации простоев транспортных средств.

Оптимизация численного и структурного состава может быть достигнута на основе применения методов теории вероятностей. Проведение полевых исследований с последующим сбором и статистической обработкой данных позволяет определить текущую урожайность сельскохозяйственной культуры, а также рассчитать необходимое количество транспортных единиц для своевременной уборки собранной массы.

Список использованной литературы

1. Kozina, E. A. Rated feeding of animals: textbook [Electronic resource] / E. A. Kozina, T. A. Poleva. – Krasnoyarsk state agrarian univ. – Krasnoyarsk, 2020. – 139 p.

2. Requirements for the technological process of preparation and storage of silage and haylage. [Electronic resource]. URL: https://studfile.net/preview/8054887/page:4/ Accessed 09/21/2023.

3. Иовлев, Г. А. Технологическое обеспечение уборки силосных культур [Электронный ресурс] / Г. А. Иовлев, И. И. Голдина, А. Г.Несговоров / Научно-технический вестник: технические системы в АПК. – 2023. – С. 40-53.

4. Рекомендации по применению технологии и технических средств заготовки силоса путем вакуумного уплотнения для крестьянских, фермерских и подсобных хозяйств Республики Казахстан / К. М.Хазимов, А. К. Ниязбаев, Ж. М. Хазимов, Ж. Б. Сагындыкова, М. Ж. Хазимов, Е. Р. Жумагалиев, И. А. Тайлер – Алматы: НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», 2025. - 25 с.

5. Жумагалиев, Е. Р. Приготовление силоса путем вакуумирования зеленой массы в мягких контейнерах с использованием низкорамного прицепа [Электрон. ресурс] / Е. Р. Жумагалиев, Ж. М. Хазимов, К. М. Хазимов, Д. А. Шамуратов, Б. У. Сералы // Исследования, результаты. – Алматы. – 2024. – № 1(101). – С. 299–310. https://doi.org/10.37884/1-2024/29.

УДК 621.791.92 : 621.81

Косак А.А., магистрант;
Миранович А.В., кандидат технических наук, доцент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ УПРОЧНЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Аннотация В работе рассматриваются технологические возможности способов упрочнения металлических поверхностей деталей посредством нанесения защитных износостойких покрытий и их финишной абразивной обработки с использованием энергии электрического и магнитного полей.

Abstract The paper examines technological capabilities of methods for strengthening metal surfaces of parts by applying protective wear-resistant coatings and their finishing abrasive treatment using the energy of electric and magnetic fields..

Ключевые слова машиностроительное производство, насосное оборудование, технологические способы, магнитно-электрическое упрочнение, магнитно-абразивная обработка, композиционный ферромагнитный порошок, износ.

Keywords mechanical engineering, pumping equipment, technological methods, magnetic-electric hardening, magnetic-abrasive treatment, composite ferromagnetic powder, wear.

В машиностроительном и ремонтном производстве весьма актуальной проблемой является повышение работоспособности технологического оборудования, используемого в нефтеперерабатывающей промышленности

[1, 2]. Так, для перекачки масла, пековой массы, мазута, гудрона, битумных эмульсий, дегтя и других органических вязких составов применяются стационарные станции, в состав в которых входят насосы, например, модельного ряда ДС (шестеренные насосы мод. ДС-125-11 2, ДС-125-11 3 и др.).

Следует отметить, что в процессе эксплуатации насосов по перекачке жидкостей с вязкостью до 35 см²/с при температурах от +50 до +180 °С возникают неисправности, с такими основными признаками, как вибрация самого агрегата, повышенный уровень шума и изменение его тональности, увеличенные рабочие токи, пульсации давления. При этом причинами выхода насоса из строя являются следующие дефекты: качество изготовления, сборки и монтажа (дефекты 1–3), износ контактирующих поверхностей (дефект 4) [3, 4],

Известно [4, 5]. что в результате превалирования трения рабочих поверхностей с перекачиваемой средой в верхних слоях металла возникают механические и молекулярные взаимодействия, детали подвергаются значительному интенсивному изнашиванию (подшипников, рабочих колес и роторов, уплотнений, муфт) с изменением их конструктивных параметров [5, 6]. В результате этого происходит падение напора подачи и, соответственно, уменьшение производительности насоса при практически неизменной потребляемой мощности. При большом износе колеса и щелевого уплотнения на входе нарушается балансировка (возникает неуравновешенная осевая сила) и значительный износ подшипника, рабочего колеса и корпуса.

Одними из эффективных технологических способов упрочнения и восстановления рабочих поверхностей деталей насосного оборудования являются электрофизические, основанные на концентрации энергии в пространстве и во времени, что позволяет практически исключить коробление деталей, вызванное температурными деформациями. К числу таких технологий относится термомеханическое упрочнение в электрическом и магнитном полях (ЭМП) [2, 3]. При воздействии переменного электромагнитного поля на поверхностный слой металла протекают интенсивные процессы размножения и перемещения дислокаций с изменением эксплуатационных свойств материала [4, 5]. Так, с увеличением плотности дислокации, сталь претерпевает наклеп с изменением параметра решетки мартенсита и снижении температуры мартенситного превращения. Эти явления проявляются в технологических способах, использующих энергию ЭМП – магнитно-электрическое упрочнение (МЭУ), а также магнитно-абразивная обработка (МАО) [6, 7].

Следует отметить, что реализация способов МЭУ и МАО возможна в едином технологическом процессе и на одном оборудовании [2, 4, 5].

Основными преимуществами МЭУ являются: высокая прочность сцепления покрытия с основой; отсутствие термической деформации и специальной подготовки поверхностей [3, 4]. Для МАО характерны следующие преимущества: регулирование плотности и жесткости обрабатывающего инструмента, сформированного из ферроабразивного порошка (ФАП); обеспечение параметров шероховатости обрабатываемых поверхностей в пределах Ra 0,01 – 0,63 мкм, снижения волнистости в 4 – 10 раз, гранности в 2 раза [5, 6].

Существенным недостатком МЭУ является неравномерность и неоднородность покрытия по толщине, что не позволяет использовать способ для восстановления геометрических размеров поверхностей, износ которых составляет более 0,10 – 0,15 мм [2, 4]. С целью устранения недостатка в устройствах МЭУ разработана электромагнитная система (ЭМС) на основе постоянных магнитов (ПМ), обеспечивающая синхронизацию воздействий электрическими разрядами и внешним ЭМП на частицы КМП и обрабатываемую поверхность в рабочей зоне. Максимальную стабильность процесса МЭУ обеспечивают ПМ из сплавов ЮНДК. В качестве источника технологического тока используется инверторный источник питания (например, мод. Invertec и др.), обеспечивающий требуемую частоту, скважность пульсаций технологического тока и минимальную нестабильность процесса МЭУ [4].

Недостаток МАО поверхностей с покрытиями из КМП – снижение интенсивности обновления щетки из ФАП в рабочей зоне, что отрицательно сказывается на производительности обработки и физико-механических свойствах обрабатываемых деталей [5, 6]. Анализ технологических и конструкционных особенностей устройств МАО показал, что наибольшая производительность процесса достигается за счет сообщения осциллирующих движений частицам ФАП в рабочем зазоре. Вместе с тем, при потере режущих свойств у рабочей кромки по мере ее работы требуется переориентация частиц ФАП, чему препятствует соседние частицы плотной ферроабразивной щетки [5]. Для принудительной переориентации с регенерацией щетки ФАП используется конструкционное решение – направленных магнитных потоков от двух ЭМС (основной и дополнительной), расположенных под углом 90° друг к другу и работающих в импульсном режиме. Процесс МАО реализуется посредством управления направлением магнитных силовых линий в рабочих зонах и соответствующим изменением угла наклона частиц ФАП относительно обрабатываемой поверхности, плавным регулированием величины магнитной индукции до 0,9 Тл посредством изменения силы тока в электромагнитной катушке дополнительной ЭМС, а упрочнение поверхностного слоя изделия обеспечивают посредством силового воздействия импульсов дополнительного ЭМП величиной до 2,0 Тл в рабочей зоне.

Сгенерированные электромагнитной катушкой импульсы дополнительного ЭМП в рабочей зоне также используют для встряхивания частиц ФАП и переориентирования их наиболее острой режущей кромкой к обрабатываемой поверхности [5, 6]. Угол наклона частиц ФАП в рабочей зоне относительно обрабатываемой поверхности устанавливают в интервале 43°–85°. ПМ, обеспечивающие величину магнитной индукции в рабочих зонах до 0,9 Тл, удерживают частицы ФАП в момент завершения импульсов дополнительного магнитного поля [6, 7].

Для реализации процесса нанесения износостойких покрытий из КМП и их финишной обработки разработано и изготовлено технологическое оборудование с комбинированной ЭМС на основе ПМ, обеспечивающее стабилизированные во времени технологические параметры режима МЭУ и МАО. При этом на структуру нанесенного металла, соответственно, и на эксплуатационные свойства поверхностей оказывает влияние не только химический и фазовый составы материалов КМП, но и технологические параметры упрочнения и финишной обработки покрытий. Так, в результате изменении режима МЭУ меняются условия формирования покрытий, геометрические характеристики и химическая неоднородность обработанного материала.

МЭУ осуществляется при реализации оптимального технологического режима [4]: плотность технологического тока $i = 1,82 – 1,96$ А/мм^2; рабочий зазор $\delta = 1,2 – 2,0$ мм; подача детали $S = 0,162 – 0,20$ мм/об; магнитная индукция в рабочем зазоре $B = 0,7$ Тл; размер частиц КМП (ПГ-ХН80СР2, У45Х35ХСР и Fe-10%V) $\Delta = 250 – 315$ мкм; удельный расход КМП $q_ф = 3,0 \cdot 10^{-3}$ г/(с·мм^2), удельный расход рабочей жидкости $q_ж = 0,42 \cdot 10^{-3}$ дм^3/(с·мм^2). Для МАО известны следующие оптимальные технологические параметры [5, 6]: магнитная индукция основной магнитной системы $B = 0,7 – 0,9$ Тл; магнитная индукция дополнительной магнитной системы $B_{дv}$=1,5 – 2,0 Тл; рабочий зазор основной магнитной системы δ_o=1,0 – 1,5 мм; рабочий зазор дополнительной магнитной системы $\delta_д$=1,7 – 2,0 мм; зернистость ФАП (TiC-Fe, Ферабраз-311) Δ=+200 – 315 мкм; время обработки $\tau_o = 90 – 120$ с; скорость главного движения $V = 0,9 – 1,2$ м/с; интервал включения дополнительной магнитной системы u = 20 с; продолжительность цикла работы дополнительной магнитной системы $\tau_д = 2$ с.

Следует отметить, что технологические способы МЭУ и МАО совместно применяются для упрочнения и абразивной обработки поверхностей деталей типа «тело вращения» под подшипники скольжения и качения, у которых абразивное и окислительное изнашивание этих мест происходит в условиях трения скольжения и качения со смазкой и смазкой, загрязненной частицами абразива, в процессе возвратно-вращательного и возвратно-поступательного движений, фреттинг-

коррозии. В результате этого происходит уменьшение диаметров шеек валов, задиры, сколы и риски на контактирующих поверхностях деталей.

Так, в результате комбинированной обработки МЭУ и МАО посадочных мест рабочих колес, роторов шестеренных насосов мод. ДС-125-11 2 и ДС-125-11 3 изменяется структура поверхностного слоя металла, отличительными особенностями которой являются следующие:

достаточно высокая плотность и однородность покрытия (например, из КМП ПГ-ХН80СР2, У45Х35ХСР и Fe-10%V), наличие своеобразной «зеренной» структуры с мелкими (менее 0,10 мкм) порами по границам зерен и ячеек;

образование более развитого диффузионного слоя, в котором происходят превращения, соответствующие полной закалке;

увеличивается протяженность зоны термического влияния и более глубоко развиваются в ней фазовые превращения как в феррите, так и в перлите. Пористость не превышает 10%.

Полученные результаты исследований показывают, что использование технологических способов упрочнения и последующей финишной обработки позволяет уменьшить износ рабочих поверхностей деталей насосного оборудования примерно в 1,5 – 2,0 раза по сравнению с типовой технологией.

Таким образом, предлагаемые технологические способы и оборудование для упрочнения и обработки посадочных мест валов, рабочих колес и роторов являются эффективными, так как позволяет сэкономить до 5 % дефицитного и дорогостоящего материала.

Список использованной литературы

33. Восстановление деталей машин : справочник / Ф.И. Пантелеенко [и др.] ; под ред. В.П. Иванова. – М. : Машиностроение, 2003. – 672 с.

34. Технологические основы обработки изделий в магнитном поле / П. И. Ящерицын [и др.]. – Минск: ФТИ НАНБ, 1997. – 416 с.

35. Акулович Л.М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле. Полоцк : ПГУ, 1999. 240 с.

36. Хейфец М.Л., Кожуро Л.М., Мрочек Ж.А. Процессы самоорганизации при формировании поверхностей. Гомель : ИММС НАНБ, 1999. 276 с.

37. Акулович Л.М., Миранович А.В. Магнитно-электрическое упрочнение поверхностей деталей сельскохозяйственной техники. Минск : БГАТУ, 2016. 236 с.

38. Акулович, Л.М. Управление обработкой поверхностей деталей машин в процессах магнитно-электрического упрочнения и магнитно-абразивной обработки / Л.М. Акулович, А.В. Миранович, О.Н. Ворошухо // Вес. Нац. Акад. Навук Беларусі. Сер. Фіз.-тэхн. Навук. – 2016. – № 4. – С. 37–48.

39. Финишная обработка поверхностей / С.А. Клименко [и др.]; под общ. ред. С.А. Чижика и М.Л. Хейфеца. – Минск : Беларуская навука, 2017. – 377 с.

Summary. The results of the research show that the use of technological methods of strengthening and subsequent finishing allows to reduce the wear of the working surfaces of pumping equipment parts by approximately 1.5–2.0 times compared to standard technology, and to save up to 5% of scarce and expensive material.

УДК 631.363.1; 636.085.522.55

Жумагалиев Е.Р.[1, 2], магистр технических наук;
Тайлер И.А.[2], магистр сельского хозяйства;
Хазимов К.М.[2], PhD, ассоциированный профессор;
Ниязбаев А.К.[2], PhD, ассоциированный профессор;
Хазимов М.Ж.[2], кандидат технических наук, профессор
[1]*НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет» имени К.И.Сатпаева», г. Алматы, Республика Казахстан*
[2]*НАО «Казахский национальный аграный исследовательский университет», г. Алматы, Республика Казахстан*

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕМАТИКИ КРИВОЛИНЕЙНОГО ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ВАКУУМНОГО УПЛОТНЕНИЯ СОЧНЫХ КОРМОВ В МЯГКИХ КОНТЕЙНЕРАХ

Аннотация В статье рассматриваются кинематические характеристики транспортно-тракторного агрегата, используемого для вакуумного уплотнения сочных кормов, с акцентом на радиус поворота, скорость движения и другие параметры, влияющие на его работу в полевых условиях. Также представлены расчетные данные для трактора МТЗ-80 с комбайном КСД-2 «Sterh», включая оптимальные параметры для разных способов движения и параметры поворота в зависимости от конфигурации поля.

Abstract The article examines the kinematic characteristics of a transport tractor unit used for vacuum sealing of succulent feed, with an emphasis on the turning radius, speed of movement and other parameters affecting its operation in the field. The calculated data for the MTZ-80 tractor with the KSD-2 "Sterh" combine harvester are also presented, including optimal parameters for different driving modes and turning parameters depending on the field configuration.

Ключевые слова: транспортно-тракторный агрегат, трактор, радиус, поворот, прицеп.

Keywords: transport and tractor unit, tractor, turning radius, turn, trailer.

Траектория движения транспортно-тракторного агрегата при любом способе передвижения включает как прямолинейные, так и криволинейные участки. На поворотах и при криволинейном движении различные точки транспортно-тракторного агрегата движутся с разной скоростью и следуют по различным траекториям [1].

К кинематическим характеристикам транспортно-тракторного агрегата, влияющим на его движение по загону, относятся: $Ц_a$ – кинематический центр агрегата; кинематическая ширина агрегата d_a – расстояние между его крайними точками по ширине (при холостом движении на повороте); кинематическая длина агрегата l_a – расстояние по прямой между центром

агрегата $Ц_а$ и последним рядом его рабочих органов в положении прямолинейного движения; продольная база $L_б$ – расстояние между мостами ведомых и ведущих колес колесных тракторов или между осями катков, ограничивающих опорную поверхность гусеничных тракторов. Также к кинематическим характеристикам МТА относится и центр поворота, за который принимают условную точку на местности, вокруг которой в данный момент совершается поворот агрегата, точка O_1. Расстояние между центром агрегата и центром его поворота называется радиусом поворота агрегата R [2].

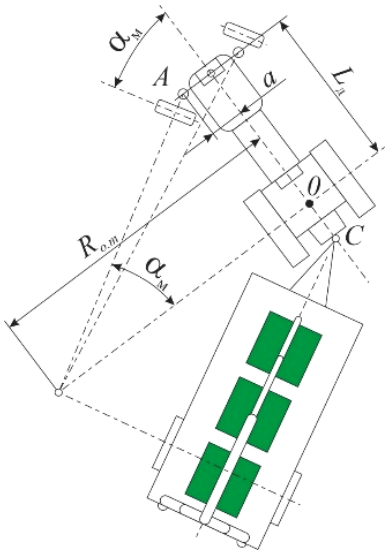


Рисунок 1 – Схема поворота транспортно-тракторного агрегата для приготовления силоса в ваккумированных контейнерах из воздухонепроницаемой пленки

Минимальный допускаемый радиус поворота транспортно-тракторного агрегата определяется по формуле:

$$R_{0T} = L_б \, ctg \, \alpha_м + a$$

где: $\alpha_м$ – наибольший угол поворота направляющих колес (для трактора МТЗ-80 $\alpha_м$ = 40 град.);

a – половина расстояния между осями поворотных цапф колесного трактора (для трактора МТЗ-80 a = 0,56 м);

$L_б$ – расстояние между мостами ведомых и ведущих колес колесного трактора (для трактора МТЗ-80 $L_б$ = 2,37 м).

Транспортный-тракторный агрегат совершает поворот таким образом, что кинематические свойства колес двухколесного полуприцепа

накладываются на середину его оси: скорость точки *D* во время согласованного поворота направлена вдоль звена *CD*, так как колеса полуприцепа всегда параллельны ей. Радиус траектории точки *D* при установившемся повороте (когда $l < R$) будет [2]:

$$R_{Dmin} = \sqrt{R_{от}^2 + C^2 + l^2}$$

где: *C* – расстояние точки полуприцепа от задней оси энергетического средства (для трактора МТЗ-80 $C = 1{,}3$ м);

l – длина полуприцепа с сцепкой ($l = 5{,}9$ м).

Способ движения агрегатов выбирают с учетом размеров и конфигурации поля. Основные способы движения при уборке силосных культур: гоновые с правыми холостыми поворотами на концах гона или с расширением прокоса, круговой и челночный.

До начала уборки подготавливают поле с учетом способа движения транспортно-тракторного агрегата. На участках небольших размеров и не имеющих больших гребней применяют круговой способ движения. На участках с неровным рельефом, а также больших размеров – гоновый способ. Для этого поле разбивают на загоны, соответствующие двух- и трехсуточной производительности одного или группы агрегатов, обкашивают его со всех сторон на двойную ширину захвата комбайна, отбивают и обкашивают поворотные полосы шириной до 20 м, делают прокосы шириной до 8 м между загонами. При длине поля более 1000 м загоны в средней части прокашивают в поперечном направлении для проезда транспортно-тракторного агрегата. При круговом способе движения делают обкосы шириной 3…4 м и обкашивают углы по радиусу 15…30 м.

Скорость движения силосоуборочного комбайна устанавливается в зависимости от урожайности и его пропускной способности [3,4,5]

$$v_{р.max} = \frac{Q_п}{B \cdot U} \qquad (1)$$

где $Q_п$ – пропускная способность комбайна, т/ч (для КСД-2 «Sterh» $Q_п$=20 т/ч)

B – рабочая ширина захвата комбайна , м (для КСД-2 «Sterh» *B*=2м)

U – урожайность, т/ч (средняя урожайность кукурузы на силос по Алматинской области *U*=250 ц/га)

Для агрегата МТЗ-80 + КСД-2 «Sterh» выбираем гоновую схему движения агрегата с правым холостым поворотом.

Определяем кинематические параметры агрегата [4]:

$$l_{агр} = l_{тр} + l_{сц} + l_{скм} \qquad (2)$$

где $l_{агр}$ – кинематическая длина, м;

$l_{тр}$ – кинематическая длина трактора, м.

Для трактора МТЗ-80: $l_{тр} = 1{,}2$м;

$l_{сц}$ – кинематическая длина сцепки, м. В рассматриваем случае: $l_{ц} = 0$;

$l_{схм}$ – кинематическая длина сельхозмашины. $l_{схм} = 4{,}27$ м.

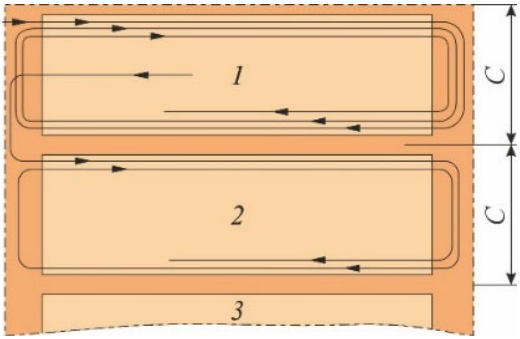


Рисунок 2 – Кинематическая характеристика рабочего участка

Радиус поворота для данного типа агрегата [2]:

$$R_o = 1{,}4 \cdot B_k \quad (3)$$

В рассматриваемом случае: $B_k = 3{,}25$ м

Длина выезда для рассматриваемого типа агрегата:

$$e = 0{,}75 \cdot l_{агр}, \text{ м} \quad (4)$$

Ширина поворотной полосы:

Для беспетлевого поворота ассиметричного агрегата:

$$Eo_{min} \quad (5)$$

Для рассматриваемо агрегата по результатам предыдущих расчетов известно:

$$R_o = 4{,}55\text{м}, l = 5{,}47\text{м},$$

Количество проходов агрегата при обработке поворотной полосы:

$$n_{пр} = \frac{E_{min}}{B_р} \quad (6)$$

Принимаем ширину кратной захвату агрегата: $n_{пр} = 6$.

Тогда принятое значение ширины захвата поворотной полосы:

$$E_{пр} = B_р \cdot n_{пр}, \text{ м} \quad (7)$$

Определяем рабочую длину гона при длине гона: L = 500 м:

$$L_р = L - 2 \cdot E_{пр} \quad (8)$$

При известной величине $E_{пр} = 12$м,

Рассчитываем среднюю длину холостого хода при беспетлевых поворотах [1]:

$$L_{хх} = 1{,}14 \cdot R_o + 2e + x \quad (9)$$

x – средняя длина прямолинейного проезда по поворотной полосе, м

$$x = \frac{C - B_р}{2} \quad (10)$$

С – ширина загона, м

Для беспетлевых способов движения агрегата оптимальная ширина загона определяется

$$C_{опт} = \sqrt{K_c \cdot B_р \cdot L_р}, \text{ м} \quad (11)$$

K_c – коэффициент пропорциональности, зависящий от способа движения агрегата и дополнительных холостых заездов на поле (K_c =3 для беспетлевого способа движения)

Коэффициент рабочих ходов:

$$\phi = \frac{L_р}{L_р + L_{хх}} \quad (12)$$

Таблица 1 – Кинематическая характеристика транспортно-тракторного агрегата

Н/П	Кинематическая характеристика транспортно-тракторного агрегата	Показатели
1.	Минимальный допускаемый радиус поворота транспортно-тракторного агрегата, R_{0T}	3,38 м.
2.	Радиус траектории точки D при установившемся повороте (когда $l < R$), R_{Dmin}	6,9 м.
3.	Скорость движения силосоуборочного комбайна, $v_{p.max}$	1,44 км/час
4.	Кинематическии параметр агрегата, $l_{агр}$	5,47 м.
5.	Радиус поворота агрегата, R_o	4,55 м.
6.	Длина выезда агрегата, e	4,1 м.
7.	Ширина поворотной полосы, Eo	10,9 м.
8.	Количество проходов агрегата при обработке поворотной полосы: $E_{пр}$	5,45
9.	Ширины захвата поворотной полосы,	12 м.
10.	Рабочая длина гона при длине гона: L = 500 м, $L_р$	476 м.
11.	Оптимальная ширина загона, $C_{опт}$	53,4 м.
12.	Коэффициент рабочих ходов, ϕ	0,97

Из расчетов видно, что принятое значение ширины захвата поворотной полосы для агрегата МТЗ-80 + КСД-2 «Sterh» равна 12 метрам, что вполне

соответствует радиусу поворота транспортно-тракторного агрегата для приготовления силоса в ваккумированных контейнерах из воздухонепроницаемой пленки, которая равна 6,9 метра.

Список использованной литературы

1. Фортуна, В. И. Технология механизированных сельскохозяйственных работ. / В. И. Фортуна, С. К. Миронюк. – М. : Агропромиздат, 1986. – 304 с.

2. Щитов, С. В. Повышение тягово-сцепных свойств мобильных энергетических средств в но-технологическом обеспечении АПК Дальневосточного федерального округа: монография / С. В. Щитов, З. Ф. Кривуца, Н. Н. Сенникова, Н. Ф. Двойнова. – Южно-Сахалинск: СахГУ, 2017. – 176 с.

3. Жумагалиев, Е. Р. Приготовление силоса путем вакуумирования зеленой массы в мягких контейнерах с использованием низкорамного прицепа [Электрон. ресурс] / Е. Р. Жумагалиев, Ж. М. Хазимов, К. М. Хазимов, Д. А. Шамуратов, Б. У. Сералы // Исследования, результаты. – Алматы. – 2024. – № 1(101). – С. 299–310. https://doi.org/10.37884/1-2024/29.

4. Сахаров, И. В. Справочник эксплуатация машинно-тракторного парка. / И. В. Сахаров. – Изд-во «Кайнар», Алма-Ата – 1969. – 387 с.

5. Кушнарев, А.Н. Результаты сравнительных экспериментальных исследований условий поворота тракторных поездов и соблюдения ширины транспортного коридора [Электрон. ресурс] / А. Н. Кушнарев, А. А. Шуравин, В. В. Леонов [и др.] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – №3. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/3/st_320.pdf. DOI: https://doi.org/10.51419/20213320.

Summary. From the calculations it is clear that the accepted value of the width of the headland for the MTZ-80 + KSD-2 "Sterh" unit is 12 meters, which is quite consistent with the turning radius of the transport and tractor unit for preparing silage in vacuum containers made of airtight film, which is 6.9 meters.

УДК 631 158

Романюк Н.Н., кандидат технических наук, доцент;
Агейчик В.А., кандидат технических наук, доцент;
Еднач В.Н., кандидат технических наук, доцент;
Бобко Ю.В., студент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

К ВОПРОСУ ПОВРЕЖДЕНИЯ КОЖУРЫ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ ПРИ УБОРКЕ И ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКЕ

Аннотация. В сатье рассматриваются вопросы причин механических повреждений кожуры клубней картофеля при уборке и послеуборочной обработке. Рассмотрены основные факторы, влияющие на целостность кожуры: взаимодействие с рабочими органами сельскохозяйственных машин, сортовые

особенности, влажность, а также технологические операции. На основе теоретических расчетов показано, что ключевым параметром для предотвращения повреждений является эффективная площадь контакта. Установлено, что для сохранения кожуры необходимо соблюдать технологические требования.

Abstract. The article discusses the causes of mechanical damage to the peel of potato tubers during harvesting and post-harvest processing. The main factors affecting the integrity of the peel are considered: interaction with the working bodies of agricultural machines, varietal characteristics, humidity, as well as technological operations. Based on theoretical calculations, it is shown that the key parameter for preventing damage is the effective contact area. It has been established that in order to preserve the peel, it is necessary to comply with technological requirements, such as aging tubers before storage and setting up equipment.

Ключевые слова: клубень, картофель, кожура, механические повреждения.

Key words: tuber, potato, peel, mechanical damage.

Одной из важнейших задач в производстве картофеля и овощей является не только повышение их урожайности, но и сохранность выращенного урожая. Наиболее актуально обостряется проблема в весенний период, когда клубни теряют товарный вид и вкусовые характеристики. Наряду с болезнями и разного рода нарушениями технологий хранения, вызывающими потери продукта, важную роль занимает естественная убыль. Под ней подразумевают уменьшение массы картофеля вследствие потерь сухих веществ на физиологические процессы: дыхание и испарение влаги [1]. Проведенные исследования [2] показали, что потери клубней с поврежденной кожурой до 1/2 их поверхности при хранении теряют до 10,4% своей первоначальной массы по сравнению с неповрежденными.

Целью исследования является анализ причин поверхностных повреждений и способы их предотвращения.

К причинам повреждений кожуры клубней картофеля можно отнести механические, вызванные взаимодействием с рабочими органами картофелеуборочных, транспортирующих, сортирующих машин, а также элементами почвы и другими клубнями. Второй наиболее распространенной причиной является сортовая особенность картофеля, так раннеспелые сорта имеют крайне непрочную кожуру, в то время как позднеспелые отличаются крепкой и прочной кожурой. Данные особенности отражены в межгосударственном стандарте ГОСТ 7176–2017 «Картофель продовольственный. Технические условия», согласно которому допускаются в товарной массе клубни картофеля с механическими повреждениями: для раннего картофеля допускаются клубни, частично непокрытые кожурой, для позднего картофеля – все клубни должны быть покрыты плотной кожурой [3].

Как правило, нарушение целостности кожуры клубня происходит при взаимодействии подвижных и неподвижных элементов с достаточной си-

лой взаимодействия. Так усилие, необходимое для срыва кожуры картофеля, в среднем составляет 5–20 Н [4]. Его можно получить при работе уборочной техники на высоких скоростях, при перегрузке клубней с разных высот и падении на более твердую поверхность, при взаимодействии с рабочими органами, поверхность которых имеет большой коэффициент трения. Также необходимо учитывать влажность почвы и клубней, и наличия прочих примесей в массе. Так клубни в почве гораздо менее подвержены травмированию, чем чистые.

Ранние сорта картофеля имеют высокую стоимость, которая имеет прямую зависимость с периодом реализации, и поэтому зачастую производители в погоне за выгодой пренебрегают требованиями к вылежке клубней с целью упрочнения их кожуры. Поэтому для удаления тонкой и незрелой кожуры с раннеспелых сортов достаточно усилия в пределе от 5 до 12 Н.

При уборке позднеспелых сортов, предусмотрено удаление ботвы за две недели для формирования более плотной кожуры, что увеличивает прочность в интервале от 15 до 25 Н. Также обязательная вылежка клубней в течение 14 дней перед закладкой на хранение, что увеличивает прочность кожуры на 30 – 50%, а также для просушивания и дозревания, поскольку переувлажнённая кожура размягчается и критическое усилие снижается до 3–8 Н.

Установлено, что предельное значение напряжения составляет $\sigma_{пр} = 1{,}1$ МПа модуль упругости $E = 5$ МПа при относительной деформации $\varepsilon = 0{,}22$ [5]. Толщина кожуры клубней варьируется в зависимости от сорта клубней от 50 мкм (ранние сорта) до 200 мкм (поздние) и напрямую влияет на устойчивость к повреждениям.

Исходя из анализа вышеприведённых исследований рассмотрим модель, при которой клубень картофеля получает контактные повреждения кожуры [7, 8, 9–15]. Основная сила, приводящая к нарушению целостности кожуры клубня, является сила трения и определяется по выражению

$$F_{тр} = \mu \cdot m \cdot g / (2\cos\beta), \qquad (1)$$

где μ – коэффициент трения картофеля о материал поверхности ролика;

m – масса клубня, кг;

g – ускорение свободного падения, кг/м с^2;

β – угол образованный между вертикалью и отрезком проведенным от центра клубня и точкой контакта клубня и роликом, градус.

Если в выражение (1) подставить реальные значения массы клубней до 50 грамм и коэффициентов трения до 0,4 повреждения клубней не происходит $F_{тр} \approx 0{,}11$Н, а соответственно даже непрочная кожура раннеспелого картофеля не должна повреждаться.

Рассмотрим повреждения клубней картофеля при защемлении их между роликами. Для определения прочности кожуры клубней картофеля оп-

ределим контактное напряжение, возникающее при нахождении клубней между роликами

$$\sigma = E \cdot \varepsilon = E \cdot t/\delta, \quad (2)$$

где E – модуль упругости, МПа;

ε – относительная деформация;

t – толщина клубня, мм;

δ – деформация клубня, мм.

Таким образом если клубень толщиной 30 мм и его деформация составит 2,5 мм, относительная деформация составит 0,083, то при модуле упругости E = 5 МПа напряжение в клубне составит 0,415 МПа. При сравнении с предельно допустимым напряжением $\sigma_{пр}$ = 1,1 МПа очевидно, что кожура картофеля повреждена не будет. Однако, если клубень деформировать на 7 мм при толщине в 30 мм, то кожура будет повреждена. Очевидно, что такая степень деформации возникает крайне редко, когда клубни сложной формы затягивает в зазор между роликами или другими рабочими органами.

Используя теорию Герца и учитывая цилиндрическую форму роликов и клубня получена зависимость между толщиной кожуры и контактным напряжением

$$\sigma = E \cdot \delta / h = m \cdot g/(2A \, h \cdot \cos \cdot \beta), \quad (3)$$

где A – эффективная площадь контакта, мм²;

h – толщина кожуры, мм.

Для определения зависимости изменения величины контактного напряжения от толщины кожуры клубня ограничимся условиями влажностью 60–75 % и температурой +15°С (рис. 1).

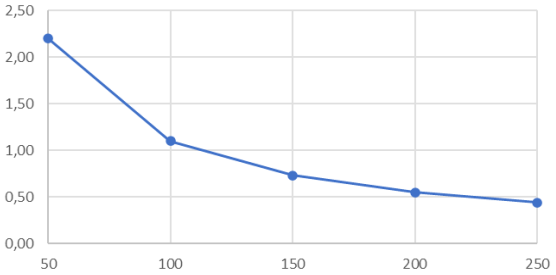


Рисунок 1 – Зависимость изменения величины контактного напряжения (МПа) от толщины кожуры клубня (мм).

Таким образом, из выражения (3) очевидно, что основной причиной повреждений может являться не сила давления со стороны клубня на поверхность и степень его деформации, а эффективная площадь контакта. Контактное напряжение σ обратно пропорционально толщине кожуры h

при постоянной нагрузке. Увеличение толщины кожуры на 50 % снижает напряжение на 33 %. Так при тех же условиях для сохранения прочности кожуры эффективная площадь контакта должна быть более 245 мм^2.

Список использованной литературы

1. Российский Сельскохозяйственный центр. Естественная и фактическая убыль плодоовощной продукции при хранении [Электронный ресурс]. – URL: https://rosselhoscenter.ru/ob-uchrezhdenii/filialy/sibirskiy/respublika-tyva/estestvennaya-i-fakticheskaya-u11byl-plodoovoshchnoy-produktsii-pri-khranenii – (дата доступа: 01.03.2025).

2. Колчин, Н. Н. Как снизить повреждение клубней в машинных технологиях / Н. Н. Колчин, А. Г. Пономарев, С. Н. Петухов // Картофель и овощи. – 2019. – №3. – С. 14–16.

3. ГОСТ 7176-2017 Картофель продовольственный. Технические условия.

4. Еднач, В. Н. Повышение качества калибрования картофеля поверхностью с изменяющейся скоростью вращения роликов : дис. … канд. техн. наук : 05.20.01 / Еднач Валерий Николаевич ; БГАТУ. – Минск, 2018 – 145 л.

5. Жуков, В. Г. Деформационно-прочностные свойства картофеля различающейся степени жесткости / В. Г. Жуков, Н. Р. Андрев, А. А. Михайленко, Д.В. Безруков // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 12. – С. 101–103.

6. К вопросу определения рабочих параметров роликовых сортировальных поверхностей / Ю. М. Урамовский [и др.] // Агропанорама. – 2013. – N 3. – С. 6–8.

7. Исследование сил трения клубней картофеля о рабочие органы картофелеуборочных и сортировальных машин / В. Н. Еднач [и др.] // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной ведущим ученым БГАТУ, создателям научной школы по автотракторостроению Д. А. Чудакову, В. А. Скотникову, Минск, 28–30 ноября 2013 г. – Минск: БГАТУ. – 2013. – С. 364–365.

8 Совершенствование технических средств для посадки клубней картофеля / В.А. Агейчик, В.Н. Еднач, Н.Н. Романюк, С.М. Лакутя // Материалы I Национал. науч.-практич. конф. с международным участием «Инновации природообустройства и защиты окружающей среды», 23–24 января 2019года / отв. редактор А.В. Русинов. – Саратов : ООО Издательство «КУБиК», 2019. – С.459–462.

9 Оригинальное устройство для сортировки клубнеплодов / В.Н. Еднач, Н.Н. Романюк, В.А. Агейчик, С.М. Лакутя // Материалы I Национал. науч.-практич. конф. с международным участием «Инновации природообустройства и защиты окружающей среды», 23–24 января 2019года / отв. редактор А.В. Русинов. – Саратов : ООО Издательство «КУБиК», 2019. – С. 507–511.

10 Модернизация технического средства для сортировки клубнеплодов / Н.Н. Романюк [и др.] // Материалы Междунар. науч.-практич. конф. Белагро-2019 «Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК», 6-7 июня 2019 года / редкол. : Н.Н. Романюк [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2019. – С. 245–249.

11 К вопросу разработки устройства для сортировки картофеля / Н.Н.Романюк, В.Н.Еднач, В.А.Агейчик, С.М.Лакутя // Інженерія природокористування. – Харків, 2019. – №15. – С. 97–102.

12. Романюк, Н. Н. Исследование скорости перемещения сортируемого материала по калибрующей поверхности [Электронный ресурс] = Investigation of the speed of movement of the sorted material on the calibration surface / Н. Н. Романюк, В. Н. Еднач, М. Б. Гарба // Наука и образование. – 2021. – Т. 4. – N 4.

13. Хартанович, А. М. К вопросу повышения качества очистки вороха корнеплодов от остатков почвы и ботвы / А. М. Хартанович, К. В. Гильдюк ; науч. рук. Н. Н. Романюк, В. Н. Еднач // Техсервис-2022 : материалы научно-практической конференции студентов и магистрантов, Минск, 12–13 мая 2022 г. – Минск: БГАТУ, 2022. – С. 190–192.

14. Романюк, Н. Н. Средства механизации для уборки послеуборочной доработки картофеля [Электронный ресурс] = Mechanization tools for harvesting and post-harvesting potatoes / Н. Н. Романюк, В. Н. Еднач, В. Н. Основин // Наука и образование. – 2021. – Т. 4. – N 4.

15. Development of the Design and Justification of the Parameters of the Distribution Head of the Pneumatic Fertilizer Seeder = Разработка конструкции и обоснование параметров распределительной головки пневматической сеялки для внесения удобрений / V. N. Ednach [etc.] // II International Conference on Advances in Materials, Systems and Technologies : AIP Conference Proceedings, 22 June 2022. – 2022. – Vol. 2467. – P. 030009-1-030009-7.

Summary. The main cause of damage to potato tubers may not be the force of pressure from the tuber on the surface and the degree of its deformation, but the effective contact area. Contact stress σ is inversely proportional to the peel thickness *h* under constant load. Increasing the peel thickness by 50 % reduces the stress by 33 %. So, under the same conditions, to maintain the strength of the peel, the effective contact area should be more than 245 mm^2.

УДК 631 158

Еднач В.Н., кандидат технических наук, доцент;
Романюк Н.Н., кандидат технических наук, доцент;
Агейчик В.А., кандидат технических наук, доцент;
Стрига М.В., студент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОПЕРАЦИИ ОЧИСТКИ КАРТОФЕЛЯ НА КОМБАЙНАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕГУЛИРУЕМОЙ СПИРАЛЬНОЙ ВАЛЬЦОВОЙ СИСТЕМЫ

Аннотация. В статье рассматривается конструкция очистителя клубней картофеля на картофелеуборочном комбайне, использование которой позволит повысить качество очистки картофеля от остатков почвы и ботвы.

Abstract. The article discusses the design of a potato tuber cleaner on a potato harvester, the use of which will improve the quality of potato cleaning from soil residues and tops.

Ключевые слова: картофель, почва, ботва, ворох, очистка.
Key words: potatoes, soil, tops, heaps, cleaning.

Учитывая напряженность с трудовыми ресурсами в сельскохозяйственном секторе, многие товаропроизводители сельхозпродукции выбирают наиболее рентабельные и наименее трудозатратные культуры. Это привело к снижению площадей возделывания картофеля.

Рассматривая технологию возделывания картофеля необходимо отметить, что самым энергозатратным этапом при его возделывании является уборка. Способы уборки картофеля, выбирают с учетом условий его возделывания, сорта и целевого назначения. Также учитывают жесткие временные рамки, обусловленные сроком созревания и температурным режимом. На данный момент производители сельскохозяйственной техники предоставляют широкую линейку картофелеуборочных комбайнов, однако применяемые на их базе устройства для очистки клубней от почвенных и растительных примесей существенно снижают общую производительность машин.

Таким образом, разработка устройств для очистки клубней картофеля от примесей применяемая на мобильных машинах является актуальной задачей.

Для решения этой задачи нами проанализированы существующие устройства, позволяющие отделять растительные и почвенные примеси на картофелеуборочной технике. Наибольшее применение получили, скатные игольчатые транспортеры, которые применяют как зарубежные, так и отечественные производители техники (комбайны производства ОАО «Гомсельмаш», Asa Lift и GRIMME). Эффективное применение данных устройств возможно при низкой влажности вороха и сухих погодных условий. Зачастую уборку осуществляют в осенний период, обусловленный дождями и существенными колебаниями температур.

Для решения поставленной задачи прилагается использовать оригинальную конструкцию устройства для очистки клубней картофеля и прочих убираемых корнеплодов от почвенных примесей (рисунок 1).

Предлагаемая конструкция очистителя клубней от почвы включает установленные на раме 1 с возможностью вращения в одном направлении вальцы 2, выполненные в виде спиралей с равным шагом навивки. Вальцы 2 приводятся во вращение цепью 3 через звездочки 4 и 5. Звездочки четных 4 вальцов и звездочки нечетных 5 вальцов установлены снаружи рамы 1 с разных ее сторон с возможностью вращения четных и нечетных вальцов в одном направлении с разной частотой. Рама 1 выполнена раздвижной с возможностями изменения ее ширины с помощью регулировочных устройств 6 и фиксации в требуемом положении, например, болтами, вставляемыми в отверстия 7.

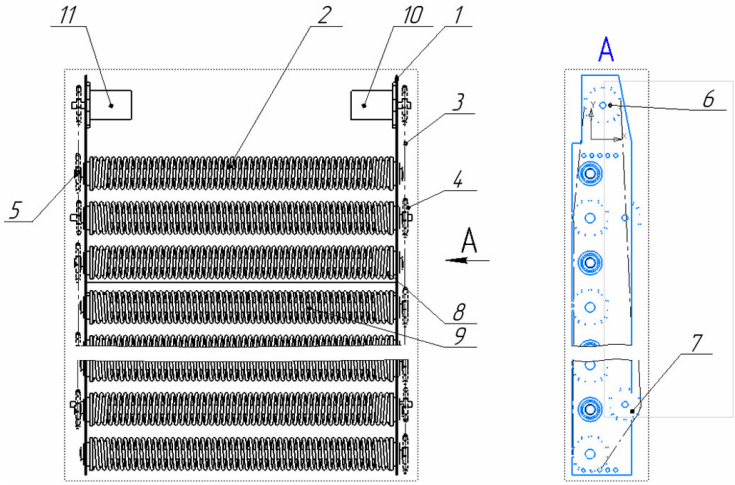


Рисунок 1 – Очиститель клубней и корнеплодов

Концы спиралей вальцов 2 жестко закреплены на втулках 8, которые установлены симметрично внутри рамы 1 с разных ее сторон. Звездочки четных 4 и нечетных 5 вальцов 2 установлены на валах 9, на концах которых соосно установлены втулки 8. Звездочки четных 4 и нечетных 5 вальцов 2 через цепь 3 связаны с установленными на раме 1 отдельными приводами 10 и 11 с независимой друг от друга регулируемой частотой вращения. Направление навивки спиралей нечетных и четных вальцов 2 выполнено в противоположные стороны. Все вальцы выполнены в виде двух одинаковых спиралей с равным шагом навивки, концы которых жестко закреплены диаметрально противоположно симметрично оси вращения на втулках со смещением витков спиралей по фазе навивки относительно друг друга на 1800.

Очиститель клубней от почвы работает следующим образом. Включают приводы 10 и 11 вальцов 2, обеспечивая разную частоту их вращения в одном направлении. Возможность обеспечения независимой друг от друга регулируемой частоты вращения приводов 10 и 11 четных и нечетных вальцов 2 обеспечивается, например, применением асинхронных электродвигателей с преобразователями частоты питающего тока. Крутящий момент от приводов 10 и 11 передается на звездочки 4 и 5, которые через валы 9 вращают соосно установленные на них симметрично внутри рамы 1 с разных ее сторон втулки 8. Вместе со втулками 8 начинают вращаться выполненные в виде спиралей с равным шагом навивки вальцы 2, так как концы спиралей жестко закреплены на втулках 8. Затем подают неочи-

щенные от почвы корнеплоды на вальцы 2. Взаимодействуя с вращающейся поверхностью вальцов 2, корнеплоды движутся поступательно в направлении их вращения. При своем перемещении корнеплоды контактируют с четными и нечетными вальцами 2, вращающимися с различной частотой, в результате одновременно с поступательным движением корнеплоды получают вращательное движение с проскальзыванием по поверхности вальцов 2.

Так как направление навивки нечетных и четных вальцов 2 выполнено в противоположные стороны, то дополнительно корнеплоды при своем вращении и движении вперед смещаются на каждом соседнем вальце 2 влево или вправо в зависимости от направления навивки спирали. За счет того, что вальцы 2 выполнены в виде двух одинаковых спиралей с равным шагом навивки, концы которых жестко закреплены диаметрально противоположно симметрично оси вращения на втулках со смещением витков спиралей по фазе навивки относительно друг друга на 1800, то угол подъёма спиралей и их наклона к своим осям в два раза больше по сравнению с прототипом и, следовательно, отмеченное их воздействие на корнеплоды влево или вправо в предлагаемом устройстве является значительно более существенным и значимым с точки зрения их очистки от почвы. Это ведет к увеличению оборачиваемости клубней как вокруг своей вертикальной, так и горизонтальной осей и, соответственно, возрастает площадь их контакта с поверхностью вальцов 2, благодаря чему улучшается процесс отделения почвы от клубней. Отделившаяся от клубней почва удаляется в зазоры между вальцами 2, а также в промежутки между витками спиралей. При большей степени загрязнения клубней, не меняя частоту вращения одного из приводов, увеличивают частоту вращения другого привода. В результате разность линейных скоростей точек поверхностей четных и нечетных вальцов 2 увеличивается, ускоряя оборачиваемость клубней вокруг своих осей за единицу времени, следовательно, улучшая качество их очистки от загрязнений. При меньшей степени загрязнения клубней увеличивают частоту вращения обоих приводов 10 и 11, не меняя разность частот вращения между ними. В результате повышается пропускная способность устройства при сохранении требуемого качества очистки клубней. При изменении вида клубней, корнеплодов или типа загрязняющей почвы (супесчаная, суглинистая и т.д.) подбирают конкретный технологический режим очистки, кроме повышения или понижения частоты вращения приводов 10 и 11 вальцов 2 и изменения разности частот вращения между ними, также изменяя и ширину рамы 1 с помощью регулировочных устройств 6. Затем раму фиксируют в требуемом положении болтами, вставляемыми в отверстия 7. При изменении ширины рамы 1 вследствие жесткого закрепления на втулках 8 спирали

вальцов 2 растягиваются или сжимаются, что вызывает соответственно равномерное увеличение или уменьшение расстояний между их витками. Это позволяет подобрать соответствующий режим очистки с учетом вида клубней или корнеплодов, их размеров, степени загрязнения, гранулометрического состава загрязнений и типа загрязняющей корнеплоды почвы, тем самым улучшить качество их очистки.

Следовательно, выполнение рамы 1 раздвижной с возможностями изменения ее ширины и фиксации в требуемом положении, вальцов 2 - в виде спиралей, концы которых закреплены на втулках 8, установленных симметрично внутри рамы 1 с разных ее сторон, установка звездочек четных 4 и нечетных 5 вальцов на валах 9, соосная установка на концах валов 9 втулок 8, связывание звездочек четных 4 и нечетных 5 вальцов через цепь 3 с установленными на раме 1 отдельными приводами 10 и 11 с независимой друг от друга регулируемой частотой вращения, а также выполнение направления навивки нечетных 5 и четных 4 вальцов в противоположные стороны повышает качество очистки клубней от почвы.

Список использованной литературы

1. Патент RU 124272, МПК E04H 1/00 (2006.01). Крупнопанельное здание : № 2012106058/03 : заявлено 20.02.2012 : опубл. 20.01.2013./ Тихомиров Б.И., Коршунов А.Н. ; заявитель ЗАО "Казанский Гипрониавиапром", Коршунов А.Н. – URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2511327C2_20140410.

2. Еднач, В. Н. Повышение качества калибрования картофеля поверхностью с изменяющейся скоростью вращения роликов : дис. … канд. техн. наук : 05.20.01 / Еднач Валерий Николаевич; БГАТУ. – Минск, 2018 – 145 л.

3. Оригинальное устройство для сортировки клубнеплодов / В. Н. Еднач [и др.] // Инновации природообустройства и защиты окружающей среды : I Национальная научно-практическая конференция с международным участием. – Саратов : КУБиК, 2019. – С. 507–511.

4. Еднач, В. Н. Расчет технических параметров роликового калибратора / В. Н. Еднач, Д. Н. Бондаренко, Ю. М. Урамовский // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 8–9 июня 2016 г. – Минск : БГАТУ, 2016. – С. 87–90.

5. Романюк, Н. Н. Средства механизации для уборки послеуборочной доработки картофеля / Н. Н. Романюк, В. Н. Еднач, В. Н. Основин // Наука и образование. – 2021. – Т. 4. – N 4.

6. К вопросу определения рабочих параметров роликовых сортировальных поверхностей / Ю. М. Урамовский [и др.] // Агропанорама. – 2013. – N 3. – С. 6–8.

7. Романюк, Н.Н. Влияние формы клубней картофеля на качество разделения на фракции рабочими органами картофелесортировальных машин / Н.Н. Романюк, В.Н. Еднач, С.А.Войнаш // Тракторы и сельхозмашины. – 2020. – №4 – С. 35–44.

8. Романюк, Н. Н. Средства механизации для уборки послеуборочной доработки картофеля /Н. Н. Романюк, В. Н. Еднач, В. Н. Основин // Электронный журнал «Наука и Образование», Международная научно-практ. конф. «Инновационные

технологии в АПК», посв. 90-летию со дня рождения заслуженного работника высшей школы РФ, доктора с.-х. наук, профессора Скрипникова Ю.Г. – 2021. – Том 4. – №4.

9. Романюк, Н. Н. Средства механизации для уборки послеуборочной доработки картофеля [Электронный ресурс] = Mechanization tools for harvesting and post-harvesting potatoes / Н. Н. Романюк, В. Н. Еднач, В. Н. Основин // Наука и образование. – 2021. – Т. 4. – N 4.

10. Хартанович, А. М. К вопросу повышения качества очистки вороха корнеплодов от остатков почвы и ботвы / А. М. Хартанович, К. В. Гильдюк ; науч. рук. Н. Н. Романюк, В. Н. Еднач // Техсервис-2022 : материалы научно-практической конференции студентов и магистрантов, Минск, 12–13 мая 2022 г. – Минск: БГАТУ, 2022. – С. 190–192.

11. Development of the Design and Justification of the Parameters of the Distribution Head of the Pneumatic Fertilizer Seeder = Разработка конструкции и обоснование параметров распределительной головки пневматической сеялки для внесения удобрений / V. N. Ednach [etc.] // II International Conference on Advances in Materials, Systems and Technologies : AIP Conference Proceedings, 22 June 2022. – 2022. – Vol. 2467. – P. 030009-1-030009-7.

12. Романюк, Н. Н. Исследование скорости перемещения сортируемого материала по калибрующей поверхности [Электронный ресурс] = Investigation of the speed of movement of the sorted material on the calibration surface / Н. Н. Романюк, В. Н. Еднач, М. Б. Гарба // Наука и образование. – 2021. – Т. 4. – N 4.

УДК 636.083

Жилич Е.Л., заведующий лабораторией;
Никончук В.В.; Бернацкая Д.В.
РУП «Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь

КОМПЛЕКТ ОБОРУДОВАНИЯ С СИСТЕМОЙ ФОРМИРОВАНИЯ И ПОДДЕРЖАНИЯ МИКРОКЛИМАТА НА МОЛОЧНО-ТОВАРНЫХ ФЕРМАХ И КОМПЛЕКСАХ

Аннотация. Рациональные параметры микроклимата в помещениях для содержания КРС напрямую влияют на продуктивность животных. Приведена схема комплекта оборудования с системой формирования и поддержания микроклимата для молочно-товарной фермы на 400 голов, с возможность реализации оптимального температурно-влажностного режима посредством капельного либо мелкодисперсионого охлаждения (тумана).

Abstract. Rational parameters of the microclimate in the premises for keeping cattle directly affect the productivity of animals. A diagram of a set of equipment with a system for forming and maintaining a microclimate for a dairy farm with 400 heads is presented, with the possibility of implementing an optimal temperature and humidity regime through drip or fine-dispersed cooling (mist).

Ключевые слова. Система микроклимата, температура, влажность, оборудование, клапан, фильтр, датчик.

Keywords. Microclimate system, temperature, humidity, equipment, valve, filter, sensor.

Цель любой системы обеспечения микроклимата в животноводческих помещениях заключается в создании оптимальной среды обитания для животных, которая способствует достижению требуемого технологического эффекта при минимальных энергозатратах. Важным аспектом является также обеспечение комфортных условий для обслуживающего персонала и поддержание работоспособности установленного технологического оборудования. Особое внимание уделяется экологическим аспектам, связанным с вентиляционными выбросами, которые содержат газообразные продукты жизнедеятельности животных. Многие из этих веществ являются токсичными, что требует разработки эффективных решений для минимизации их воздействия на окружающую среду. Таким образом, реализуемые системы микроклимата должны быть не только энергоэффективными, но и экологически безопасными, обеспечивая при этом баланс между технологическими, экономическими и экологическими требованиями.

Система микроклимата во вновь строящихся и реконструируемых животноводческих зданиях должны обеспечивать нормативные параметры воздушной среды (температуру, относительную влажность, скорость движения и газовый состав воздуха), а также предупреждать выпадение конденсата на ограждающих конструкциях, исключать сквозняки, снижать уровень микробного и пылевого фонов.

В связи актуальность данного направления исследований сотрудниками лаборатории механизации процессов производства молока и говядины РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» разрабатывается система формирования и поддержания заданных параметров микроклимата в помещениях для содержания КРС, включающая систему искусственной вентиляции, систему водяного охлаждения, посредством тумана или капельного орошения, систему контроля параметров воздушной среды, а также систему управления.

Разрабатываемая система формирования и поддержания основных параметров микроклимата должна обеспечивать длительную и надежную работу оборудования, при следующих параметрах внутренней и внешней среды [1]:

– температура воздуха от 0 °С до 40 °С;

– относительная влажность до 98% при температуре 20 °С;

– содержание в воздухе кратковременно в течение 5 ч в сутки (аммиака – 20 мг/м^3, сероводорода – 10 мг/м^3, пыли (размером не менее 1

мкм) – 6 г/м^3). Предельная концентрация диоксида углерода в воздухе помещений для содержания животных 0,2 % – 0,25 % (объемных).

Помещения для содержания животных оборудуют комплектов вентиляционных устройств исходя из условий обеспечения расчетных параметров внутреннего воздуха. В разрабатываемой системе предусмотрено наличие 8 разгонных вентиляторов производительностью не менее 40 тыс. м^3/ч на каждые 200 голов КРС в соответствии с утвержденными типовыми планами строения ферм и комплексов.

Конструкция вентиляционного оборудования должна обеспечивать надежную работу в течение всего периода эксплуатации, включая и дезинфекцию его аэрозолями с последующим смывом химических веществ водой из шланга под давлением 0,198 ГПа не реже одного раза в год.

Разработанный на сегодняшний день, комплект оборудования с системой формирования и поддержания микроклимата на молочно-товарных фермах и комплексах (рисунок 1) предназначен для обеспечения оптимальных параметров температурно-влажностного режима в помещениях для содержания крупного рогатого скота на 400 голов КРС. Комплект оборудования представлен в 2-х исполнениях:

– с системой капельного охлаждения помещения КОФМ-К, смонтирован в ОАО «Новая Жизнь» Несвижского района Минской области;

– с системой туманного охлаждения помещения КОФМ-Т, смонтирован в РПУП «Устье» НАН Беларуси Оршанского района Витебской области.

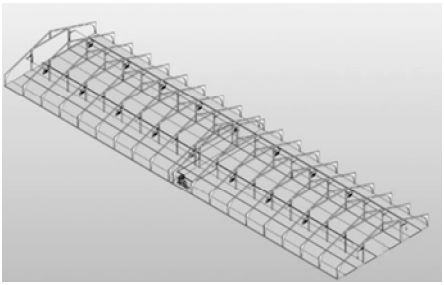


Рисунок 1 – Комплект оборудования с системой формирования и поддержания микроклимата

При реализации системы капельного охлаждения предусмотрено 4 линии водопровода, 124 форсунки с рабочим давлением системы 7 бар. При реализации системы туманного охлаждения предусмотрено 2 линии водопровода, 136 форсунок с давлением в системе порядком 70 бар. Наиболее значимыми отличительными особенностями двух систем охлаждения является наличие определенных конструктивных

особенностей в системах водоподготовки, поскольку от используемого оборудования напрямую зависит степень очистки воды, поступающей в систему орошения. При использовании системы мелкосперсионого орошения (тумана) к качеству очистки воды предъявляются более жесткие требования. Система водоподготовки для капельного и туманного охлаждения представлена на рисунках 2 и 3 соответственно.

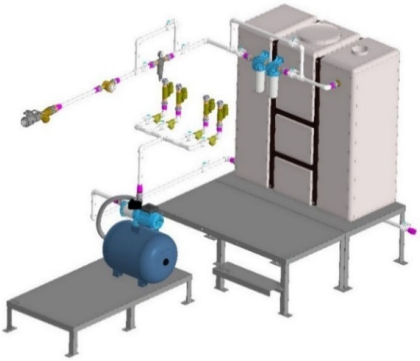


Рисунок 2 – Система водоподготовки при капельном охлаждении

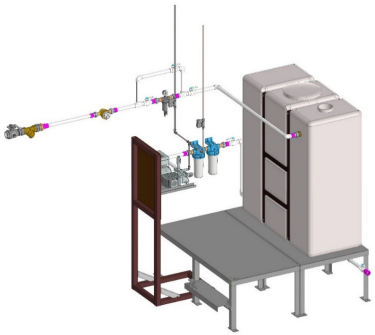


Рисунок 3 – Система водоподготовки при охлаждении посредством тумана

В систему водоподготовки капельного охлаждения помещения должно входить следующее оборудование: обратный клапан, фильтр грубой очистки, центробежный насос, бак закрытый, электромеханический клапан, фильтр тонкой очистки, трехходовой клапан, манометр, вентилятор, форсунка, датчик температуры, датчик CO_2, датчик влажности, система управления.

В систему водоподготовки при охлаждении посредством тума дополнительно входит система очистки от мелких примесей.

Использование системы туманообразования без системы вентиляции недопустимо. Использование систем туманообразования должно

осуществляться под контролем средств автоматики, работающих с индексом THI для достижения определенного показателя влажности.

Список использованной литературы

1. Комплексные нормы технологического проектирования новых, реконструкции и технического перевооружения существующих животноводческих объектов по производству молока, говядины и свинины, КНТП–1–2020 / И. В. Брыло [и др.] // Секция животноводства НТС Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь (протокол № 09-1-6/8 от 16.12.2019 г.), Минск. – 2021. – 122 с.

Summary. The use of a fogging system without a ventilation system is not allowed. The use of fogging systems must be carried out under the control of automatic means working with the THI index to achieve a certain humidity level.

УДК 620.186.5

Акулович Л.М., доктор технических наук, профессор;
Карпач В.Ю., Волков Е.Д., студенты
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

МИКРОТВЕРДОСТЬ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ ПОСЛЕ МАГНИТНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ И ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ

Аннотация. Представлены результаты исследований микротвердости и показателей качества поверхностных слоев, полученных способами магнитно-электрического упрочнения с последующей лазерной термообработкой.

Abstract. Presented the results of microhardness studies and quality indicators of surface layers obtained by means of magnetic-electric hardening with subsequent laser heat treatment.

Ключевые слова: магнитно-электрического упрочнения, технологическая схема, лазерная термообработка, микротрещины, шероховатость.

Key words: magnetic-electric hardening, process flow chart, laser heat treatment, microcracks, roughness.

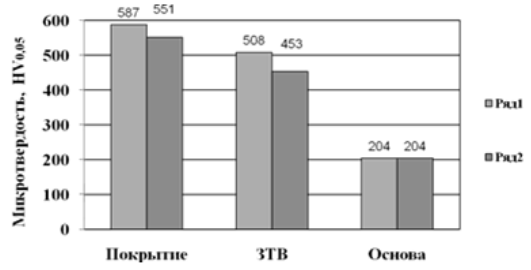
Известно, что процессу магнитно-электрического упрочнения (МЭУ) наряду с достоинствами [1, 2] присущи и недостатки [2, 3] (разнотолщинность и пористость покрытий, присутствие в них микротрещин, неудовлетворительная шероховатость упрочненной поверхности), ограничивающие область его применения. Для устранения указанных дефектов проведены исследования возможности обработки металлических поверхностей последовательным проведением МЭУ и поверхностного пластического деформирования (ППД), совмещенных в одной технологической схеме, и последующей лазерной термообработки.

Цель исследований – выполнить сравнительный анализ параметров качества и микротвердости поверхностных слоев, полученных различными способами магнитно-электрического упрочнения с последующей лазерной термообработкой.

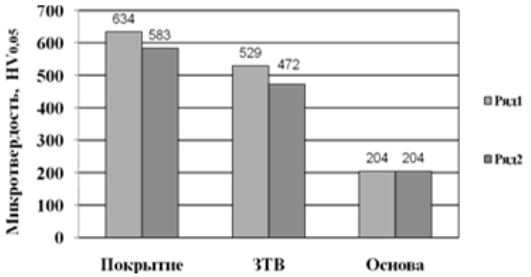
Исследования проводились на цилиндрических образцах из стали 45 с покрытиями из ферромагнитных порошков (ФМП) Fe-5%V (ГОСТ 9849-86) и ФБХ-6-2 (ГОСТ 11546-75), полученными МЭУ с лазерной термообработкой, а также МЭУ и ППД с лазерной термообработкой. Обработка поверхностей выполнялась на оптимальных режимах [1, 2]: МЭУ – на установке модели УМЭУ-1; ППД – накатным устройством с роликовым электродом-инструментом; лазерная – CO_2-лазером модели «Комета-2» мощностью 1 кВт. Толщина упрочненных поверхностных слоев определялась по распределению микротвердости на приборе ПМТ-3М в поперечном сечении образцов при помощи окулярной вставки с увеличением в 200 раз; разнотолщинность – по разности максимальной и минимальной местных толщин покрытий образца; объемная пористость покрытий – методом гидростатического взвешивания. Измерение достигаемой шероховатости поверхности производилось на профилографе-профилометре Mitutoyo SJ-201P.

Обсуждение результатов. В результате выполненных исследований установлено, что наибольшее значение средней микротвердости (рисунок 1, а и б) наблюдается у покрытий из ФМП ФБХ-6-2, полученных МЭУ и ППД, и составляет 634 $HV_{0,05}$, что на 8% больше микротвердости покрытий, полученных МЭУ (587 $HV_{0,05}$), и в 2,9 раза больше по сравнению с материалом основы. Это обусловлено формированием мелкодисперсной структуры слоев в результате их скоростного охлаждения и последующего пластического деформирования. Следует также отметить, что после лазерной термообработки покрытий из ФМП ФБХ-6-2, полученных МЭУ, а также МЭУ и ППД, средняя микротвердость уменьшилась в среднем в 1,2 раза и составляет 508 и 520 $HV_{0,05}$ соответственно. При этом снижение микротвердости возможно по причине перераспределения внутренних напряжений на границе раздела «покрытие-основа» в результате термического и силового воздействия.

Результаты исследований (таблица) показывают, что ППД и последующая лазерная термообработка нанесенных покрытий МЭУ при уменьшении средней их толщины до 5%, позволяет повысить качество упрочненных поверхностей за счет снижения их объемной пористости в 1,5 – 1,7 раза, средней шероховатости по параметру *Ra* до 18% и средней разнотолщинности до 1,2 раза.



а



б

Ряд: 1 – ФБХ-6-2; 2 – Fe-5%V; ЗТВ-зона термического влияния

Рисунок 1 – Диаграмма результатов исследований микротвердости упрочненных поверхностей МЭУ с лазерной термообработкой (а), МЭУ и ППД с лазерной термообработкой (б)

Таблица – Показатели качества упрочненных поверхностей, полученных различными способами МЭУ с последующей лазерной термообработкой

Материал ФМП	Средняя толщина покрытий, мкм	Средняя разнотолщинность покрытий, мкм	Объемная пористость покрытий, %	Средняя шероховатость поверхности, мкм
Магнитно-электрическое упрочнение и лазерная термообработка				
Fe-5%V	235	49	1,4	6,9
ФБХ-6-2	244	42	1,9	7,8
Магнитно-электрическое упрочнение, ППД и лазерная термообработка				
Fe-5%V	223	43	0,9	6,0
ФБХ-6-2	238	36	1,1	6,6

Выводы. Экспериментальными исследованиями установлено:

1. Лазерная термообработка покрытий, полученных МЭУ, а также МЭУ и ППД, обеспечивает снижение микротвердости поверхностного слоя примерно на 20%;

2. ППД и последующая лазерная термообработка нанесенных покрытий МЭУ позволяет уменьшить среднюю их толщину до 5%, снизить их объемную пористость в 1,5 – 1,7 раза, среднюю шероховатость по параметру *Ra* до 18% и среднюю разнотолщинность до 1,2 раза.

Список использованный литературы

1. Акулович, Л. М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле / Л. М. акулович. – Полоцк : ПГУ, 1999. – 240 с.

2. Акулович, Л. М. Магнитно-электрическое упрочнение поверхностей деталей сельскохозяйственной техники / Л.М. Акулович, А.В. Миранович. – Минск : БГАТУ, 2016. – 236 с.

3. Девойно, О. Г. Модифицирование поверхности покрытий с использованием лазерного нагрева / О. Г. Девойно, А. С. Калиниченко, М. А. Кардаполова. – Минск : БНТУ, 2013. – 228 с.

Summary. Laser heat treatment of coatings obtained by magnetic-electric hardening, as well as magnetic-electric hardening and surface plastic deformation, ensures a reduction in the microhardness of the surface layer by approximately 20%; surface plastic deformation and subsequent laser heat treatment of the applied coatings by magnetic-electric hardening allows to reduce their average thickness to 5%, reduce their volume porosity by 1.5 - 1.7 times, average roughness by the parameter Ra to 18% and average thickness variation to 1.2 times.

УДК 621.91:67.05

Акулович Л.М., доктор технических наук, профессор;
Стрига М.В., студент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

МЕТОДЫ АППРОКСИМАЦИИ ТРАЕКТОРИИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА НА СТАНКАХ С ЧПУ

Аннотация. Рассматриваются методы аппроксимации заданной траектории перемещения инструмента элементарными перемещениями вдоль координатных осей X и Z для токарных станков с ЧПУ. Показаны примеры траекторий движения вершины инструмента при обработке конических и сферических поверхностей.

Abstract. Methods for approximating a given tool path by elementary displacements along the X and Z coordinate axes for CNC lathes are considered. Examples of tool tip movement trajectories for processing conical and spherical surfaces are shown.

Ключевые слова: аппроксимация, элементарное перемещение, режущий инструмент, опорные точки, система ЧПУ.

Key words: approximation, elementary movement, cutting tool, reference points, CNC system.

Любую траекторию перемещения, которую должен пройти режущий инструмент при обработке на станках с числовым программным управлением (ЧПУ), можно разложить на элементарные перемещения, состоящие из отрезков прямых линий и дуг окружностей. В управляющих программах (УП) описывают движение определенной точки режущего инструмента – его центра [1]. Поверхности деталей, обрабатываемые на станках с ЧПУ, отличаются разнообразной и сложной формой, часто состоящей из конических, сферических, параболических, винтовых, сплайновых и других поверхностей. При разработке УП траекторию движения инструмента представляют, как состоящей из отдельных, переходящих друг в друга участков [2]. Этими участками могут быть прямые линии, дуги окружностей, кривые второго. Точки пересечения этих участков называются опорными, или узловыми, точками. Как правило, в УП содержатся координаты именно опорных точек.

Системы ЧПУ станками оснащены специальным электронным блоком – интерполятором, который производит автоматический расчет координат траектории движения инструмента между опорными точками, что позволяет управлять перемещением режущего инструмента по прямой линии или по окружности. То есть каждая поверхность представляется в виде сочетания элементарных отрезков прямых линий и круговых дуг.

Если на станке с ЧПУ необходимо выполнить прямолинейное перемещение инструмента (линейную интерполяцию) вдоль одной из осей координат станка, то такое перемещение система ЧПУ исполняет включением привода подач по данной оси, а по другим осям привод подач не включается. Если же необходимо выполнить круговую интерполяцию или линейную интерполяцию в направлении, непараллельном какой-либо оси координат, то механизм работы системы ЧПУ существенно усложняется. В этом случае система ЧПУ реализует перемещение инструмента при помощи аппроксимации. Под аппроксимацией в теории ЧПУ понимается замена одной функциональной зависимости на другую более простую функцию с определенной степенью точности. В данном случае аппроксимация сводится к тому, что вместо одного прямолинейного перемещения или перемещения по дуге от исходной точки до точки с заданными координатами система ЧПУ задает инструменту перемещения по ломаной линии, элементарные отрезки которой параллельны координатным осям.

Рассмотрим аппроксимацию траекторий перемещения инструмента при токарной обработке на станках с ЧПУ конических и сферических поверхностей (рис. 1 и 2).

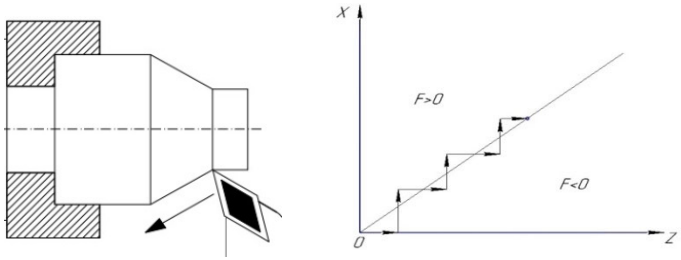


Рисунок 1 – Аппроксимация прямолинейного перемещения режущего инструмента (линейная интерполяция)

Вариант прямолинейного перемещения режущего инструмента и его аппроксимация системой ЧПУ станка (линейная интерполяция) показан на рис. 1. При аппроксимации траекторий перемещения режущего инструмента ломаной линией опорные точки должны отклоняться от заданного контура – как можно меньше. Однако уменьшение таких отклонений приводит к неизбежному увеличению количества опорных точек и, соответственно, количества кадров в самой УП. Поэтому на практике количество опорных точек принимается минимально допустимой при соблюдении условия, чтобы максимальное отклонение координат каждой опорной точки от заданного контура не превышало допустимую величину F (рис. 1). В частности, величину F принимают в интервале $(0{,}1 \div 0{,}3)\Delta$, где Δ – допуск на заданный размер.

На рисунке 2 показан вариант перемещения режущего инструмента по дуге окружности и аппроксимация данного перемещения системой ЧПУ станка (круговая интерполяция).

При круговой интерполяции при перемещении инструмента от точки a до точки b показаны траектории, заданные управляющей программой. Отрезками ΔX и ΔZ показана замена заданного перемещения по окружности на элементарные перемещения соответственно вдоль координатных осей X и Z.

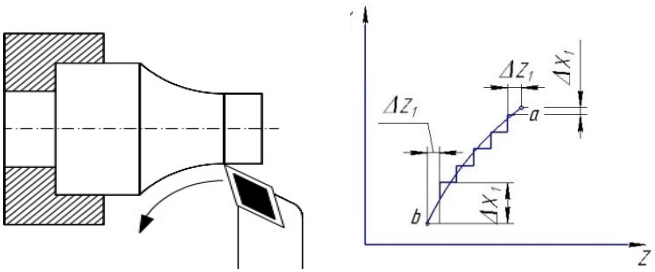


Рисунок 2 – Аппроксимация перемещения режущего инструмента по дуге (круговая интерполяция)

Элементарные перемещения не всегда одинаковы по своей величине в процессе одного заданного перемещения. Система ЧПУ сама определяет величину каждого элементарного перемещения, исходя из двух условий:

- отклонение траектории элементарного перемещения от траектории заданного перемещения не должно превышать установленную программой величину аппроксимации (общепринятым считается погрешность аппроксимации равная 15–25% всего поля допуска на неточность обработки данного размера);
- элементарные перемещения вдоль разных координатных осей должны быть так согласованы между собой, чтобы они одновременно начались в исходной точке и прекратились так же одновременно при достижении конечной точки заданного перемещения.

Наибольшие преимущества при токарной обработке имеет круговая интерполяция участками дуг окружностей, которая может быть использована как для аппроксимации сферических обрабатываемых поверхностей, так и других криволинейных контуров (параболы, спирали Архимеда и т.п.).

Список использованной литературы

1. Разработка управляющей программы для станков с ЧПУ: учебно-методическое пособие / М. В. Морщилов [и др.]. – М.: МАДИ, 2017. – 48 с.

2. Пайвин, А. С. Основы программирования станков с ЧПУ / А. С. Пайвин, О. А. Чикова // Уч. пособие для студентов направления «050100.62 – Педагогическое образование». – Екатеринбург : Урал. гос. пед. ун-т, 2015. – 102с.

Summary. The greatest advantages in turning are provided by circular interpolation by sections of circular arcs, which can be used both for approximating spherical machined surfaces and other curvilinear contours (parabolas, Archimedes spirals, etc.).

УДК 621.833

Акулович Л.М., доктор технических наук, профессор;
Близнюк Н.М., студент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАНКОВ С ЧПУ

Аннотация. На основе анализа современных технологий изготовления зубчатых колес предложен вариант технологического маршрута с использованием станков с ЧПУ**.**

Abstract. Based on the analysis of modern technologies for the manufacture of gears, a variant of the technological route using CNC machines is proposed.

Ключевые слова: профиль зуба, зубошлифование, хон, фрезерование, термообработка, червячная фреза

Key words: tooth profile, gear grinding, hone, milling, heat treatment, hobbing cutter.

Формирование профиля зубьев в современных технологиях изготовления зубчатых колес осуществляется на станках с ЧПУ методом обкатки, что обеспечивает точность профиля зубчатого венца, соответствующая не менее 7-й степени по ГОСТ 1643-81. Наибольшее применение в настоящее время получила обработка зубчатого венца фрезерованием червячными фрезами.

Тенденции современного зубофрезерования:

- основной операцией, обеспечивающей высокое качество, является зубофрезерование;
- увеличение типоразмеров зубчатых колес требует гибкости технологии;
- оснащение станков с ЧПУ встроенными системами контроля за процессом нарезания зубьев;
- наряду с «мокрым» фрезерованием получает широкое применение «сухое» фрезерование на высоких скоростях;
- автоматизация технологических операций;
- применение многослойных покрытий TiAlN на зуборежущих инструментах.

В зависимости от уровня оснащенности для зубофрезерных станков с ЧПУ используют 5 и более управляемых осей.

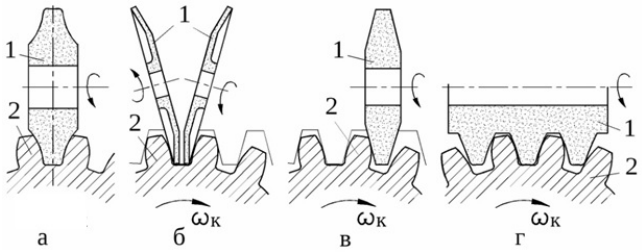
Методы шлифования впадин зубьев цилиндрических колес. Зубошлифование производят в основном при изготовлении колес повышенной точности, термически обработанных. Различают два метода шлифования: копирования и обкатки. Среди них превалирует обкатка профиля впадин зубьев.

При шлифовании методом копирования шлифовальный круг повторяет профиль впадины обрабатываемого зубчатого колеса (рис. 1,а). Метод копирования отличается простой кинематикой движений, однако требует частой правки рабочего профиля по шаблону (копиру), обеспечивает точность 7-й степени и шероховатость поверхности по параметру Ra = 1,25 мкм. Метод копирования используют, в основном, для обработки прямозубых колес.

При шлифовании методом обкатки боковые поверхности шлифовального круга воспроизводят зуб рейки в зацеплении с обрабатываемым колесом (рис.1, б, в, г).

Наиболее производительными и точными является шлифование червячными абразивными кругами (рис.1, г). Величина припуска на сторону зуба под шлифование составляет для модулей: до 2 мм – 0,05...0,15 мм; 2...5 мм – 0,15...0,20 мм; свыше 5 мм – 0,2...0,3 мм. Зубошлифование позволяет обеспечить высокую точность зубчатого

венца, устранить погрешности предварительной и термической обработки. Однако шлифование ухудшает качество поверхностного слоя и его физико-механические свойства. Выделяемое при шлифовании тепло вызывает структурные изменения в поверхностном слое в виде прижогов и внутренних растягивающих напряжений.



а – модульными абразивными кругами; б – тарельчатыми абразивными кругами; в – абразивными кругами с трапециодальным профилем; г – червячными абразивными кругами; 1 – абразивный круг, 2 – зубчатое колесо

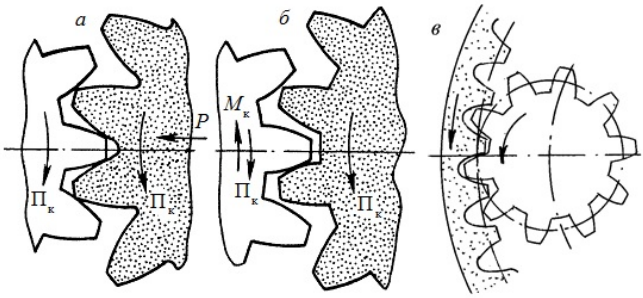
Рисунок 1 – Методы шлифования профиля зубьев цилиндрических колес

Зубошлифовальные станки с ЧПУ имеют обычно 6 основных управляемых осей и несколько дополнительных осей в зависимости от уровня механизации и наличия дополнительных функций.

Зубохонингование. Используется для доводки зубьев термически обработанных колес. Зубохонингование представляет собой процесс окончательной доводки зубьев цилиндрических колес с помощью зубчатого алмазного или абразивного колеса – хона. Алмазный хон представляет собой зубчатое колесо, на профильную поверхность зубьев которого нанесен гальваническим методом алмазный слой. Абразивный хон изготавливается литьем в пресс-форму смеси белого электрокорунда с эпоксидными акриловыми и полиуретановыми связками. Жесткими являются эпоксидные и акриловые связки, упругими – полиуретановые. Жесткие связки обеспечивают равномерный съем припуска и более точную обработку. Эластичные связки способствуют ускорению процесса и некоторому повышению производительности. В качестве СОЖ используется сульфофрезол или веретенное масло.

Различают схемы зубохонингования:

- при двухпрофильном зацеплении зубчатого хона и радиальной нагрузке "в распор" (рис. 2, а);
- при однопрофильном зацеплении зубчатого хона и тормозном моменте на колесе (рис. 2, б);
- «коронарное» зубохонингование при использовании в качестве инструмента "охватывающего" хона, представляющего собой колесо с внутренним зацеплением (рис. 2, в).



а – двухпрофильное зацепление; *б* – однопрофильное зацепление;
в – «коронарное» зубохонингование

Рисунок 2 – Схемы зубохонингования при различном зацеплении зубьев хона

В процессе зубохонингования обрабатываемое колесо и хон устанавливаются на скрещивающихся осях. При этом происходят движения:

- вращательное хона и колеса;
- осевое возвратно-поступательное хона или колеса;
- осциллирующее возвратно-поступательное с целью повышения производительности.

Припуск под хонингование зубьев обычно составляет не более 0,02...0,03 мм на сторону зуба.

Зубохонингование позволяет повысить качество пятна контакта и плавность передачи, уменьшить шероховатость рабочих поверхностей зуба и уровень шума передачи. Благодаря высокой производительности процесс зубохонингования получил широкое распространение в качестве отделочной операции при массовом производстве шестерен.

На основе проведенного анализа предложен современный вариант технологического маршрута изготовления зубчатых колес, основой которого является использование станков с ЧПУ:

- токарная обработка на станках с ЧПУ;
- зубофрезерование на станках с ЧПУ с базированием по центровым отверстиям;
- термообработка;
- зубохонингованием алмазным хоном.

Список использованной литературы

1. Антонюк, В. Е. Технология производства и методы обеспечения качества зубчатых колес и передач. Учебное пособие. / В. Е. Антонюк, М. М. Кане, В. Е. Старжинский [и др.] – Мн.: УП «Технопринт». 2003. – 766 с.

2. Калашников, А. С. Технология изготовления зубчатых колес. / А. С. Калашников. – М. : Машиностроение. 2004. – 479 с.

Summary. Based on the analysis, a modern version of the technological route for manufacturing gear wheels is proposed, the basis of which is the use of CNC machines:
- turning on CNC machines;
- gear milling on CNC machines with basing on center holes;
- heat treatment;
- gear honing with a diamond hone.

УДК 621.791

Акулович Л.М., доктор технических наук, профессор;
Ковалевич Е.В., студент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

МАГНИТНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ УПРОЧНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Аннотация: Описана технология нанесения покрытий на поверхности деталей, износ которых не превышает 0,3 мм, с использованием энергии электромагнитного поля. Приведен пример применения технологии при ремонте сельскохозяйственной техники.

Abstract. Describes the application of coatings on the surfaces of parts, the wear of which does not exceed 0.3 mm, using the energy of an electromagnetic field. An example of the application of the technology in the repair of agricultural machinery is given.

Ключевые слова: покрытие, магнитно-электрическое упрочнение, магнитном поле, ферромагнитный порошок, полюсный наконечник.

Key words: coating, magnetic-electric hardening, magnetic field, ferromagnetic powder, pole piece.

Введение. Большинство деталей сельскохозяйственной техники (почвообрабатывающие, посевные, кормо- и зерноуборочные машины, навесные и прицепные механизмы) работают в условиях коррозионно-абразивного изнашивания, а также воспринимают ударные нагрузки. С повышением скоростных и силовых параметров машин и механизмов интенсивность протекания процессов разрушения материала деталей значительно возросла.

Исследованиями ремонтного фонда автотракторной техники установлено, что из изношенных деталей подлежат выбраковке не более 30 %, а поверхности остальных деталей можно восстановить.

Основным методом восстановления изношенных поверхностей является нанесение покрытий. Сочетание различных материалов покрытий и технологий их нанесения позволяет обеспечивать комплекс физико-механических характеристик поверхностных слоев, соответствующий эксплуатационным требованиям в конкретных условиях работы. Это

обусловило появление большого количества методов восстановления поверхностностей и сопровождающего их упрочнения и(или) изменения состояния (модификации) поверхности.

Модифицирование поверхностного слоя может осуществляться различными методами: поверхностным пластическим деформированием (ППД), поверхностной термообработкой, диффузионным насыщением легирующими элементами.

Из-за многообразия условий работы машин ни один из известных методов упрочнения поверхностей деталей не может претендовать на универсальность. Один и тот же метод в одних условиях эксплуатации может дать положительный эффект, а в других – отрицательный.

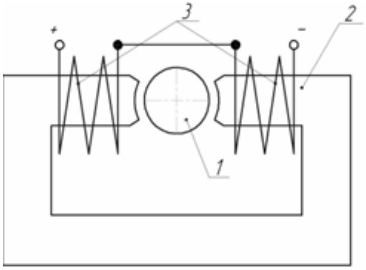
Перспективными являются методы, основанные на сочетании различных видов высокоэнергетических и механических воздействий. Например, при пластическом деформировании целесообразно использовать технологическое тепло, выделяемое при энергетическом воздействии от другого метода упрочнения [1]. Для модифицирования уже сформированного упрочненного слоя используют лазерную обработку.

Большими потенциальными возможностями обладают методы упрочнения металлов, основанные на использовании концентрированных в пространстве и во времени потоков энергии физических полей [2]. Это обеспечивает нагрев локальных участков поверхностных слоев и исключает коробление деталей, вызванное температурными деформациями. Для поверхностей, износ которых не превышает 0,3 мм, эффективными являются лазерное и магнитно-электрическое упрочнение (МЭУ).

Основная часть. При восстановлении и упрочнении поверхностей ориентация ферромагнитных частиц в магнитном поле показана на рисунке 1. Заготовку *1* располагают с определенным зазором между полюсными наконечниками электромагнитов. Если в зазор между поверхностью детали и магнитопровода подать ферромагнитный порошок (ФМП) (рисунок 2), то каждая его частица стремится развернуться наибольшей осью вдоль силовых линий магнитного поля под действием суммарного магнитного момента

$$M = P_{\text{m}} H \sin\varphi,$$

где P_m – магнитный момент зерна; H – напряженность магнитного поля; φ – угол между направлением магнитных силовых линий и наибольшим размером частицы ферромагнитного порошка.



1 – заготовка, 2 – магнитопровод, 3 – электромагнитные катушки
Рисунок 1 – Схема взаимного расположения цилиндрической поверхности и электромагнитов

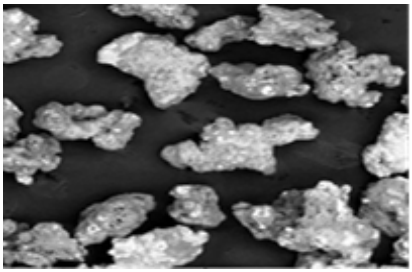


Рисунок 2 – Формы ферромагнитных частиц

В неравномерном магнитном потоке, кроме суммарного магнитного момента, на частицы порошка действует магнитная сила в направлении градиента магнитной индукции

$$F_{м} = \frac{1}{\mu} VBgrad\vec{B},$$

где V – объем ФМП, м^3;

μ - магнитная проницаемость материала порошка, Гн/м;

B – магнитная индукция в точке зазора, где расположена частица, Тл.

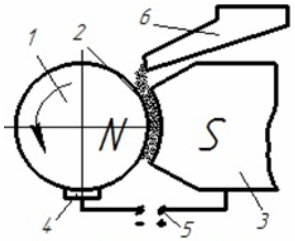


Рисунок3 – Схема МЭУ наружных цилиндрических поверхностей

При МЭУ заготовку 1 и полюсный наконечник 3 электромагнита располагают с определенным зазором между собой и подключают их к источнику тока 5 с помощью скользящего контакта 4 (рис. 3). В зазор из бункера-дозатора 6 подают ферромагнитный порошок (ФМП), частицы которого выстраиваются в токопроводящие «цепочки» 2 и замыкают электрическую цепь.

1 – ведущего, 2 – грузового, 3 – привода насоса, 4 – промежуточного
Рисунок 4 – Фотография валов коробки перемены передач трактора К-701

В результате происходит электрический разряд, который оплавляет частицы ФМП, находящиеся в контакте с поверхностью заготовки. Поскольку ФМП подается непрерывно, то на месте расплавленных цепочек образуются новые, и процесс продолжается. При МЭУ упрочненный слой формируется путем образования на поверхности детали множества точечных вкраплений из расплавленного материала частиц порошка.

Микроструктура упрочненного слоя, обеспечивающая его физико-механические параметры, зависит от химического состава упрочняющего порошка и материала основы.

По результатам исследований разработан технологический процесс нанесения покрытий МЭУ для восстановления поверхностей деталей автотракторной техники.

Выводы

1. Для восстановления поверхностей деталей автотракторной техники, износ которых не превышает 0,3 мм, рациональным является магнитно-электрическое упрочнение.

2. Кратковременный локальный нагрев участков поверхностных слоев исключает коробление деталей при МЭУ.

Список использованных источников

1. Акулович, Л. М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле. – Полоцк : ПГУ, 1999. – 240 с.

2. Акулович, Л. М. Магнитно-электрическое упрочнение поверхностей деталей сельскохозяйственной техники / Л. М. Акулович, А. В. Миранович. – Минск : БГАТУ, 2016. – 236 с.

Summary. For restoration of surfaces of automotive and tractor parts, the wear of which does not exceed 0.3 mm, magnetic-electric hardening is rational. 2. Short-term local heating of areas of surface layers eliminates warping of parts during magnetic-electric hardening.

УДК 636.061.8

Жилич Е.Л., заведующий лабораторией;
Рогальская Ю.Н., научный сотрудник
РУП «Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь

ОБОСНОВАНИЕ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОМЕРОВ ТЕЛА И ЖИВОЙ МАССЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Аннотация. На сегодняшний день, в сельском хозяйстве одной из наиболее трудоёмких технологических операций является взвешивание коров. Переведска скота в сельскохозяйственных организациях проводится не менее двух раз в месяц и требуется для определения состояния здоровья животного, количества необходимого корма, готовности к убою и пр. Поэтому для повышения эффективности процесса определения живой массы необходима разработка устройства для дистанционного определения данного показателя, что в конечном итоге позволит снизить риск опасной реакции животных на стресс и существенно сократить время затраты труда.

Abstract. Today, one of the most labor-intensive technological operations in agriculture is weighing cows. Reweighing of cattle in agricultural organizations is carried out at least twice a month and is required to determine the health of the animal, the amount of feed required, readiness for slaughter, etc. Therefore, to improve the efficiency of the process of determining live weight, it is necessary to develop a device for remote determination of this indicator, which will ultimately reduce the risk of a dangerous reaction of animals to stress and significantly reduce labor costs.

Ключевые слова. Упитанность, живая масса, промеры тела, 3D камера, дальностное изображение.

Keywords. Body condition, live weight, body measurements, 3D camera, long-range imaging.

В молочном животноводстве определение живой массы и мониторинг состояния упитанности играют важную роль в производстве молока. Для определения данных параметров ряд производителей используют различную оптико-вычислительную технику, применение которой позволяет производить обработку двумерных и трехмерных моделей за счет алгоритмизации потока обработки данных. Однако, несмотря на большие возможности вычислительной техники данные системы имеют ряд ограничений [1].

Для снижения затрат труда при определении живой массы КРС, мониторинга упитанности, грамотного балансирования рационов, а также снижения стресса на организм животных на данный момент в лаборатории механизации процессов производства молока и говядины РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» ведутся

работы над разработкой бесконтактного метода, а также устройства для определения промеров тела и живой массы КРС.

На сегодняшний день существует ряд способов определения живой массы по промерам тела для КРС, однако они требуют непосредственного контакта с животным, а также имеют значительную погрешность, ввиду чего применение данных способов в промышленных масштабах не допустима.

Предлагаемый способ и устройство для его реализации в качестве основного измерительного устройства будет использовать систему машинного зрения, с использованием 3D ToF камеры.

Time-of-flight камера (ToF камера) – видеокамера, формирующая так называемое дальностное изображение (дальностный портрет). Используется для создания изображений, которые в качестве пикселей содержат оценки расстояний от экрана до конкретных точек наблюдения.

Расчёт глубины и расстояний обеспечивается с помощью технологии измерения «времени полёта» (ToF), берущей начало от алгоритмов, используемых в радарах. Благодаря этому формируется дальностное изображение, подобное радиолокационным портретам, за исключением того, что для его построения задействован световой импульс вместо радиочастотного сигнала.

Пример снимка, полученного с 3D камеры представлен на рисунке 1.

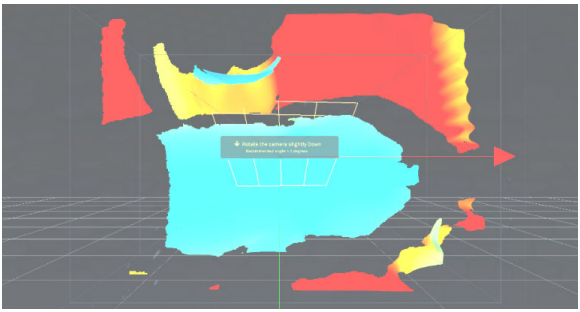


Рисунок 1 – Дальностное изображение

При использовании камеры первоначально для определения размеров можно воспользоваться встроенным программным обеспечением. Для определения живой массы КРС будут использованы следующие промеры:

– длина туловища от холки до седалищных бугров;
– длина между маклоками;
– длина между лопатками;
– наибольшая поперечная длина туловища;
– высота в маклоках от уровня пола.

Также имеется возможность преобразования полученного двумерного изображения в 3D модель (рисунок 2).

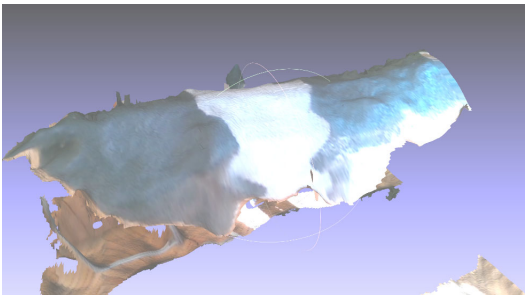


Рисунок 2 – 3D модель верхней части туловища коровы

Для снижения погрешности при определении живой массы КРС предлагается использовать корреляционную связь между живой массой и баллом упитанности.

Коэффициент корреляции r между баллом упитанности, живой массой, обхватом, шириной и глубиной груди находят как фенотипическую корреляцию для больших выборок [1]. Коэффициент регрессии R_{xy} (в отличии от коэффициента корреляции) вычисляется как парная линейная регрессия по формуле:

$$R_{xy} = r\left(\frac{\delta x}{\delta y}\right), \quad (1)$$

где r – коэффициент корреляции;

δx и δy – среднеквадратичное отклонение первого и второго признаков.

Для оценки упитанности повсеместно используется система оценки упитанности (Body score condition – BCS) – это 5-балльная система, где 1 класс упитанности – это истощение коровы, а 5 класс – ожирение [2].

Оценка BCS должна выставляться в соответствии с классами 1–5 по следующим критериям:

– область 1 – седалищные бугры. Если седалищные бугры заострены, упитанность по данному критерию выше 2,75 балла, если бугры слабо выражены – 2,5 балла;

– область 2 – маклоки. Если маклоки закруглены, упитанность по данному критерию выше 3 баллов, если маклоки заострены – упитанность 2,75 балла;

– область 3 – сакральная связка. Если сакральная связка едва просматривается, упитанность составляет 3,50;

– область 4 – хвостовая связка. Если хвостовая связка едва просматривается, упитанность составляет 3,50.

Список использованной литературы

1 Баврина, А. П. Современные правила применения корреляционного анализа / А. П. Баврина, И. Б. Борисов // Медицинский альманах. – 2021. – № 3 (68). – С. 70–79.

2. Павкин, Д. Ю. Бесконтактная оценка упитанности молочных коров с использованием ToF-технологии / Д. Ю. Павкин [и др.] // Агроинженерия. – 2021. – № 2 (102). – С. 39–44.

УДК 621.74

Андрушевич А.А.[1], кандидат технических наук, доцент;
Калиниченко В.А.[2], кандидат технических наук, доцент,
Ласоцкий С.А.[1]; **Шатилло С.Д.**[2], студенты
[1]*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*
[2]*Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ «ПОЛИГОНСОФТ»

Аннотация. Приведены сведения об инновационной разработке технологического процесса литья деталей сельхозтехники на основе системы компьютерного моделирования «ПолигонСофт». Рассмотрены особенности применения системы для оптимизации режимов получения чугунной заготовки с минимальными потерями на примере детали «Стакан».

Abstract. In the paper provided some information about innovative development of the technological process of casting agricultural machinery parts based on the computer modeling system "PolygonSoft". Features of the application of the system for optimizing the modes of obtaining a cast iron blank with minimal losses are considered using the example of the part "Glass".

Ключевые слова Литьё, технологический процесс, заготовка, деталь, система, компьютерное моделирование

Введение. При производстве сельхозмашин первостепенное значение приобретает применение более прогрессивных методов изготовления деталей в массовом производстве, а также их ремонте. Важным является правильный выбор метода получения заготовки для последующей механической обработки и совершенствование конструкции детали с целью уменьшения расхода и повышения коэффициента использования металла. Одними из экономически оправданных технологических методов получения заготовок в сельскохозяйственном машиностроении являются различные способы литья, которые постоянно совершенствуются и автоматизируются.

Основная часть. Многие детали сельскохозяйственной техники, например, фланцы, стаканы, фитинги, целесообразно изготавливать литейными технологиями, обеспечивая высокое качество, умеренную трудоемкость и низкую стоимость [1].

В последнее время для оптимизации технологических процессов литья, повышения качества литых заготовок успешно применяется система компьютерного моделирования литейных процессов процессов (СКМ ЛП) «ПолигонСофт», PoligonSoft (далее «ПолигонСофт»), которая предназначена для решения задач литейного производства [2]. Это профессиональная программа, позволяющая прогнозировать и анализировать причины возникновения дефектов на стадии создания литейной технологии, конструкции литейного блока и выбора литниково-питающей системы. «ПолигонСофт» помогает создать и/или оптимизировать некоторые наиболее важные этапы технологического процесса на цифровом прототипе отливки, до проектирования и изготовления литейной формы, что снижает затраты на эксперимент, время на доработку литейной технологии и себестоимость конечной продукции.

СКМ ЛП представляет собой пакет математических моделей, позволяющих моделировать заполнение формы расплавом, перенос тепла (теплопроводностью, конвекцией и излучением), затвердевание отливки, образование усадочных дефектов (раковины, макро- и микропористость), напряжения, деформации и многое другое [2]. Моделирование большинства физических процессов ведется методом конечных элементов, который позволяет использовать наиболее близкие к реальности физические и геометрические модели. Структура программы представлена в виде схемы (рисунок 1).

Предварительно созданные в сеточном генераторе конечно-элементные сетки тел отливки и элементов формы загружаются в препроцессор «Мастер» для подготовки к расчету. В случае расчета сложного радиационного теплообмена обрабатывается в модуле «Трассировка». Расчет заполнения формы расплавом проводится решателем «Эйлер». Затем, в решателе «Фурье» рассчитываются поля температур и формирование раковин и пористости при затвердевании. Напряженно-деформированное состояние отливки рассчитывается в решателе «Гук». Необходимые свойства и условия расчета для всех трех решателей загружаются из баз данных. Результаты, полученные в решателе «Фурье» могут быть использованы в решателях «Термообработка» и «Структура 2D».

Результаты расчета просматриваются в постпроцессорах «Мираж» и «Мираж-Л». В модуле «Критерий» может быть проведена дополнительная критериальная обработка расчетных полей функциями (из библиотеки или созданными пользователем).

Использование данной Системы можно оценить на примере проектирования технологического процесса литья заготовки детали «Стакан», часто используемой в сельхозмашиностроении для присоединения трубопроводов к оборудованию, соединения арматуры и т.п. (рисунок 2). Материал стакана – серый чугун СЧ20 (ГОСТ1412-85), который отличается хорошей обрабатываемостью резанием и имеет требуемые механические свойства. При этом масса готовой детали составляет 2,7 кг. Программа

выпуска – ориентировочно 10 000 штук. Для оптимизации условий заливки выбрана кустовая схема отливки на четыре заготовки.

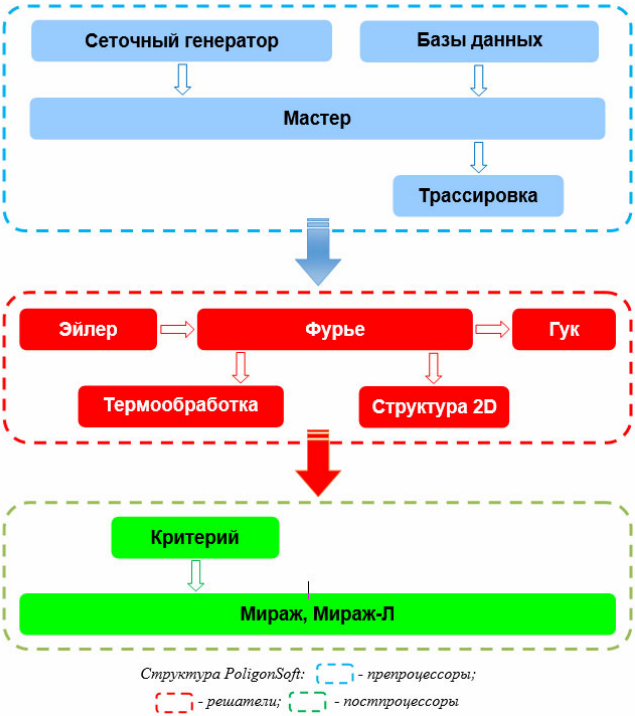


Рисунок 1 – Принципиальная схема СКМ ЛП «ПолигонСофт»

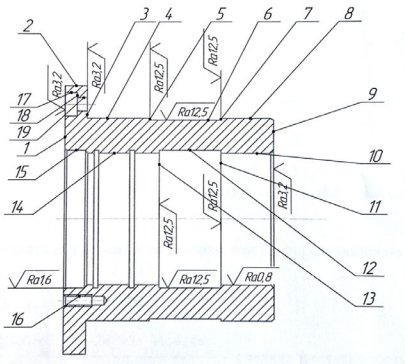


Рисунок 2 – Рабочий чертеж детали «Стакан»

Параметры, при которых происходило моделирование технологического процесса литья в разовую литейную форму:

Чугун СЧ20. Температура заливки – 1390 °С. Масса заливаемого металла 15 кг. Материал формы – песчано-глинистая смесь. Скорость заливки – 0,6 м/с. Диаметр подвода – 30 мм.

Наиболее оптимальным является вариант с ускоренным временем заливки. Полная заливка прошла за 5,5 секунд. Охлаждение до 500 градусов составило 3385 секунд. Доля жидкой фазы при затвердевании отливок с течением времени показана на рисунке 3.

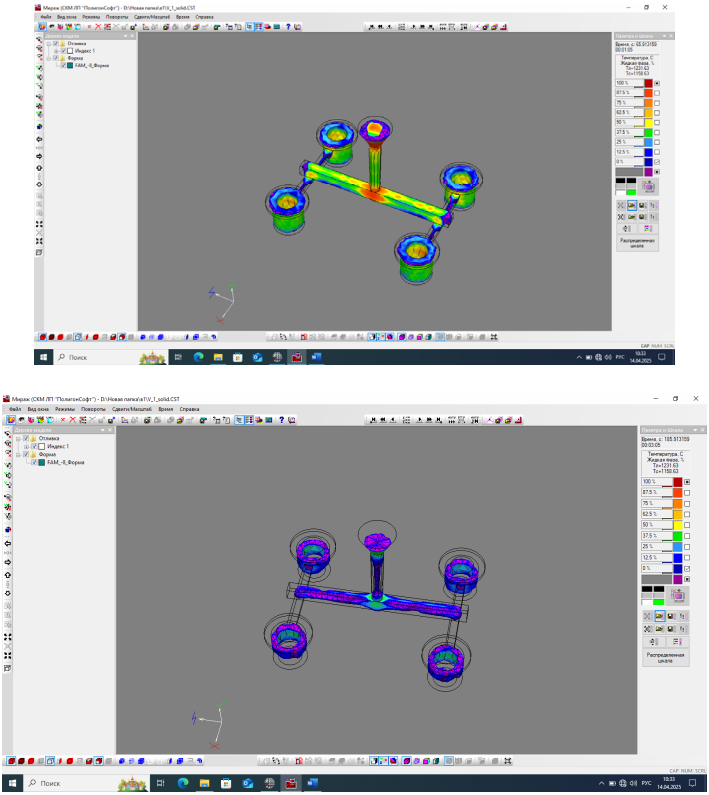


Рисунок 3 – Процесс затвердевания куста заготовок детали «Стакан»

На рисунке 4 показано распределение пористости по объёму заготовок в момент окончания кристаллизации. Уменьшение доли жидкой фазы ведет к перераспределению пористости и её снижению в отливке.

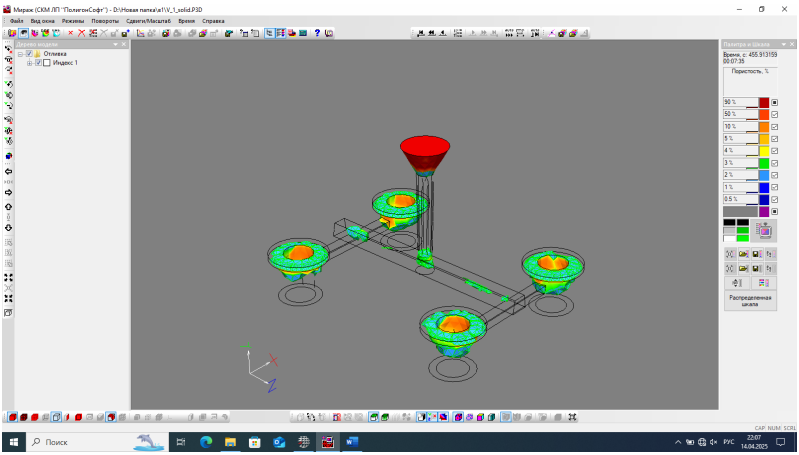


Рисунок 4 – Вероятность образования пористости в отливке в зависимости от времени затвердевания

Оценка образования пористости, проведенная СКМ ЛП, что в основной части отливки она не превышает 0,5–1%, вся пористость выведена в литниковую систему.

Заключение. Применение инновационной системы компьютерного моделирования технологий литейного производства позволяет существенно уменьшить временные и трудовые затраты при разработке и проектировании технологических процессов получения литых заготовок в сельхозмашиностроении при обеспечении их высокого качества.

Список использованной литературы

1. Толочко, Н. К. Современные литейные технологии: монография / Н. К. Толочко [и др.]; под ред. Н. К. Толочко, А. С. Калиниченко. – Минск: БГАТУ, 2009. – 358 с.

2. Poligonsoft [Электронный ресурс]. – Электронный данные. Режим доступа: https://poligonsoft.ru// Время доступа 02.05.2024, 16:30.

Summary. Application of an innovative system of computer foundry simulation production technologies allows for a significant reduction in time and labor costs in the development and design of technological processes for producing cast blanks in agricultural machinery while ensuring their high quality.

УДК 621.74

Садоха М.А.[1], кандидат технических наук, доцент;
Чечуха В.И.[2];
Андрушевич А.А.[3], кандидат технических наук, доцент
[1]*Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь*
[2] *Холдинг БелОМО, г. Минск, Республика Беларусь*
[3] *Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

ПРИМЕНЕНИЕ ИНДУКЦИОННЫХ СРЕДНЕЧАСТОТНЫХ ТИГЕЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ОТЛИВОК ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ МАШИНОСТРОЕНИИ

Аннотация. В статье рассмотрены преимущества применения индукционных среднечастотных тигельных печей по сравнению с печами промышленной частоты. Описан метод многопостовой плавки. Показана экономическая эффективность перехода с индукционных печей промышленной частоты на печи средней частоты.

Abstract. In the paper the advantages of using medium-frequency induction crucible furnaces in comparison with furnaces operating at industrial frequency are shown. The method of multi-post melting is described.The economic efficiency of switching from induction furnaces of industrial frequency to medium frequency furnaces is presented.

Ключевые слова. Индукционная печь, промышленная частота, средняя частота, алюминиевый сплав, плавка, тигель, производительность.

Key words: Induction furnace, industrial frequency, medium frequency, aluminum alloy, melting, crucible, productivity.

Важным направлением развития сельскохозяйственного машиностроительного комплекса на современном этапе является повышение эффективности, в первую очередь, за счет снижения энергопотребления высокоэнергоемких технологических процессов, к которым относятся процессы плавки. В связи с этим особое значение приобретают совершенствование применяемого плавильного оборудования, направленное на автоматизацию, улучшение энергетических показателей, надежности работы, повышение эффективности и качества подготовки сплава. Технико-экономические показатели плавильного оборудования во многом зависят от типа и условий эксплуатации применяемых источников питания, а также технологических схем энергопитания, водоподготовки, охлаждения электрических контуров и др. [1].

В последнее десятилетие, технология индукционной плавки на заводах перешла с присутствием «болота» на более эффективную – плавку с

полным сливом расплава. Метод плавки с полным сливом расплава подразумевает использование повышенных плотностей мощности (кВт/тонн), и сокращение времени плавления. Это требует пересмотра требований к индукционным источникам питания. Поколение систем индукционной плавки с присутствием «болота» работало на промышленной частоте, что ограничивало плотность мощности, так как при высокой мощности и малой частоте перемешивание металла в индукционной печи слишком интенсивное и в действительности может привести к выплескиванию расплава из печи.Дальнейшее повышение интенсивности плавки и производительности индукционных тигельных печей стало возможным при увеличении частоты тока в индукторе от 50 до 500 Гц для крупных печей, а по мере уменьшения размеров печи рациональная частота увеличивается и достигает 1,0 – 10,0 кГц для печей вместимостью 10-400 кг [2.3]. Для малых печей вместимостью несколько десятков граммов оптимальная частота возрастает до 440 кГц.

По сравнению с индукционными печами промышленной частоты (далее - ИППЧ) плавкана средней частоте (далее – ИПСЧ) имеет преимущества, состоящие в следующем:

- расход электроэнергии вдвое меньше, чем в ИППЧ, работающих в непрерывном циклеплавки с частичным сливом металла и периодической дозагрузки шихты;

- садочный режим плавки без использования переходящего от плавки к плавке остатка жидкого металла («болота») позволяет исключить предварительную сушку шихты и связанные с нею затраты, сократить расходы на футеровку, т.к. долговечность футеровки возрастает, и исключить непроизводительные затраты труда, электроэнергии и материалов, связанные с невозможностью отключения ИППЧ на время перерывов в работе производства;

- допустимая удельная мощность, подводимая к металлу, в 3 раза выше, чем в ИППЧ (ИПСЧ - 1000 кВт·ч/т, ИППЧ - 300 кВт°ч/т), что обеспечивает короткие циклы плавки (40-45 минут), повышает теплотехнический КПД;

- возможность полного слива металла из тигля и относительно малая масса футеровки печи, что создает условия для снижения тепловой инерции печи благодаря уменьшению тепла, аккумулированного футеровкой. Печи этого типа весьма удобны для периодической работы с перерывами между плавками и обеспечивают возможность для быстрого перехода с одной марки сплава на другую;

- позволяет повысить качество сплава за счет проведения плавки при интенсивном перемешивания сплава без разрыва оксидной пленки за более короткое время, что впоследствии снижает процент брака по газовым дефектам и неметаллическим включениям;

- в ИПСЧ ниже процент угара металла и легирующих элементов при плавке.

Кроме указанных выше преимуществ и энергоэффективности перехода на оборудование средней частоты с промышленной, повышение эффективности систем среднечастотной плавки металлов достигается при организации групповой плавки металла одновременно в нескольких печах или, так называемого, многопостового метода плавки. Сущность этого метода состоит в том, что процесс плавки в разных печах сдвинут по фазе технологического цикла плавки – одна печь работает в режиме нагрева и расплавления металла с большим потреблением активной энергии, вторая печь находится в режиме выдержки и теплосохранения металла с малым потреблением энергии (10–20% от энергопотребления в режиме плавки), а третья печь – в режиме разливки металла и загрузки шихтой без потребления энергии. Метод многопостовой плавки требует нового подхода к организации труда на плавильном участке. В последние годы получили развитие системы электропитания двух или нескольких одновременно работающих печей от одного источника, в которых имеется возможность гибкого перераспределения подводимой энергии от одной печи к другим.

Технико-экономическая эффективность среднечастотных индукционных плавильных систем еще более возросла с тех пор, когда компания АВР создала двухпостовой плавильный комплекс с двумя одновременно работающими ИПСЧ от одного двухэнергоканального источника питания, осуществляющего перераспределение потока энергии между печами в цикле плавки (плавильная система "Twin-Power").

Компания Inductortherm (США) также разработала систему двухпостовой среднечастотной плавки DUAL-TRAK.

Компания "JUNKER" (Германия) предлагает на мировом рынке систему "DUOMELT SYSTEM". Создание таких систем позволило повысить эффективность использования установленной мощности оборудования системы электропитания печей, снизить ее стоимость на 30-40% и повысить производительность плавильных установок.

Аналогичные системы среднечастотной плавки разработаны Российской электротехнологической компанией "РЭЛТЕК". Двухпостовые установки индукционной плавки типа УИПТ реализуют тандемный способ плавки, когда плавка ведется последовательно в одной печи до ее завершения, а затем продолжается во второй печи. При этом источник питания переключается с одной печи на другую. Такой метод позволяет примерно на 20% повысить производительность плавильной установки по сравнению с однопостовой плавильной системой за счет сокращения технологических перерывов и более интенсивного использования оборудования системы электропитания.

Кроме повышения производительности и энергоэффективности самих печей, требуется также сокращать время простоя плавильного оборудования на регламентные ремонтные работы.

Контроль состояния тигля в процессе эксплуатации печи осуществляется датчиками прогара, которые позволяют определить место нахождения дефектов, пор и трещин футеровки, а также оценить общее состояние и степень износа футеровки по электрическим параметрам.

Для ускорения проведения ремонтных работ по набивке футеровки в конструкции предусматривают гидравлический систему извлечения тигля.

Так же для сокращения времени на просушку и прокалку при набивке тигля, взамен тигля из футеровочных огнеупорных масс, используют графитовые тигли. Применение графитовых тиглей значительно сказывается на качестве выплавляемого сплава, снижает процент брака отливок, связанный с неметаллическими включениями.

На рисунке 1 представлена индукционная тигельная плавильная печь средней частоты GWL-0,3T-300/1S.

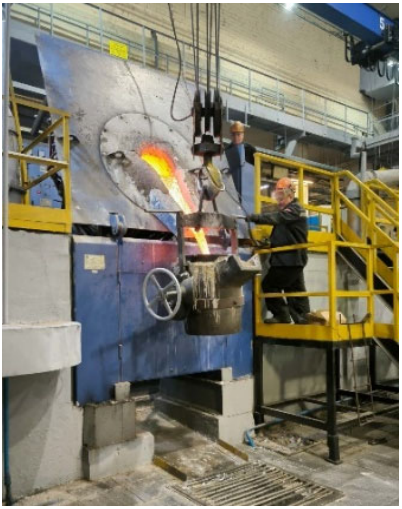


Рисунок 1 – Индукционная печьсредней частоты ИПСЧ
модели GWL-0,3T-300/1S

В результате проведения опытных плавок установлено, что при использовании ИПСЧ расход электроэнергии в расчете на 1 тонну алюминиевого расплава значительно ниже, чем в случае применения ИППЧ (рис. 2). Дополнительно следует отметить, что и угар металла при плавке в ИПСЧ существенно ниже, чем при плавке в ИППЧ – соответственно, 0,8% и 1,2%.

В целом переход на плавку в среднечастотных печах обеспечивает экономию до 43,6% средств, которые ранее тратились при использовании печей промышленной частоты.

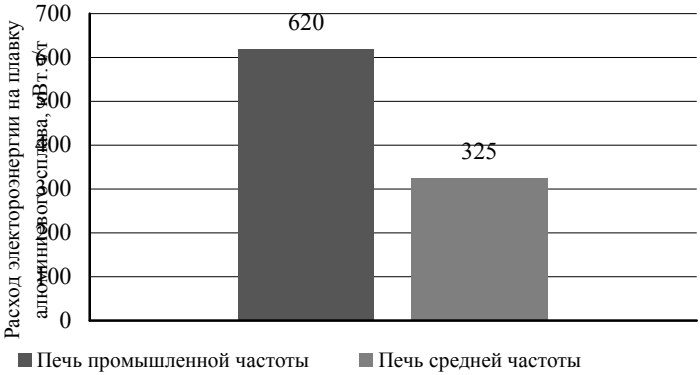


Рисунок 2 – Расход электроэнергии на плавку 1 тонны алюминиевых сплавов при применении различных плавильных агрегатов

Применение ИПСЧ вместо ИППЧ на предприятиях сельскохозяйственного машиностроения позволит повысить производительность процесса плавки, качество выплавляемого сплава, сократить расходы на электроэнергию, уменьшить продолжительность ремонтных работ и повысить надежность систем индукционной плавки, что положительно отразится на себестоимости и качестве отливок из алюминиевых сплавов.

Список использованной литературы

1. Индукционные тигельные печи: Учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. / Л. И. Иванова, Л. С. Гробова, Б. А. Сокунов, С. Ф. Сарапулов. Екатеринбург: Изд-во УГТУ - УПИ, 2002. 87 с.

2. Кукуй, Д. М. Разработка технологических решений получения черных и цветных сплавов с использованием среднечастотных индукционных печей / Д.М. Кукуй , Ф. И. Рудницкий , Ю. Н. Фасевич , Н. Н. Сергиеня , А. С. Синдель // Литье и металлургия. – 2014. – № 2: – С. 9–14.

3. Лузгин, В. И. Индукционные печи средней частоты нового поколения / В. И. Лузгин, А. Ю. Петров, Л. И. Фаерман // Черные металлы. – 2006. – № 7–8. – С. 14–24.

Summary. The advantages of using medium-frequency induction crucible furnaces in comparison with furnaces operating at industrial frequency are shown. The economic efficiency of switching from induction furnaces of industrial frequency to medium frequency furnaces is presented. The method of multi-post melting is described.

УДК 636.084.74

Рогальская Ю.Н., научный сотрудник;
Бернацкая Д.В., Цалко С.А.
РУП «Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И РАЗДАЧИ ПОЛНОРАЦИОННЫХ КОРМОСМЕСЕЙ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ РЕГУЛИРОВАНИЯ САХАРОПРОТЕИНОВОГО СООТНОШЕНИЯ

Аннотация. Согласно зоотехническим исследованиям, при составлении рационов для кормления животных необходимо учитывать не только потребности последних в кормах, но и оптимальное соотношение основных питательных веществ. В последние годы во всем мире большое внимание уделяется балансированию рационов крупного рогатого скота по сахару. Согласно зоотехническим требованиям, сахаропротеиновое отношение должно быть не ниже 0,8:1,0, а для высокопродуктивных коров должны составлять 1,2-1,5:1,0. В качестве источника сахара зачастую используется меласса.

Abstract. According to zootechnical research, when formulating rations for feeding animals, it is necessary to take into account not only the latter's needs for feed, but also the optimal ratio of essential nutrients. In recent years, much attention has been paid worldwide to balancing cattle rations for sugar. According to zootechnical requirements, the sugar-protein ratio should be no lower than 0.8:1.0, and for highly productive cows it should be 1.2-1.5:1.0. Molasses is often used as a source of sugar.

Ключевые слова. Кормосмесь, балансирование рациона, меласса, дозирование компонентов, раздача кормов, выгрузной шнек.

Keywords. Feed mixture, ration balancing, molasses, component dosing, feed distribution, unloading auger.

По зоотехническим требованиям, при составлении рационов и выдаче кормосмеси животным необходимо учитывать не только потребности животных в количестве выдаваемой кормосмеси, но и в оптимальном соотношении основных питательных веществ входящих в кормосмесь.

В последние годы во всем мире большое внимание уделяется балансированию рационов крупного рогатого скота по сахару. Согласно зоотехническим требованиям, сахаропротеиновое отношение должно быть не ниже 0,8:1,0, а для высокопродуктивных коров (более 6000 литров молока в год) должны составлять 1,2-1,5:1,0 [1, 2].

В качестве жидкого компонента, источника сахаров, на молочно-товарных фермах и комплексах для приготовления полнорационной кормосмеси используется меласса.

Меласса (патока) является побочным продуктом богатых сахарных культур. Меласса в своем составе содержит большое количество быстрых (простых) углеводов.

В свекловичной мелассе (патоке) содержится вода, азотистые соединения, 58 % – 60 % углеводов (в основном сахара) и зола.

Мелассу применяют:

− для повышения усвояемости грубых кормов;

− для повышения аппетита у животных;

− для снижения стресса у животных, связанного с изменением сезона;

− как дополнительный источник энергии.

За счет высокого содержания растворимых сахаров в мелассе в рубце КРС увеличивается количество ферментов, которые в свою очередь улучшают переваривание корма с высоким содержанием белка и клетчатки (оптимизация ферментации в рубце).

При использовании мелассы необходимо учитывать, следующие замечания:

− меласса не должна превышать более 20 % от общего рациона по сухому веществу;

− при высоких темпах кормления мелассой, может потребоваться дополнительный источник грубых волокон, таких как солома или сено;

− не добавлять мелассу к молоку для телят, так как молоко не идет в рубец, и теленок не в состоянии переварить мелассу;

− телята могут переваривать мелассу, когда она добавляется в «грубый» корм, только тогда начинает функционировать рубец;

− не допускается давать коровам мелассу в неограниченных количествах, так как это продукт высокого брожения, что может привести к развитию ацидоза у коров.

Хотя применение мелассы при кормлении крупного рогатого скота может решить ряд проблем при балансировании рациона, в свою очередь имеется ряд препятствий для ее использования, обусловленные в первую очередь ее физико-механическими свойствами [3, 4, 5].

На сегодняшний день на молочно-товарных фермах и комплексах мелассу довольно часто добавляют в рационы крупного рогатого скота. Одним из способов включения мелассы в рацион является ее ввод при изготовлении комбикормов.

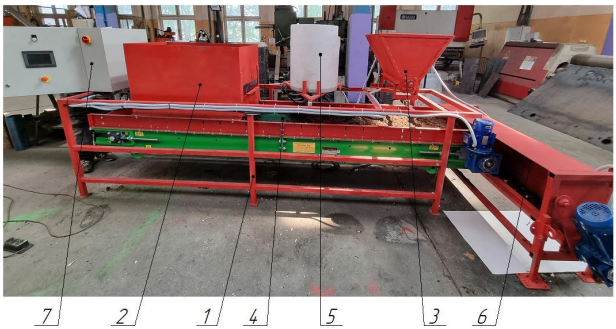
В качестве мелассосмесителей в линиях для производства комбикормов используют специальные машины непрерывного действия, а также горизонтальные смесители порционного действия и смесительные установки, поставляемые с прессами-грануляторами. Ходя данный способ достаточно эффективен, но требует значительных финансовых затрат, а также практически отсутствует возможность реализации в рамках сельскохозяйственного предприятия.

Наиболее часто встречающимся способом добавление мелассы в рацион, является способ, при котором используются прицепные миксеры-раздатчики и погрузчики-смесители-раздатчики кормов, в которых

исходные компоненты загружаются в бункер, а далее перемешиваются рабочими органами, при этом можно часто наблюдать залипание и комкование кормовой массы, а также неравномерность смешивания и соответственно раздачи.

С целью повышения мясной и молочной продуктивностей крупного рогатого скота, снижения трудовых и материальных затрат, а также единицы себестоимости продукции животноводства предлагается разработать технология, а также оборудование, применение которых обеспечит ввод мелассы в кормосмесь, непосредственно перед ее раздачей на кормовой стол.

Для этих целей был разработан макетный образец устройства для приготовления и раздачи полнорационных кормосмесей с возможностью добавления мелассы (рисунок 1). Макетный образец обеспечивает в автоматическом режиме интеллектуальное поточное приготовление и раздачу кормосмеси с возможностью изменения сахаропротеинового соотношение в зависимости от половозрастной группы животных, что способствует повышению их продуктивности, а также приводит к снижению трудовых и материальных затрат.



1 – рама подающего транспортера; 2 – бункер силоса; 3 – бункер комбикорма; 4 – подающий транспортер; 5 – бункер для жидких компонентов; 6 – шнек выгрузной; 7 – шкаф управления

Рисунок 1 – Макетный образец устройства для приготовления и раздачи полнорационных кормосмесей

Рама подающего транспортера 1 обеспечивает фиксацию всех основных элементов и закреплена на передвижной платформе.

Бункер силоса 2 обеспечивает прием, хранение, объемное дозирование исходных компонентов (силоса, сенажа) и подачу их на полотно подающего транспортера 4. Объем поступающей массы регулируется посредством заслонки.

Бункер комбикорма 3 обеспечивает прием, хранение и весовое дозирование комбикорма по массе, и подачу его на полотно подающего транспортера 4. Бункер комбикорма установлен на четырех тензодатчиках для дозирования заданной порции по массе.

Подающий транспортер 4 обеспечивает транспортирование исходных компонентов и кормосмеси к выгрузному шнеку 6.

Бункер для жидких компонентов 5 обеспечивает загрузку, хранения с последующим транспортированием жидких компонентов, посредством ротационного соединения, к выгрузному шнеку 6 по средством насоса, по транспортирующим шлангам к валу выгрузного шнека. Регулирование нормы внесения осуществляется посредством открытия электромагнитного клапана, установленного на подающей магистрали, управляемого с пульта управления.

Выгрузной шнек 6 обеспечивает перемешивание поступившей с подающего транспортера 4 кормосмеси, а также ввод жидких компонентов непосредственно перед ее выгрузкой, посредством набора форсунок.

На валу выгрузного шнека с равным шагом уставлен ряд форсунок, обеспечивающих равномерное внесение жидких компонентов перед выгрузкой кормосмеси на кормовой стол.

Процесс работы макетного образца представлен на рисунке 2.

Рисунок 2 – Процесс работы

По завершению процесса смешивания производили контроль влажности полученной кормосмеси на соответствие зоотехническим требованиям.

Влажность полученной кормосмеси не должна превышать 50 %. В процессе приготовления кормосмеси, ее структура получается практически однородной, без комков. Пример навесок кормосмеси, полученных в ходе проведения экспериментальных исследований представлен на рисунке 3.

Рисунок 3 – Навески полученной кормосмеси

Структуру кормосмеси, а именно комковатость, определяли путем нахождения соотношения его фракций по формуле:

$$K = \left(1 - \frac{m_к}{m_п}\right) 100, \% \qquad (1)$$

где $m_к$ – масса комков в каждой пробе, кг;

$m_п$ – масса пробы, кг;

Отмечено, что при большой доле использования мелассы наблюдалось значительное комкование.

Список использованной литературы

1. Вагин, Б. И. Зоотехнические и экономические предпосылки дозирования сухих концентрированных кормов / Б. И. Вагин, М. А. Трутнев, Н. В. Трутнев // Сборник научных трудов. Совершенствование технологических процессов и рабочих органов машин в растениеводстве и животноводстве. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский ГАУ, 2003. – С. 29–31.

2. Мохнаткин, В. Г. Выбор рациональных параметров питающего устройства установки для приготовления кормовых смесей / В. Г. Мохнаткин, А. С. Филинков, П. Н. Солонщиков // Тракторы и сельхозмашины. – 2015. – № 4. – С. 45–47.

3. Белянчиков, Н. Н. Механизация животноводческих ферм и комплексов / Н. Н. Белянчиков, А. И. Смирнов. – М.: Колос. – 1994. – 396 с.

4. Ведищев, С. М. Совершенствование процесса дозирования кормов // С. М. Ведищев, А. В. Прохоров. X научная конференция : пленарные докл. и краткие тез. / Тамб. гос. техн. ун-т. – Тамбов, 2005. – С. 175, 176.

5. Ужик В.Ф., Китаева О.В., Тетерядченко А.И., Китун, А.В., Передня В.И., Романюк Н.Н. Машины и оборудование для животноводческих ферм и комплексов / Под общей ред. В.Ф. Ужик. – 2017. – 462 с.

Summary. A prototype of a device for preparing and distributing complete feed mixtures with the ability to add molasses has been developed. The prototype provides for intelligent flow preparation and distribution of feed mixtures in automatic mode with the ability to change the sugar-protein ratio depending on the age and sex group of animals, which helps to increase their productivity and also leads to a reduction in labor and material costs.

УДК 621.74

Андрушевич А.А., кандидат технических наук, доцент;
Канашкин М.В., магистрант
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИМПУЛЬСНОЙ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКИ ПРЕСС-ФОРМ ДЕТАЛЕЙ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ

Аннотация. Приведены сведения о технологии и оборудовании для лазерной наплавки при восстановлении и упрочнении стальных изделий. Рассмотрен технологический процесс импульсной лазерной наплавки деталей пресс-форм проточных подогревателей дизельного топлива автотракторной техники, работающих в интенсивных условиях износа рабочих поверхностей.

Abstract The article provides information on the technology and equipment for laser surfacing during restoration and strengthening of steel products. The technological process of pulsed laser surfacing for restoration of mold parts of flow-through heaters of diesel fuel of automotive and tractor equipment operating under intensive conditions of wear of working surfaces is considered.

Ключевые слова: наплавка, лазер, импульс, износостойкость, твердость, восстановление, наплавленный слой.

Keywords: surfacing, laser, pulse, wear resistance, hardness, restoration, deposited layer.

Введение. Современное сельхозмашиностроение, автотракторное производство и другие отрасли промышленности страны характеризуются ростом эксплуатационных характеристик применяемых инструментов, машин и оборудования в результате интенсификации процессов изнашивания, коррозии, усталости и разрушения рабочих поверхностей деталей. В связи с этим особую роль приобретают инновационные эффективные технологии восстановления, упрочнения и увеличения срока службы деталей, определяющих требуемые параметры эксплуатации [1,2].

Одним из таких прогрессивных технологических процессов является лазерное упрочнение и наплавка быстроизнашиваемых частей деталей. Лазерная наплавка (ЛН) отличается рядом преимуществ. В работе изучено восстановление деталей пресс-форм проточных подогревателей дизельного топлива автотракторной техники методом импульсной лазерной наплавки.

Пресс-формы применяют при литье металлов и полимерных материалов под давлением, литье по выплавляемым моделям, прессовании полимерных материалов, которые при эксплуатации подвергаются сильным механическим и термическим воздействиям [3]. В результате этого на рабочих поверхностях возникают дефекты, способствующие

снижению качества изготавливаемых изделий и уменьшающие срок службы пресс-формы. Исправление дефектов пресс-форм целесообразно производить, когда затраты на эту работу меньше стоимости изготовления нового инструмента.

Для ремонта пресс-форм обычно применяют ручную аргонно-дуговую сварку (РАДС) с использованием наплавляемых металлических материалов. Метод широко распространен, однако имеет серьезные недостатки, в сравнении с лазерной импульсной наплавкой главные из которых – локальный перегрев, снижение твердости поверхности в зоне ремонта, возникновение трещин в зоне термического влияния и возможные деформации зон поверхности, в результате размеры могут выйти за поле допуска, поры, сложность подбора наплавляемой проволоки. Кроме этого, некоторые дефекты в виду сложности процесса могут быть недоступны РАДС в силу сложной геометрии пресс-формы. Также к недостаткам метода можно отнести высокую трудоемкость и нестабильность результатов, что увеличивает затраты при ремонте.

Основная часть. Технологический процесс лазерной наплавки (ЛН) представляет собой одновременный подвод к месту дефекта лазерного излучения и присадочной проволоки в среде инертных газов. Присадочный материал, расплавляясь, заполняет место дефекта. После лазерной наплавки требуется минимальная, по сравнению с традиционными методами, механическая обработка.

Использование импульсного лазерного излучения, позволяет получать минимальные зоны термического влияния, которые не превышают нескольких десятков микрон. Минимальные объемы расплава и минимальные тепловложения в наплавляемый инструмент позволяют сократить продольные и поперечные деформации и тем самым сохранить его прецизионные размеры в поле допуска нескольких микрон. Точность наведения и локальность действия луча лазера обеспечивает строго определенные геометрические участки детали с минимальным припуском на механическую обработку, который составляет 0,2...0,5 мм. Зоны термического влияния очень малы, подложка остается практически холодной. В этих условиях имеет место процесс автозакалки, который приводит к формированию чрезвычайно мелкодисперсной структуры, обладающей повышенной износостойкостью.

Лазерная наплавка позволяет производить ремонт и восстановление пресс форм, устраняя такие дефекты, как сколы, трещины, царапины, поры, забоины и др. При данной технологии можно добиться повышение надежности и долговечности сложных формообразующих деталей матриц пресс-форм.

На рисунке 1 показана функциональная схема процесса лазерной наплавки.

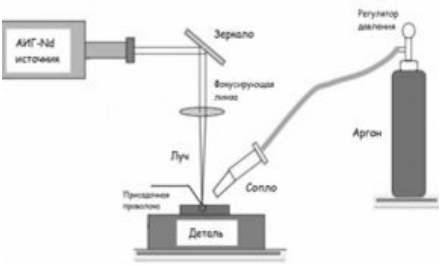


Рисунок 1 – Функциональная схема процесса лазерной наплавки

Для лазерной технологии характерны: высокая гибкость процесса, возможность обработки конструкций из труднообрабатываемых материалов, уменьшение затрат на подготовку производства, устранение ряда вспомогательных операций и технологической оснастки. В этих случаях необходимы соответствующие требования к лазерной установке, которая должна быть изготовлена на базе агрегатно – модульной конструкции и специальных компонентов [4]. Примером такого оборудования на предприятии ОДО «Номакон» является лазерная установка ECOLASER ECO3300 фирмы COHERENT OR Laser (Германия).

Для отработки упрочняюще-восстановительной технологии ЛН был изготовлены элементы пресс-формы из легированной стали марки 40Х13, которая применяется для получения формующих деталей пресс-форм.

В элементе пресс-формы фрезерованием были выполнены два паза V-образной формы, имитирующие дефект износа, с его последующей вакуумной закалкой 45-48 HRC и шлифовкой с шероховатостью *Ra* 6.3 ГОСТ 2789-73. Изготовленные фрезерованием пазы имели глубину 4 мм (рисунок 2).

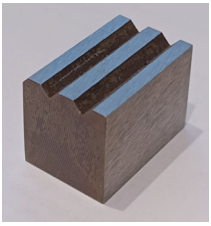


Рисунок 2 – Элемент пресс-формы с пазами

Для ЛН использованы две разновидности проволок для устранения различных видов дефектов и подобраны режимы лазерного излучения. Предварительно произведена очистка и подготовка поверхности

элементов под наплавку. Проводился подбор проволоки различного химического состава для каждого паза. Данный этап в получении требуемого химического состава наплавленного слоя металла является важным, так как позволяет обеспечить требуемые свойства восстанавливаемой поверхности.

Производитель проволоки Quada (Германия). Химический состав проволок приведён в табл.1. Диаметр наплавляемых металлических проволок составлял 0,3 мм.

Таблица 1 – Химический состав наплавляемых проволок

№ проволоки	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ti	Fe
№1 QuFe13	0,25	0,5	0,7	5,0	4,0	0,6	основа
№2 QuFe20	0,35	0,3	1,2	7,0	2,2	0,3	основа

№1 проволока QuFe13 используется для высоконагруженных инструментов горячей обработки, которые одновременно подвергаются высоким механическим, термическим и абразивным нагрузкам. Сплав гарантирует хорошую стойкость к коррозионно-активному пластику. Полученная твердость 42–46 HRC. Она зависит от слоев и твердости основного материала.

№2 проволока QuFe20 особенно подходит для ремонта пресс-форм, вырубных и режущих инструментов. Твердый и прочный наплавленный слой устойчив к высокой нагрузке на кромку. Также подходит для многослойной наплавки. Твердость 54–60 HRC.

Основными параметрами процесса при подборе ЛН являются: мощность и длительность импульсов, диаметр сфокусированного излучения, частота импульсов, положение фокального пятна относительно поверхности наплавляемой детали. Для материала пресс-формы стали 40Х13 при получении корпуса подогревателя топлива выбраны: мощность импульса 0,37% от номинального, длительность импульса 7,0 м/с, частота импульса 13,0 Гц.

На завершающем этапе проведена импульсная лазерная наплавка элементов. Дополнительная механическая обработка наплавленных швов не потребовалась. На рисунке 3 показан наплавленный слой образцов (а)-без увеличения и (б) при увеличении Х10.

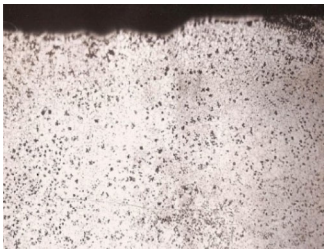
а) без увеличения б) Х10

Рисунок 3 – Наплавленный слой на образцах
а) без увеличения; б) при увеличении Х10

После лазерной наплавки было проведено исследование качества наплавленного материала. При внешнем осмотре наплавленных соединений на образцах элементов на макроуровне трещин, несплавлений и других дефектов не обнаружено.

Для более детального изучения микроструктуры наплавленного соединения проведено травление поверхности шлифа (в течение 4…5 мин в холодном реактиве, состоящем из 100 см^3 HCl, 5 см^3 H_2SO_4, 20 г $CuSO_4$ $5H_2O$, 80 см^3 H_2O). Была выявлена граница соединения основного материала пресс-формы с наплавленным слоем металла (рисунок 4).

а)



б)

а) наплавка проволокой №1 б) наплавка проволокой №2

Рисунок 4 – Микроструктура зоны «наплавка-основной материал» образца

Проведены металлографические исследования в зоне наплавок и основного материала элемента пресс-формы.

Анализ микроструктуры образцов показал, что материал наплавки не содержит включений и несплавлений между слоями, что показало качественную структуру в области зон сплавления.

Произведён замер твёрдости образцов, что позволяет оценить и сравнить свойства материала пресс-формы и материала наплавки. Для измерения твёрдости элементов пресс-формы использован твердомер ТК2 с нагрузкой 100 кг. Замер проводился в поперечных сечениях зоны наплавленного материала и в основном материале. Значения твердости приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Твердость наплавленных участков образцов

№ Образца и марка проволоки	Твердость HRC	
	Основной материал	Зона наплавляемого материала
Образец №1 QuFe13	42…48	52…56
Образец №2 QuFe20	42…48	58…62

Анализ полученных значений показал, что твёрдость наплавленного слоя выше твёрдости основного металла с достаточно равномерным распределением твёрдости по сечению. Для наплавки матрицы пресс-

формы выбрана проволока образца №1, т.к. она отвечает требованиям необходимой твердости изделия (52…56HRC).

Разработанная технология импульсной лазерной наплавки по восстановлению деталей пресс-форм была применена для получения наплавленного слоя, максимально приближенного по физика-механическим свойствам к основному материалу. На рисунке 5 показана деталь матрицы пресс-формы, используемой для изготовления корпуса подогревателя дизельного топлива, после устранения дефекта на поверхности литникового канала.

Рисунок 5 –Деталь матрицы пресс-формы,
восстановленная лазерной наплавкой

Выводы. 1. Анализ современного развития технологий восстановления деталей машин показал высокую эксплуатационную эффективность и перспективность лазерной наплавки для ремонта деталей пресс-форм на предприятии ОДО «НОМАКОН».

2. Изучение и отработка параметров технологического процесса лазерной наплавки с оптимизацией режимов восстановления быстроизнашиваемых частей пресс-форм для получения корпуса проточных подогревателей позволили:

- увеличить эксплуатационный срок службы пресс-форм на 40-50%, (повысить количество циклов наработки до капитального ремонта с 400000 до 800000, снизить стоимость продукции и сделать ее конкурентоспособной);

- улучшить качество поверхности наплавляемых слоев;

-уменьшить время нахождения в ремонте на 20% за счет исключения ряда технологических операций.

Список использованной литературы

1. Восстановление деталей машин / Ф. И. Пантелеенко [и др.], под ред. В. П. Иванова. – М.: Машиностроение, 2003 – 672 с.

2. Пантелеенко, Ф. И. Прогрессивные технологии и лазерной наплавки и газотермического напыления / Ф. И. Пантелеенко, Жэн Пенчен // Литье и металлургия. – 2024,– №3. – С. 61–65

3. Технология импульсной лазерной наплавки при ремонте пресс-форм© 2015 В. Г. Смелов, А. В. Сотов, Р. Р. Кяримов, А. В. Агаповичев. – Самарский

государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королёва (национальный исследовательский университет)

4. Группа компаний Промышленные технологии. http://toplast.ru/routing.php?url = page/rezhimy-raboty-press-formy.

Summary. Analysis of the modern development of technologies for restoration of machine parts has shown high operational efficiency and prospects of laser surfacing for repair of mold parts at the enterprise of ODO "NOMAKON".

2. Study and development of parameters of the technological process of laser surfacing with optimization of modes of restoration of quickly wearing parts of molds for obtaining the body of flow heaters allowed:

- to increase the operational service life of molds by 40-50%, (to increase the number of operating cycles before major repairs from 400,000 to 800,000, to reduce the cost of products and make them competitive);
- to improve the surface quality of the deposited layers;
- to reduce the time spent in repair by 20% due to the exclusion of a number of technological operations.

УДК 621.432/004.932

Корнеева В.К., кандидат технических наук, доцент;
Капцевич В.М., доктор технических наук, профессор;
Остриков В.В., магистрант
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦВЕТА МОТОРНОГО МАСЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦВЕТОВОЙ МОДЕЛИ *HSB*

Аннотация. Предложен новый методический подход оценки цвета моторного масла по балльной шкале ASTM D 1500, основанный на использовании плагина Color Inspector 3D программного комплекса ImageJ. Проведено сравнение значений цветовых координат модели HSB цифровых изображений моторных масел с соответствующими координатами шкалы ASTM D 1500.

Annotation. A new methodical approach to assessing the color of motor oil according to the ASTM D 1500 point scale is proposed, based on the use of the Color Inspector 3D plugin of the ImageJ software package. A comparison of the values of the color coordinates of the HSB model of digital images of motor oils with the corresponding coordinates of the ASTM D 1500 scale is carried out.

Ключевые слова: моторное масло; цвет; модель HSB; шкала ASTM D 1500; ImageJ.

Keywords: motor oil; color; HSB model; ASTM D 1500 scale; ImageJ.

Моторное масло является одним из важнейших источников информации, анализирую которую можно судить как об изменении его состояния, так и о процессах, непосредственно протекающих в ДВС при

его эксплуатации [1]. Одной из контролируемых характеристик моторного масла является его цвет [2], по изменению которого можно судить о попадании в масло таких загрязнений, как топливо, вода, абразивные частицы, сажа и продукты износа трибосопряжений ДВС.

Оценку цвета моторного масла можно осуществлять с помощью приборов – колориметров ЦНТ (РФ), Цвет-ПХП (РФ), Koehler Instrument K13290 (США), Huazheng Electric HZSD-29 (КНР) и др. Принцип действия этих приборов основан на визуальном сравнении цвета моторного масла с цветом стандартных светофильтров с заданными значениями координат цветности, согласно ASTM D 1500 [3]. Следует отметить, колориметры являются дорогостоящим оборудованием, предназначены для проведения только лабораторных исследований и, самое главное, не могут быть использованы при испытаниях моторного масла непосредственно в полевых условиях.

Для проведения испытаний в полевых условиях АПК нами предлагается проводить сравнение цвета цифрового изображения пробы моторного масла с цветовыми элементами шкалы ASTM D 1500 (рисунок 1), оцениваемыми в баллах в диапазоне от 0 до 8 с шагом 0,5. Однако, такая органолептическая оценка цвета является, во-первых, трудоемкой, а, во-вторых, может оказаться ошибочной из-за субъективного восприятия изображения испытателем. Поэтому для проведения сравнения цвета моторного масла со шкалой ASTM D 1500 нами предложено [4] использовать программный комплекс ImageJ. Этот комплекс, первоначально разработанный Вейном Расбандом в 1997 г. для биомедицины, в настоящее время нашел широкое применение для решения технических задач в различных областях. *ImageJ* позволяет проводить обработку изображений любых форматов, осуществлять их колориметрический анализ, определять размеры объектов, производить различные геометрические преобразования и др. [5, 6].

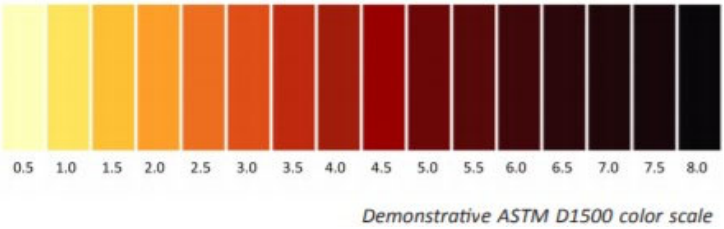


Рисунок 1 – Шкала *ASTM D* 1500

При проведении колориметрического анализа программа *ImageJ* позволяет представить цифровые изображения, используя различные цифровые пространства.

Целью настоящей работы является представление изображений балльной шкалы *ASTM D* 1500 и моторных масел в цветовой модели *HSB* и их сравнение с использованием программного комплекса *ImageJ*.

Цветовая модель *HSB* – перцепционная (интуитивная) модель представления цвета с помощью комбинации трех базовых параметров: цветового тона *H* (*Hue*), насыщенности *S* (*Saturation*) и яркости *B* (*Brightness*). Эту модель можно представить в виде цилиндра (рисунок 2), в котором любой цвет задается точкой с координатами базовых параметров: цветовой тон *H* – значением угла на периферии основания цилиндра от 0º (красный) через все цвета видимого спектра до 360º (красный); насыщенность *S* – радиальная координата от 0 % (центр основания цилиндра) до 100 % (на периферии); яркость *B* – координата по высоте цилиндра от 0 % (нижнее основание) 100 % (верхнее основание). Код цвета цветовой модели *HSB* записывается в виде перечисления цветовых координат (*H*, *S*, *B*), разделенных запятой, например, для зеленого цвета – 120º, 100 %, 100 %.

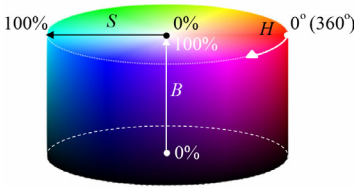


Рисунок 2 – Цветовая модель *HSB*

Для представления шкалы *ASTM D* 1500 в цветовой модели *HSB* воспользуемся плагином *Color Inspector* 3*D* программного комплекса *ImageJ*, позволяющим представлять цифровое изображение в выбранной цветовой модели с различным видом отображения, определять ее цветовые координаты, рассматривать изображение с различных сторон и др.

Применяемый плагин активируется в строке меню программы *ImageJ* путем выбора следующей последовательности команд *Plugins* → *Color Inspector* 3*D* в виде отдельного окна (рисунок 3). Далее открываем 3*D*-изображение шкалы *ASTM D* 1500 (*File* → *Open* → файл) и выбираем вид цветовой модели (*Color Space* → *HSB*) (рисунок 4).

Плагин *Color Inspector* 3*D* позволяет выбирать пять видов отображения 3*D*-изображений (*Display Mode*):

– «*All Colors*» – отображаются все цвета не зависимо от их частоты в виде отдельных точек;

– «*Frequency Weighted*» – отображаются цвета в виде отдельных точек, количество которых в зависимости от частоты можно регулировать настройкой с помощью ползунка «*Weight*»;

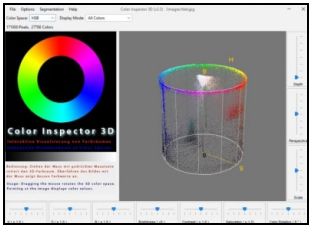


Рисунок 3 – Интерфейс плагина *Color Inspector* 3*D*

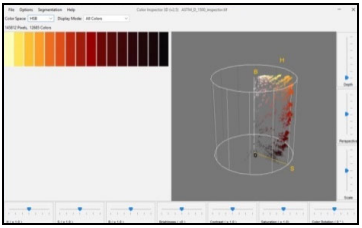


Рисунок 4 – Представление шкалы *ASTM D* 1500в плагине *Color Inspector* 3*D*

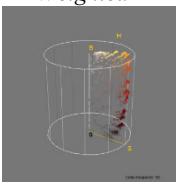
– «*Histogram*» – отображаются близкие цвета, объединенные в сферические ячейки с размером, пропорциональным частоте цветов, при этом количество ячеек можно регулировать настройкой с помощью ползунка «*Number of Color Cells*»;

– «*Median Cut*» – отображается уменьшенное с помощью метода медианного сечения количество цветов, объединенных в сферические ячейки с размером, пропорциональным частоте цветов, при этом количество цветов можно регулировать настройкой с помощью ползунка «*Colors*»;

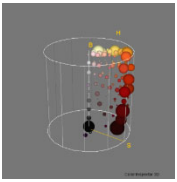
– «*Wu Quant*» – отображается уменьшенное с помощью алгоритма *Xiaolin Wu* («Квантование цвета методом динамического программирования и принципиального анализа») количество цветов, объединенных в сферические ячейки с размером, пропорциональным частоте цветов, при этом количество цветов можно регулировать настройкой с помощью ползунка «*Number of Colors*».

На рисунке 5 представлены 3*D*-изображения шкалы *ASTM D* 1500 в модели *HSB* при рассмотренных выше видах отображения.

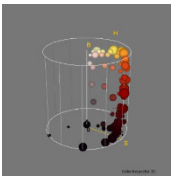
«*Frequency Weighted*»



«*Histogram*»



«*Median Cut*»



«*Wu Quant*»

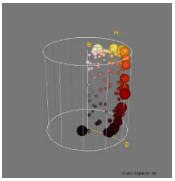


Рисунок 5 – 3*D*-изображения шкалы *ASTM D* 1500 в модели *HSB* при различных отображениях

Для определения цветовых координат цветовой модели *HSB* необходимо выбрать вид отображения «*Wu Quant*» и навести курсор мыши на исследуемый элемент изображения шкалы *ASTM D* 1500, при этом в строке состояния появятся значения цветовых координат (рисунок 6).

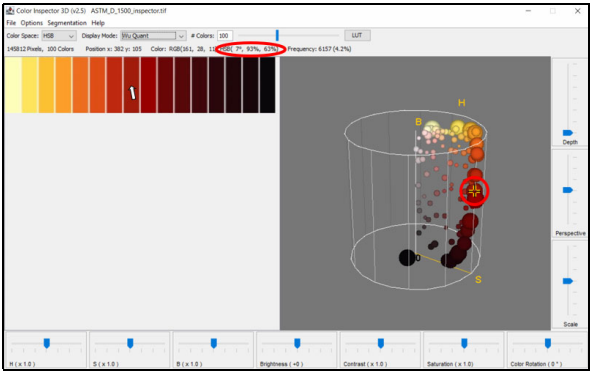


Рисунок 6 – Определение значений цветовых координат шкалы *ASTM D* 1500 цветовой модели *HSB*

Полученные значения цветовых координат модели *HSB* каждого элемента цветовой шкалы *ASTM D* 1500 представлены в таблице.

Таблица – Цветовые координаты *HSB* шкалы *ASTM D* 1500

Балл ASTM D 1500	*Цветовые координаты*			*Балл ASTM D* 1500	*Цветовые координаты*		
	H	*S*	*B*		*H*	*S*	*B*
0,5	61	27	100	4,5	0	100	60
1	51	64	99	5	0	94	42
1,5	42	80	99	5,5	359	91	35
2	33	83	99	6	355	91	25
2,5	23	88	93	6,5	353	83	16
3	17	90	87	7	353	78	13
3,5	9	93	75	7,5	347	76	10
4	7	93	63	8	280	30	4

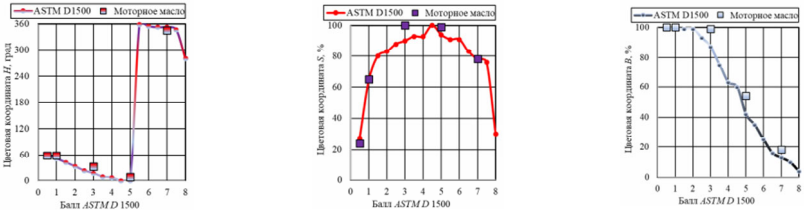
В качестве примера определим цветовые координаты *HSB* моторных масел с определенными баллами согласно *ASTM D* 1500, цифровое изображение которых представлено на рисунке 7 [7].

Рисунок 7 – Цифровое изображение моторных масел с баллами по шкале *ASTM D* 1500

На рисунке 8 представлено изображение модели *HSB* анализируемых моторных масел с отображением «*Wu Quant*» (двойной щелчок мышью по полученному изображению цветовой модели позволяет представить его вид сверху), а на рисунке 9 приведено сравнение их цветовых координат *H*, *S* и *B* с соответствующими координатами шкалы *ASTM D* 1500.

а *б*

Рисунок 8 – Изображение модели *HSB* моторных масел:
а – аксонометрия; *б* – вид сверху



а *б* *в*

Рисунок 9 – Сравнение цветовых координат модели *HSB* моторных масел с координатами шкалы *ASTM D* 1500:
а – координата *H*; *б* – координата *S*; *в* – координата *B*

Сравнение значений цифровых координат моторных масел с координатами шкалы *ASTM D* 1500 (рисунок 9) показывает хорошее совпадение по цветовому тону *H* для всех масел, а для масла с баллом 3 – отклонение по насыщенности *S* и яркости *B*. Такое отклонение может быть связано, или с неточной оценкой баллов при визуальном сравнении со шкалой, или с неправильной калибровкой цветофильтров при использовании колориметра.

Список использованной литературы

1. Венцель, С. В. Применение смазочных материалов в двигателях внутреннего сгорания. – Москва: Химия, 1979. – 240 с.

2. Determination of the parameter color of fresh engine oils by color indices and predictive models / A. Ivanova-Vasileva, Z. Zlatev, T. Georgieva, P. Daskalov // MATEC Web of Conferences. 2023. № 387. 04001.

3. Standard Test Method for Color of Petroleum Products (ASTM Color Scale): ASTM D1500-12 (2017). – ASTM International, West Conshohocken, PA, 2017. 5 p.

4. Корнеева, В. К. Методы оценки экспериментальных результатов экспресс-тестирования моторных масел, основанные на использовании программного комплекса ImageJ. Часть 1. Колориметрические методы / В. К. Корнеева, В. М. Капцевич // Агропанорама. – 2024. – № 6. – С. 29–36.

5. Ferreira T., Rasband W. ImageJ User Guide. JI 1.46r. – 2012. – 198 p.

6. Schroeder, A. B. The ImageJ ecosystem: open-source software for image visualization, processing, and analysis // Protein Science. – 2021. – № 30. – PP. 234–249.

7. Georgieva, T. Determination of the viscosity class of motor oils using color characteristics and statistical analysis / T. Georgieva, A. Ivanova-Vasileva, P. Daskalov // 32nd DAAAM International Symposium on Intelligent Manufacturing and Automation. – 2021. – Vol. 32, №1. – PP. 0327–0332.

Summary. Comparison of the values of the digital coordinates of motor oils with the coordinates of the ASTM D 1500 scale (Figure 9) shows good agreement in color tone H for all oils, and for oil with a score of 3, a deviation in saturation S and brightness B. Such a deviation may be associated either with an inaccurate assessment of points during visual comparison with the scale, or with incorrect calibration of color filters when using a colorimeter.

UDC 620.92: 338.51

Muhammad Bello Garba, *Ph.D*
Department of Technical Education Shehu Shagari University of Education, Sokoto

ECONOMIC ANALYSIS OF HYBRID DC BATTERY-SOLAR POWERED RECHARGEABLE IRRIGATION WATER PUMPING DEVICE

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГИБРИДНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОРОШЕНИЯ ПИТАНИЕМ ОТ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ И СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

Abstract. In agriculture both mechanical and electrical power is essential input for agriculture in order to produce crops. It runs many pieces of agricultural machines and equipment using electricity or fossil fuels. These days, a variety of agricultural technologies are available to increase crop yield at a lower cost and energy consumption. The key component of any crop-raising technique is water pumping for irrigation, and farmers must rely on grid power or fossil fuels to operate their pumps. This research proposes the use of hybrid DC battery-solar powered rechargeable irrigation pumping device and its practical adoption to boost crop production. It was discovered that the financial and environmental advantages of using hybrid pumping device compared to diesel pumps. It was discovered that a 7 HP diesel irrigation pump would have used 660 liters of diesel, releasing 1,716 kg of CO_2 into the environment, to irrigate a piece land of onion. Additionally, it is of financial benefit if the entire amount of carbon dioxide

emissions were turned into carbon credits and offered for sale on global markets. Therefore, it makes financial sense to install a solar-powered water pumping system when irrigating crop by Nigerian small-scale farmers

Keywords: economic, irrigation, solar-powered, water pumping, greenhouse gases

INTRODUCTION

The economy of Nigeria is driven by agriculture. In addition to providing food, it is Nigeria's main employer. Agriculture continues to be the foundation of the country's economy. It significantly boosts the GDP of the nation and creates jobs. Agriculture continues to be the main source of income for almost 70% of its rural families [1]. Nigeria's agriculture achieved substantial output and technological advancements following independence. Increasing agricultural output and enhancing food security were the main goals of previous strategies for the growth of Nigeria's agriculture industry. Nigeria now gets a large portion of its energy from fossil fuels. Thermal power plants (Figure 1) generate about 6964.85 MW [2]. According to [3], 37.4% of the greenhouse gases released into the environment are caused by energy produced by burning fossil fuels. In 2021, Nigeria emitted 334m metric tonnes of carbon dioxide equivalent (CO_2e). Since 1990, their emissions have increased by a compound annual growth rate (CAGR) of 1%. (Figure 2). Fossil fuel combustion raises carbon dioxide emissions, a primary cause of the current climate change catastrophe [4].

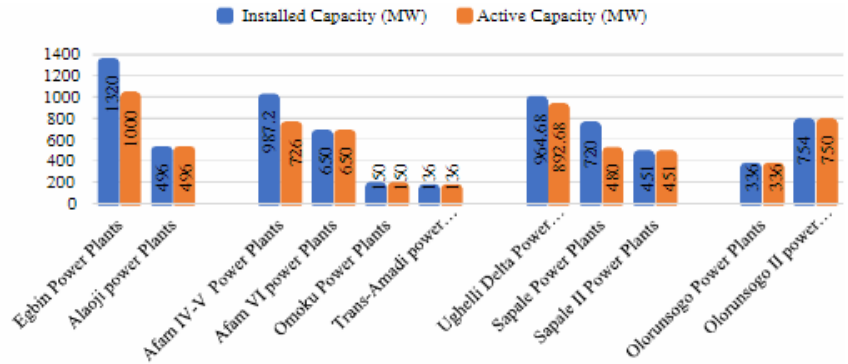


Figure 1 – Thermal Power plant in Nigeria. Source:

Subsequently, government will provide subsidy on setting up of solar power plants on their barren land. Through Agricultural Development Project (ADP) scheme, government should prioritize the fabricated hybrid pumping devices in the effort to double the income of farmers by 2026. Considering the importance of hybrid pumping device, following study was undertaken.

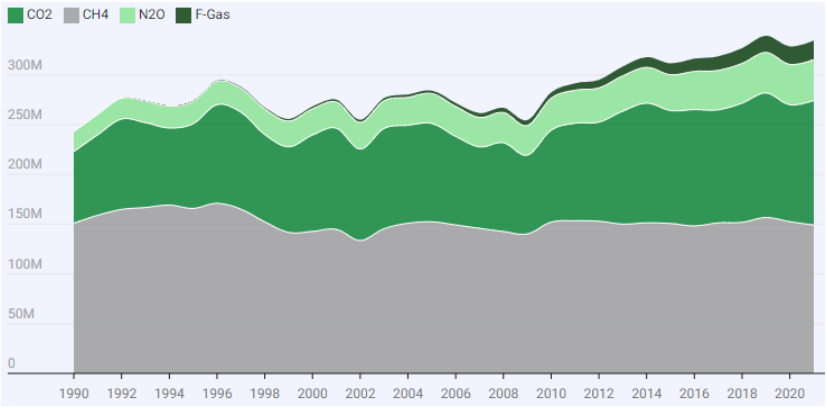


Figure 2 – Greenhouse gases measured in million metric tonnes of carbon dioxide equivalent (CO2e). Data excludes Land-Use Change and Forestry (LUCF)
Chart: Emission Index *Source*: Climate Watch [5]

METHODOLOGY

Study was based on primary data which was collected with the help of survey schedule. Respondents included farmers who were using 7 HP diesel pump for irrigation, but later replaced it with solar irrigation pump. To examine the economic benefits of solar irrigation pumps, the amount spent on diesel fuel used for running diesel pump was calculated. After the adoption of solar irrigation pump, farmer didn't purchase diesel so the expenditure on diesel was saved which was the economic benefit. Environmental benefit realized by adoption of solar irrigation pump was reduction in carbon emissions. To find out the reduction in carbon emissions, first of all diesel saving on irrigation were quantified with the help of following relation: 1 litre diesel = 2.6 kg CO_2 emission [6] 1 kg CO_2 = 0.27 kg carbon [7].

RESULTS AND DISCUSSION

Economic benefits of solar irrigation pumps

In the study area, average area under onion was 0.7 Ha. Diesel consumption for irrigating total area of onion by using 7 HP pump. A 7 HP diesel pump took 11 hours on an average to irrigate one hectare area in the study area. Average rate of diesel consumption of the 7 HP diesel pump was 2.5 litres per hour. Cost of diesel during the study period was estimated to be NGN 1100 per litre.

Total area of onion allocated by sample farmers was estimated to be 0.70 hectares per farm. Total number of irrigations provided by the sample farmers to onion was 12 during the crop period. Fuel consumption by the 7 HP diesel pump to irrigate 0.70 hectares of onion of the sample farmers was estimated to

be 231.00 litres. So, total amount spent on diesel would be equal to NGN 277,200 per growing season of the onion. It was found from the result that if 7 HP diesel irrigation pump was used to irrigate 0.70 hectares of groundnut, and then the total consumption of diesel would be 693 litres per year. This indicates that one farmer had to spend a total of NGN 831,600 to irrigate their crops per season. Since, hybrid DC battery-solar powered rechargeable irrigation water pumping device were used in the study area, so, there was no diesel consumption for the purpose of irrigation. Thus, the savings on diesel consumption was equal to the expenditure on fuel, amounting to NGN 831,600. Also, it was found that 693 litres of diesel were saved during a year by the adoption of hybrid DC battery –solar irrigation pumping device. These findings are also in line [8].

References

1. National Bureau for Statistics (2024). Online resources: Retrieved from https://www.nigerianstat.gov.ng/elibrary/read/1241536 on 28/05/2025.

2. Bala, Tekena & Ahiakwo, Christopher & Amadi, Hachimenum & Wokoma, Biobele & Ojuka, Otonye. (2024). Thermal Power Plants in Nigeria, Location & Capacity, Performance and Present Status (Part A). Journal of Research in Engineering and Applied Sciences. 9. 706-718. 10.46565/jreas.202492706-718.

3. OECD/IEA, 2022. CO2 Emissions from Fuel Combustion. [online] Available at: https://www.iea.org/reports/co2-emissions-in-2022.

4. Schock RN, Sims REH, Adegbululgbe A, Fenhann J, Konstantinaviciute I, Moomaw W et al. Nimir. Energy supply. In Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Metz, B.; Davidson, O.R.; Bosch, P.R.; Dave, R.; Meyer, L.A. (eds). Cambridge University Press, 2007, 252-322.

5. World Resources Institute, 2022. Climate Watch Historical GHG Emissions. [online] Washington, DC. Available at: https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions.

6. Jat ML, Sharma SK, Singh KK. Conservation agriculture for sustainable farming in India. Paper presentation in Winter School Training at Department of Agronomy, TNAU, Coimbatore, 2006. 11.

7. Paustian K, Antle M, Sheehan J, Eldor P. Agriculture's Role in Greenhouse Gas Mitigation. Washington, DC: Pew Center on Global Climate Change, 2006. http://www.fao.org/ fileadmin/user_upload/rome2007/docs/Agriculture_Role_in Greenhouse_Gas_Mitigation.pdf.

8. Goel, Sonali & Sharma, Renu. (2021). Economic Analysis of Solar Water Pumping System for Irrigation. 10.1007/978-981-15-8218-9_13.

УДК 631.348

Крук И.С.[1], кандидат технических наук, доцент;
Маркевич А.Е.[2], кандидат технических наук, доцент;
Гордеенко О.В.[3], кандидат технических наук, доцент
[1]*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*
[2]*ООО «Ремком», г. Горки, Республика Беларусь*
[3]*Учреждение образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь*

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОСНОВНОЙ ЕМКОСТИ И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ШТАНГИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПОЛЕВЫХ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ

Аннотация Приведен сравнительный анализ технико-экономических показателей использования навесных, прицепных и самоходных опрыскивателей. Отмечено влияние на их эффективность объема основной емкости, ширины захвата и способа агрегатирования.

Abstract A comparative analysis of the technical and economic indicators of the use of mounted, trailed and self-propelled sprayers is presented. The effect of the volume of the main tank, the width of the capture and the method of aggregation on their effectiveness is noted.

Ключевые слова опрыскиватель, емкость, штанга, параметры, производительность.

Keywords sprayer, capacity, boom, parameters, performance.

Рациональное и экологически безопасное применение средств химизации в растениеводстве заключается в соблюдении научно обоснованных регламентов выполнения работ, содержащих комплекс технологических, технико-экономических, качественных и других требований. Это в первую очередь обеспечивается соблюдением заданных доз, сроков и качества внесения средств химизации при полном исключениии потерь, что позволяет получить экономический эффект не только от количества полученного высокого урожая, но и от сэкономленных дорогостоящих препаратов. Это во многом определяется техническим совершенством и состоянием средств механизации. Время проведения технологических операций защиты растений в допустимые агротехнические сроки определяются наличием в хозяйстве необходимого количества средств механизации, уровнем их технического состояния. По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь обеспеченность сельскохозяйственных предприятий республики опрыскивателями в последние годы изменялась от 75,6 до 100,6 %. При этом даже в ее пиковые значения, приходящиеся на 2009–2010 годы, при объемах проведения защитных мероприятий в течение вегетационного сезона на площади около 6870–10148 тыс. га нагрузка на один

опрыскиватель составляла 1,30–1,93 тыс. га при рекомендуемой в вегетационный период – 1,0–1,1 тыс. га (в Германии в 2010 году на 12 млн. га пашни насчитывалось 30 тыс. опрыскивателей, то есть на один опрыскиватель приходилось 400 га) [1].

Для проведения мероприятий по химической защите полевых культур используются штанговые опрыскиватели различных типов: навесные, прицепные, самоходные, которые могут двигаться по полю с различной рабочей скоростью. Данные агрегаты оснащаются рабочими емкостями различных объемов и распределительными штангами, имеющими различные ширины захвата. Данные факторы в итоге определяют производительность, влияющую на технико-экономические показатели и себестоимость выполняемой операции.

Необходимое количество полевых штанговых опрыскивателей и их типов для сельскохозяйственного предприятия с учетом площади посевов (S, га) и наличия свободных тракторов ($K_{тр}$, шт.) можно определить по графической зависимости (рисунок 1). Если точка пересечения показателей лежит выше линии обеспеченности графика, значит выполнение работ по химической защите растений в установленные сроки обеспечат навесные или прицепные опрыскиватели, если ниже – имеется необходимость в приобретении самоходного.

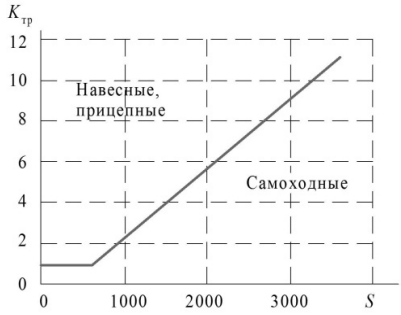


Рисунок 1 – Графическая зависимость для определения потребности сельскохозяйственного предприятия в штанговых опрыскивателях [2]

С учетом технических особенностей различных типов опрыскивателей формулируется задача их сравнительной экономической оценки при использовании на различных полях.

Известно, что производительность штанговых опрыскивателей Q (га/ч) определяется рабочей скоростью движения агрегата $v_р$ (км/ч), рабочей шириной захвата штанги $B_р$ (м), коэффициентом использования времени смены τ

$$Q = 0,1 v_р B_р \tau. \quad (1)$$

При этом повышение производительности агрегата можно достичь увеличением показателей, входящих в данную формулу. Для повышения производительности используют опрыскиватели с увеличенным объемом основной емкости, что позволяет сократить время на транспортировку и заправку. Для навесных опрыскивателей объем основной емкости достигает 1500 литров, прицепных (полунавесных) – 5500, самоходных 5000 литров [3]. При этом создаются дополнительные проблемы, связанные с увеличением давления на почву и устойчивостью агрегата. Допустимая масса опрыскивателя с заправленными емкостями, навешиваемого на заднюю навеску трактора, может составлять для Беларус 1221–3114 кг, для Беларус 800–950 – 2174 кг [3]. Теоретически увеличить величину коэффициента использования времени смены можно за счет рациональных значений параметров, входящих в формулу: объем основной технологической емкости, коэффициент рабочих ходов, рабочей скорости и ширины захвата агрегата, нормы внесения рабочего раствора и др. Время на холостые повороты зависит от кинематической длины агрегата, скорости его движения и количества поворотов за смену на данной площади поля. В зависимости от условий работы (конфигурация и уклон поля, длина гона) и типа агрегата (навесной, прицепной, самоходный) имеются различные способы его движения, параметры которых влияют на значение коэффициента рабочих ходов. При этом наблюдается парадоксальная ситуация: увеличение рабочей скорости и ширины захвата опрыскивателя прямым образом влияют на возрастание его производительности и косвенным – на ее снижение, возникающее вследствие уменьшения коэффициента использования времени смены, вызванное возрастанием затрат времени на технологические остановки, связанные с заправкой.

При выборе типа штангового опрыскивателя и рациональной величины основной емкости следует также учитывать реальные размеры обрабатываемых полей. Известно, что при увеличении длины гона производственные затраты на выполнение технологических операций снижаются. Для Беларуси характерны следующие размеры полей: до 3 га – 15% полей; 3–10 га – 15% полей; 11–25 га – 45% полей [3]. Средняя длина гона полей в республике составляет 505 метров: в Брестской области – 562, Витебской – 377, Гомельской – 583; Гродненской – 472, Минской – 532, Могилевской – 533 метров [4].

Сравнение опрыскивателей проводилось с учетом условной нормы внесения 200 л/га рабочей жидкости при трех возможных рабочих скоростях: 8, 10 и 12 км/ч. В расчетах продолжительность рабочей смены принималась 6 часов. Использовались 6 типов опрыскивателей:

- прицепных емкостью 2000 и 3000 л, захватом 12 и 18 м;

- навесных емкостью 630 и 1200 л, захватом 12 и 18 м;
- самоходных емкостью 2500 и 4000 л, захватом 18 и 24 м.

Таблица 1 – Сравнительная технико-экономическая оценка опрыскивателей

Опрыскиватели	Необходимое количество заправок			Общее время на заправки за смену, час.			Коэффициент использования времени смены			Производительность за час сменного времени, га/ч		
Рабочая скорость агрегата, км/ч	8	10	12	8	10	12	8	10	12	8	10	12
Прицепной опрыскиватель емкостью 2000 л и захватом 12 м	2,80	3,2	3,60	1,22	1,42	1,57	0,48	0,44	0,41	4,57	5,33	5,90
Прицепной опрыскиватель емкостью 3000 л и захватом 18 м	2,50	3,0	3,30	1,43	1,69	1,88	0,43	0,40	0,37	6,12	7,24	8,07
Навесной опрыскиватель емкостью 630 л и захватом 12 м	7,30	8,0	8,70	1,84	2,03	2,21	0,40	0,35	0,32	3,81	4,19	4,57
Навесной опрыскиватель емкостью 1200 л и захватом 18 м	5,57	6,12	6,68	1,86	2,04	2,23	0,39	0,34	0,31	5,57	6,12	6,68
Самоходный опрыскиватель емкостью 2500 л и захватом 18 м	3,0	3,40	3,80	1,51	1,72	1,92	0,43	0,39	0,36	6,12	6,96	7,79
Самоходный опрыскиватель емкостью 4000 л и захватом 24 м	2,30	2,60	2,90	1,65	1,88	2,04	0,40	0,36	0,33	7,60	8,67	9,40

Результаты расчетов, составляющих коэффициента использования времени смены и производительности рассматриваемых типов опрыскивателей (табл. 1), позволяют сделать следующие выводы:

- общее время на повороты за смену составляет 0,06–0,19 часа и не оказывает значительного влияния на основные характеристики работы опрыскивателей;

- общее время, затрачиваемое на технологические остановки, составляет 20,3–32,5 % общего времени смены;

- коэффициент использования времени смены находится в пределах 0,27–0,48, причем меньшие значения соответствуют меньшей продолжительности смены (на его величину негативное влияние оказывает увеличение рабочей скорости движения агрегата и ширины захвата штанги вследствие увеличения затрат времени на технологические остановки; положительно влияет увеличение емкости бака);

- рост производительности агрегата обеспечивается увеличением рабочей скорости движения, ширины захвата и емкости бака (максимальная

производительность, достигаемая самоходными опрыскивателями, составляет 8,14–9,4 га/ч).

Важным показателем при выборе перспективного типа опрыскивателей для условий Беларуси является срок их окупаемости. Он определяется как отношение суммы капиталовложений на приобретение машины к чистому доходу, полученному от ее использования. Чистый доход представляет собой совокупность чистой прибыли и амортизационных отчислений. На величину чистой прибыли влияют многие факторы, основными из которых являются стоимость полученной продукции и затраты на ее производство. При оценке опрыскивателей различных типов следует учесть, что экономический эффект от их использования достигается за счет получения дополнительного урожая с обрабатываемых площадей при условии превышения его стоимости над вложенными средствами. При расчете величины затрат необходимо принимать во внимание, что их составляющими являются не только непосредственно эксплуатационные затраты на работу опрыскивателя, но также стоимость вносимых на обрабатываемую площадь пестицидов, затраты на уборку, доработку и реализацию дополнительно полученной продукции. Учитывается также сумма налоговых платежей, исчисляемых при ее реализации.

Проведенный регрессионный анализ срока окупаемости позволил получить линию тренда (рис. 2), адекватно описываемую следующим уравнением [2]:

$$T_о = 2{,}42\ln(C_т)–18{,}08,$$

где $T_о$ – срок окупаемости опрыскивателя, лет;

$C_т$ – стоимость опрыскивателя, долл. США.

Срок окупаемости машин импортного производства в 2,6–2,9 раз выше, чем однотипных отечественных машин. Причем в расчетах учитывались более высокий технический уровень, надежность и долговечность опрыскивателей зарубежных фирм.

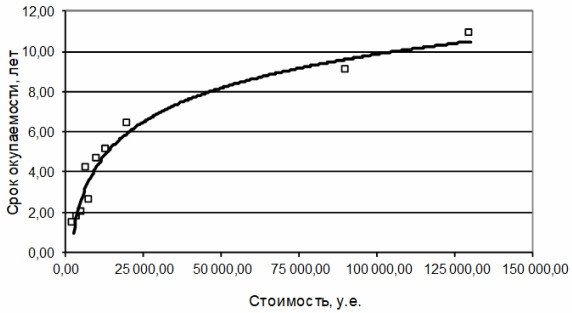


Рисунок 2 – Зависимость срока окупаемости опрыскивателя от его стоимости

Заключение. Объем основной технологической емкости, размер распределительной штанги и способ агрегатирования сельскохозяйственных опрыскивателей влияют на технико-эксплуатационные параметры их использования. Так, навесные опрыскиватели имеют производительность 3,1–6,7 га/ч и минимальный срок окупаемости – 1,44–5,12 лет; прицепные – соответственно 4,0–8,1 га/ч и 1,8–6,4 лет; самоходные – 5,0–9,4 га/ч и 9,0–11,0 лет.

Список использованной литературы

1. Направления повышения эффективности использования полевых штанговых опрыскивателей / И. С. Крук [и др.] // Агропанорама. – 2022. – № 5 (153). – С. 2 – 10.

2. Клочков, А. В. Снижение потерь пестицидов при опрыскивании : монография / А. В. Клочков, П. М. Новицкий, А. Е. Маркевич. – Горки : БГСХА, 2017. – 230 с.

3. Клочков, А. В. Механизация химической защиты растений: монография / А. В. Клочков, А. Е. Маркевич. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2008. – 228 с.

4. Кадастровая оценка сельскохозяйственных земель : Метод. Указ. По выполнению практикума по курсу «Земельный кадастр» / авт.-сост. Н. В. Клебанович. – Минск : БГУ, 2006. – 48 с.

УДК 631.348

Крук И.С.[1], кандидат технических наук, доцент;
Карпович С.К.[2], кандидат экономических наук, доцент;
Юркевич С.Б.[3]; **Савлук Л.Н.**[3]

[1]*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*
[2]*Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, г. Минск, Республика Беларусь*
[3]*Республиканское объединение «Белагросервис», г. Минск, Республика Беларусь*

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ПОЛЕВЫХ ШТАНГОВЫХ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ

Аннотация Приведены основные направления совершенствования конструкций полевых штанговых опрыскивателей.

Abstract The main directions of improving the designs of field rod sprayers are given.

Ключевые слова опрыскиватель, качество, конструкция, устройство, штанга, распылитель.

Keywords sprayer, quality, design, device, boom, sprayer.

Эффективность применения пестицидов определяется качеством выполнения технологического процесса, характеризуемого равномерностью распределения препарата по обрабатываемому объекту, дисперсностью

факела распыла, густотой покрытия обрабатываемой поверхности, которые во многом зависят от метеорологических условий и стабильной работы распылителей. При этом распылители должны обеспечивать качественную обработку с наименьшими потерями. При работе сельскохозяйственных опрыскивателей возникают ситуации, приводящие к потерям пестицидов: неравномерность распределения рабочей жидкости вдоль линии движения опрыскивателя и по ширине захвата штанги; снос препаратов ветром; испарение мелких капель; скатывание с обрабатываемой поверхности крупных капель; огрехи и перекрытия при обработках соседних проходов. Поэтому совершенствование конструкций полевых штанговых опрыскивателей непосредственно связано с увеличением производительности агрегата при снижении величины потерь рабочих растворов пестицидов.

В последнее десятилетие мировыми производителями штанговых опрыскивателей рост производительности обеспечивался увеличением рабочей ширины захвата, объема основной емкости и рабочей скорости. Каждый из данных путей влечет увеличение потерь пестицидов, связанных с повышением неравномерности распределения препаратов по обрабатываемой поверхности, вызываемой колебаниями штанги, сносом капель турбулентными воздушными потоками [1]. Использование опрыскивателей с шириной захвата штанги 18–24 м позволяет, при прочих равных условиях, увеличить производительность в сравнении с шириной захвата 12–18 на 33–50 % [2]. Для повышения производительности используют опрыскиватели с увеличенным объемом основной емкости, что позволяет сократить время на транспортировку и заправку. Решением проблемы рационального использования опрыскивателей является не увеличение основной емкости, а эффективное использование рабочих растворов, позволяющее при условии высокого качества покрытия обрабатываемых поверхностей каплями пестицида снизить удельный их расход до 80–150 л/га. На каждый процент неравномерности распределения рабочей жидкости приходится 0,4 % (по объему) его непроизводительного использования, то есть если опрыскиватель распределяет рабочую жидкость с коэффициентом вариации 20 %, то около 8 % раствора пестицида теряется [1, 2, 3]. На рисунке 1 представлена зависимость эффективности применения пестицидов от неравномерности их внесения [1, 3], из которой следует, что, если избежать указанных потерь, можно значительно снизить дозу пестицида на единицу площади.

Поэтому направления усовершенствования полевых штанговых опрыскивателей следует связывать с повышением качества внесения пестицидов при минимизации потерь. В общем случае использование средств защиты растений в растениеводстве сводится к следующим технологическим аспектам: приготовление раствора, поддержание заданной

концентрации в процессе работы агрегата, подача раствора и непосредственное внесение. Несмотря на кажущуюся простоту процесса внесения, факторами, определяющими его эффективность, являются распыление жидкости, движение капель в факеле распыла и осаждение их на обрабатываемой поверхности. Монодисперсный распыл, как наиболее приемлемый (до настоящего времени проблема его обеспечения при использовании гидравлических распылителей не решена) обеспечивающий не только равномерное распределение капель в факеле распыла, но и минимизирующий степень сноса капель ветром, определяется типом применяемого распылительного оборудования. В процессе движения от распылителя до обрабатываемой поверхности капли подвергаются прямому воздействию метеорологических факторов окружающей среды. Чтобы снизить степень их влияния на величину потерь операции опрыскивания проводят при температуре окружающего воздуха не более 27 °С, высокой влажности и скорости ветра до 4 м/с.

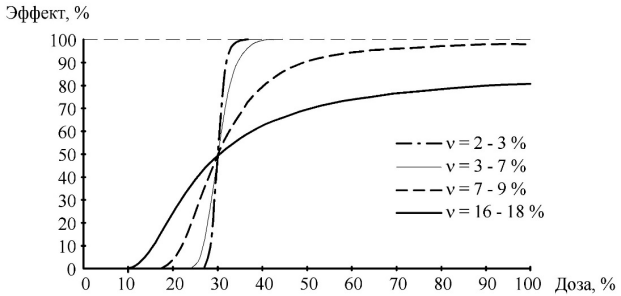


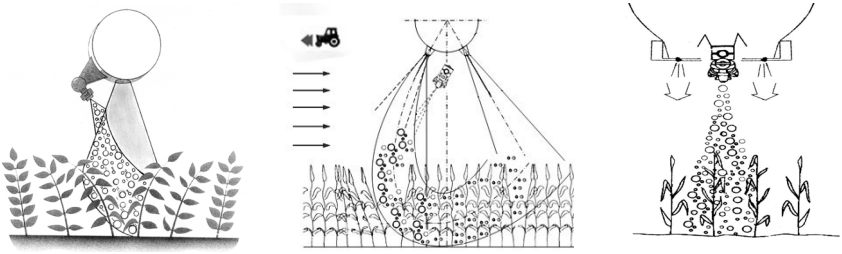
Рисунок 1 – Графические зависимости эффективности применения пестицидов при различной неравномерности их распределения ν

Для снижения потерь из-за сноса капель ветром исследования ведутся в нескольких направлениях, основным из которых является разработка ветрозащитных устройств (рисунок 2).

а) *б)* *в)*

Рисунок 2 – Конструкции ветрозащитных устройств: *а* – пассивного действия (щиток), *б* – активного действия; *в* – комбинированного действия

Принципы работы ветрозащитных устройств активного действия основаны на двух способах: осаждение капель направленной воздушной струей (рисунок 3, *а,б*) и защита факелов распыла двумя симметрично расположенными воздушными струями (рисунок 3, *в*) [4].



а) *б)* *в)*

Рисунок 3 – Способы защиты факела распыла от воздействия ветра с использованием направленных воздушных

Следует отметить, что в результате проведенных полевых экспериментов было установлено, что при использовании в сухую погоду опрыскивателей объемного действия, направленный воздушный поток подхватывает с поверхности почвы пыль, создавая пылевую завесу, с которой смешиваются капли рабочего раствора [5]. При этом образуются комочки грязи, которые оседают на растения или почву. Кроме того, поднимающаяся пыль покрывает тонким слоем обрабатываемые поверхности растений, что снижает эффективность препаратов. Отраженный от поверхности поля воздушный поток выносит вверх не осевшие на обрабатываемых поверхностях растений мелкие капли, которые затем витают в воздухе и сносятся.

Конструкции ветрозащитных устройств комбинированного действия подбираются так, что обеспечивают перенаправление потока ветра, который не только транспортирует капли к обрабатываемому объекту, но и, взаимодействуя с основным воздушным потоком, защищает факел распыла от его прямого воздействия. Условиями их правильной работы таких ветрозащитных устройств являются рациональное использование энергии ветра, наименьшее аэродинамическое сопротивление движению агрегата и недопущение оседания капель рабочего раствора на их рабочие элементы. Рациональное соотношение конструктивных параметров позволяет перенаправить потоки воздуха в направлении обрабатываемого объекта и снизить снос на 50–70 %. Использование данных ветрозащитных устройств в конструкциях широкозахватных штанговых опрыскивателей приводит к увеличению массы штанги, а, следовательно, изменению ее несущей конструкции, схемы ее подвески и системы стабилизации. Поэтому осуществляется поиск материалов, обеспечивающих незначительное увеличение массы штанги.

Сегодня современный опрыскиватель невозможно представить без систем автоматизированного управления и контроля выполнения технологического процесса (навигаторы-курсоуказатели, элементы контроля качества и работы систем опрыскивателя и другие), которые позволяют снизить степень влияния оператора на работу агрегата. В их дальнейшем совершенствовании заложен большой потенциал рационального использования средств химизации без существенного влияния механизатора.

Эффективность химической защиты растений может быть сведена к минимуму или быть достаточной при больших производственных и материальных затратах и повышенном воздействии на экологию окружающей среды, вследствие использования технически неисправных или неотрегулированных технических средств. Поэтому важным элементом обеспечения качества выполнения технологических операций внесения средств защиты растений является оценка технического состояния используемых машин. Штанговые опрыскиватели должны подвергаться диагностике, профессиональным настройкам и регулировкам с использованием необходимой материально-технической базы [6, 7]. В некоторых странах Западной Европы каждая машина, используемая для внесения химических средств защиты растений должна периодически проходить проверку и получать допуск на ее эксплуатацию [7]. Для решения данных задач в республике целесообразно на базе отделений РО «Белагросервис» и предприятий сельскохозяйственного машиностроения – изготовителей опрыскивателей создать специализированные центры для диагностики и оценки технического состояния опрыскивателей, проведения необходимого их технического обслуживания и ремонта с выдачей документа, дающего право на использование машины для выполнения технологических операций внесения средств химизации в растениеводстве.

Заключение. В настоящее время направления совершенствования конструкций сельскохозяйственных опрыскивателей связаны с повышением качества внесения средств защиты растений, уменьшением величины их потерь, а также снижением степени влияния на протекание технологического процесса оператора сельскохозяйственного агрегата.

Список использованной литературы

1. Крук, И. С. Способы и технические средства защиты факела распыла от прямого воздействия ветра в конструкциях полевых опрыскивателей / И. С. Крук, Т. П. Кот, О. В. Гордеенко. – Минск : БГАТУ, 2015.

2. Крук, И. С. Научно-технические основы проектирования рабочих органов штанговых опрыскивателей / И. С. Крук. – Минск : БГАТУ, 2018. – 272 с.

3. Клочков, А. В. Механизация химической защиты растений: монография / А. В. Клочков, А.Е. Маркевич. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2008. – 228 с.

4. Направления повышения качества внесения пестицидов в ветреную погоду / И. С. Крук [и др.] // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2022. – Т. 60, No 3. – С. 320–331.

5. Lechler. Теория и практика опрыскивания / И. А. Редкозубов [и др.] – Lechler, 2010. – 19 с.

6. Методика оценки технического состояния полевых штанговых опрыскивателей и технологические требования ним / С. К. Карпович, Л. А. Маринич, И. С. Крук [и др.] ; под общ. ред. И. С. Крука. – Минск : БГАТУ, 2016. – 140 с.

7. Защита растений в устойчивых системах землепользования (в 4-х книгах) / Под общей ред. Д. Шпаара. – Торжок : ООО «Вариант», 2004. – кн. 4. – 345 с.

УДК 631.348

Крук И.С.[1], кандидат технических наук, доцент;
Гантулга Г.[2], кандидат технических наук, профессор;
Гордеенко О.В.[3], кандидат технических наук, доцент;
Лхагвасурэн Л.[4], кандидат технических наук, доцент;
Анищенко А.А.[1], аспирант

[1]*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*
[2]*Академия аграрных наук Монголии, г. Улан-Батор, Монгольская Народная Республика*
[3]*Учреждение образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь;*
[4]*Монгольский государственный аграрный университет, г. Улан-Батор, Монгольская Народная Республика*

ОБОСНОВАНИЕ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОМБИНИРОВАННЫХ ВЕТРОЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ ФАКЕЛОВ РАСПЫЛА РАБОЧИХ РАСТВОРОВ ПЕСТИЦИДОВ

Аннотация Представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований по обоснованию конструктивных параметров устройств для защиты факела распыла рабочих растворов пестицидов от воздействия ветра.

Abstract. The results of theoretical and experimental studies to substantiate the design parameters of devices for protecting the spray torch of working solutions of pesticides from the effects of wind are presented.

Ключевые слова потери, ветер, устройство, опрыскиватель, пестицид
Keywords. losses, wind, device, sprayer, pesticides.

Качество внесения средств химизации в растениеводстве определяет не только эффективность борьбы с болезнями, вредителями и сорняками, но и степень воздействия на экологию окружающей среды. Важным

элементом в решении данной проблемы является снижение потерь из-за сноса при обработках в ветреную погоду. Поэтому разработке конструкций ветрозащитных устройств уделяется большое внимание. Их параметры должны не только повысить качество внесения средств защиты растений, но и обеспечить оптимальные условия работы средств механизации. Обоснуем параметры комбинированного ветрозащитного устройства, выполненного в виде жалюзийной решетки (рисунок 1) [1,2], представляющей собой систему пластинок, конгруэнтно смещенных вдоль оси решетки. Применим следующие термины: шаг пластин решетки $h_{пл}$ (расстояние по оси решетки между двумя смежными пластинками), угол установки пластин β (угол между линией поперечного сечения пластинки и осью решетки); угол выноса пластин θ (угол между пластинкой и перпендикуляром к оси решетки). В отличие от одиночной пластинки или заслонки, скорость воздушного потока впереди и позади решетки различна как по величине, так и по направлению. Решетка не только меняет скорость набегающего на нее воздушного потока, но и перенаправляет его на угол установки пластинок к оси решетки β.

Обозначим вектор скорости воздушного потока перед решеткой через $\overline{u}_1$, давление – через p_1, а за решеткой соответственно – $\overline{u}_2$ и p_2. Плотность воздуха до и после решетки одинакова и равна $\rho_в$. Рассмотрим в плоскости рисунка трубку тока (рисунок 1, *а*), образованную двумя какими-либо линиями тока ABC и $A_1B_1C_1$, сдвинутыми по отношению друг к другу в направлении к оси решетки на расстояние, равное шагу $h_{пл}$. Весь поток можно разбить на такие равные между собой трубки тока, так как обтекание пластинок потоком воздуха обладает свойством периодичности с периодом, равным шагу. Обтекание решетки пластин представляется в виде суммы продольного, поперечного и циркуляционного потоков. Количественная характеристика каждого из этих видов обтекания определяется скоростью u_1 набегающего воздушного потока и геометрическими параметрами решетки.

Характер изменения скорости воздушного потока при поперечном обтекании пластин решетки определяется теоремой сложения скоростей при плоском движении трубки тока:

$$\overline{u}_2 = \overline{u}_1 + \overline{u}_{21}, \qquad (1)$$

где $\overline{u}_1$ и $\overline{u}_2$ – вектора скоростей линий тока воздушного потока перед и за решеткой;

$\overline{u}_{21}$ – вектор отклонения (поворота, девиации) скоростей линий тока от первоначального направления, вызванного поперечным обтеканием пластин решетки. Этот вектор направлен параллельно оси решетки.

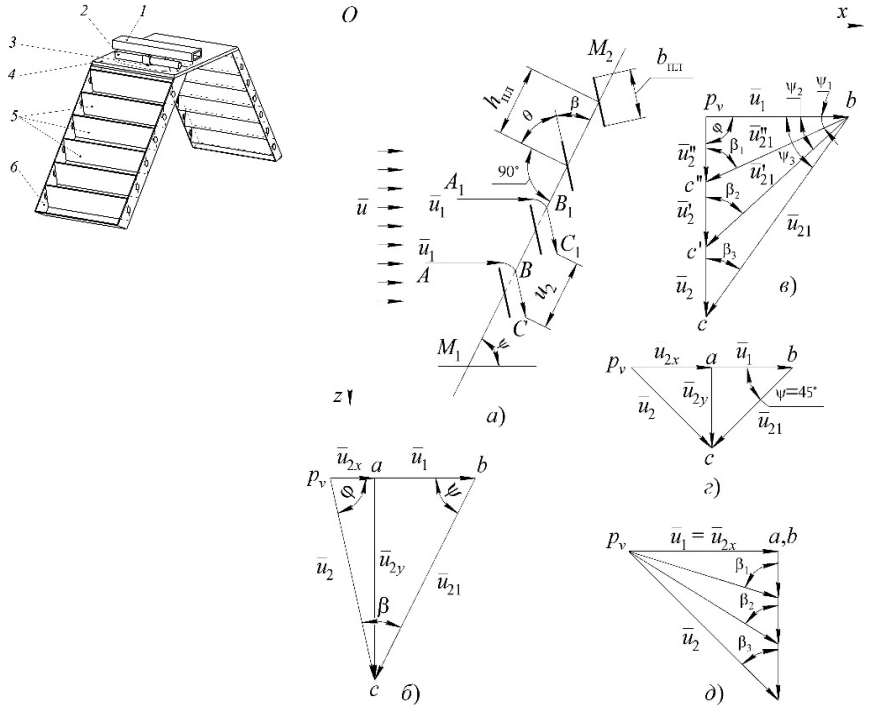


Рисунок 1 – Схема воздействия решетки на величину и направление воздушного потока: *а*) – схема установки решетки; *б*) – общий вид плана скоростей воздушного потока; *в*) – влияние угла установки решетки на величину горизонтальной составляющей скорости ветра за решеткой; *г*) – влияние угла установки пластин на величину горизонтальной составляющей скорости ветра за решеткой; *д*) – влияние угла установки пластин на составляющие скоростей за решеткой при установке решетки перпендикулярно направлению движения воздушного потока: *1* – несущая конструкция; *2* – распределительная штанга; *3* – распылитель; *4* – кронштейн; *5* – прямоугольные пластины (жалюзи); *6* – рамка

Взаимосвязь между векторами данного уравнения нетрудно установить по теореме синусов, представив его решение графически в виде плана скоростей с полюсом p_v (рисунок 1, *б*):

$$u_2 = u_1 \frac{\sin\psi}{\sin\beta}; \tag{2}$$

$$u_{21} = u_1 \frac{\sin(\psi+\beta)}{\sin\beta}. \tag{3}$$

где ψ – угол наклона оси M_1M_2 решетки к горизонтальной оси;

β – угол установки пластин относительно оси M_1M_2 решетки.

Из уравнений (2) и (3) следует, что для уменьшения ветровой нагрузки на факел распыленной жидкости за решеткой, необходимо:

– уменьшить угол ψ наклона решетки к горизонту до допустимой величины;

– увеличить угол установки пластин до максимально-возможного значения $\beta=\frac{\pi}{2}$.

Для оценки воздействия воздушного потока, сформировавшегося за решеткой, на факел распыла, разложим вектор $\bar{u}_2$, определяемый уравнением (1) по координатным осям *Ox* и *Oz* (рисунок 1,*б*):

$$u_{2x} = u_2 \cdot \cos\varphi = u_1\left[1-\frac{\sin(\psi+\beta)}{\sin\beta}\cdot\cos\psi\right]; \qquad (4)$$

$$u_{2y} = u_2 \cdot \sin\varphi = u_1 \frac{\sin(\psi+\beta)}{\sin\beta}\cdot\sin\psi \ , \qquad (5)$$

где φ – угол между векторами скоростей $\bar{u}_1$ и $\bar{u}_2$.

По физической сущности проекция вектора скорости $\bar{u}_{2y}$, определяемая уравнением (5), направлена перпендикулярно поверхности гребня и способствует проникновению распыленного рабочего раствора вглубь растительного покрова. Снос капель жидкости из зоны обработки происходит под действием горизонтальной составляющей вектора скорости $\bar{u}_{2x}$, определяемой уравнением (4). Анализ данного уравнения показывает, что если:

1) $\varphi=180-(\psi+\beta)=\frac{\pi}{2}$, то $u_{2x}=0$. Следовательно, условие движения капель жидкости в горизонтальной плоскости за ветрозащитной решеткой будут соответствовать условию движения капель в неподвижной сопротивляющейся среде (снос капель из зоны обработки будет отсутствовать). Этому условию соответствует бесчисленное множество значений углов α и β, сумма которых может быть равна $\frac{\pi}{2}$ (рисунок 1, *в*);

2) $\varphi=180-(\psi+\beta)<\frac{\pi}{2}$, то $u_{2x}>0$. За ветрозащитной решеткой капли жидкости будут сноситься из зоны обработки в сторону движения воздушного потока. Интенсивность сноса определится разностью слагаемых, заключенных в скобки правой части уравнения (4); (рисунок 1, *г*);

3) $\varphi=180-(\psi+\beta)>\frac{\pi}{2}$, то $u_{2x}<0$. Снос капель жидкости происходит в сторону ветрозащитной решетки;

4) $\psi=\frac{\pi}{2}$ (ось решетки установлена перпендикулярно направлению движения воздушного потока), то $u_{2x}=u_1$ при любых значениях угла β установки пластин (рисунок 1, *д*). Эффективность ветрозащитной решетки равна нулю;

5) $\beta=\frac{\pi}{2}$ (пластины установлены перпендикулярно оси решетки), то $u_{2x}=u_1\cdot\sin^2\psi<u_1$. Интенсивность сноса капель из зоны обработки будет определяться только углом наклона оси решетки ψ.

Приведенный анализ показывает, что при определенном соотношении между углами ψ и β за ветрозащитной решеткой можно создать условия для распыливания жидкости, близкие к оптимальным, даже при большой скорости ветра перед решеткой. Во всех случаях следует обратить внимание на то, что при уменьшении угла ψ снос капель из зоны обработки снижается, а габариты ветрозащитной решетки возрастают до конструктивно неприемлемых размеров. Уменьшение угла β установки пластин приводит к резкому возрастанию вертикальной составляющей скорости воздушного потока за решеткой, что может привести к повреждению не только растений (культурных и сорных), но и поверхности самого гребня. При угле установки пластин $\beta=90^\circ$ и угле наклона оси решетки $\psi=45^\circ$ составляющие скорости воздушного потока за решеткой будут численно равны:

$$u_{21}=u_2=0,71\cdot u_1,\qquad u_{2x}=u_{2y}=0,5\cdot u_1\ .$$

Расчеты по данным формулам показывают, что при скорости ветра $u_1=7$ м/с установкой ветрозащитной решетки снос капель распыливаемой жидкости из зоны обработки уменьшится более чем в 5 раз, а горизонтальная составляющая скорости воздушного потока, вызывающая снос, снизится до 3,5 м/с, что удовлетворяет агротехническим требованиям по химической защите растений в ветреную погоду. Взаимосвязь между шагом $h_{\text{пл}}$ решетки и шириной $b_{\text{пл}}$ пластин установим на основании геометрических соотношений между сторонами треугольников E_0E_1E и ED_0F, полученными методом проецирования точки E_1 пластины E_0E_1 на пластину D_0D_1 в направлении действия воздушного.

За критерий качества примем густоту решетки, численно равную

$$\delta_{\text{пл}} = \frac{b_{\text{пл}}}{h_{\text{пл}}}.$$

$$b_{\text{пл}} = 2e,$$

где e – расстояние от точки параболы M факела распыла (координаты x_M и z_M) до оси решетки; $e = -\frac{1}{\sqrt{1+\text{tg}^2\psi}}\left[z_M + x_M \cdot \text{tg}\psi + a_1 \cdot \text{tg}\psi\right]$; ($a_1$ – расстояние между верхней точкой решетки и осью факела распыла в поперечной плоскости).

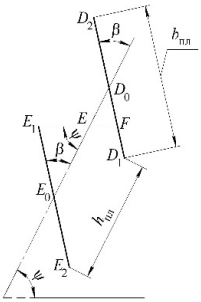


Рисунок 2 – К расчету густоты ветрозащитной решетки

Задавшись густотой решетки в пределах

$$\delta_{\text{пл}} = 1,00...1,07\ ,$$

Тогда шаг решетки:

$$h_{\text{пл}} = \frac{b_{\text{пл}}}{\delta_{\text{пл}}}\ .$$

Число пластин определяется из соотношения:

$$n_{\text{пл}} = \frac{L_{\text{реш}}}{h_{\text{пл}}},$$

где $L_{\text{реш}}$ – расстояние между крайними точками M_1 и M_2 оси решетки.

Заключение. Получены зависимости, позволяющие определить геометрические и технологические параметры ветрозащитной решетки для уменьшения сноса капель из зоны обработки при химической защите растений в ветреную погоду.

Список использованной литературы

1. Штанга опрыскивателя с ветрозащитными устройствами: пат. 6648 Респ. Беларусь, МПК A 01M 7/00 / И. С. Крук, О. В. Гордеенко, Е. В. Послед,

А. И. Гайдуковский, Г.Ф. Назарова, А.А. Новиков, П.Э. Гринкевич; заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – № u 20100267; заявл. 18.03.2010; опубл. 30.10.2010 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 5 (76). – С. 161.

2. Крук, И. С. Способы и технические средства защиты факела распыла от прямого воздействия ветра в конструкциях полевых опрыскивателей: монография / И. С. Крук, Т. П. Кот, О. В. Гордеенко. – Минск : БГАТУ, 2015. – 284 с.

УДК 637. 531. 45

Бренч А.А., кандидат технических наук, доцент;
Полякова В.В.
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ КУТТЕРНОГО НОЖА

Аннотация. В работе проанализировано влияние геометрических параметров куттерного ножа на процесс резания. Предложена конструкция куттерного ножа, позволяющая обеспечить равномерность измельчения продукта по длине режущей кромки.

Abstract. The paper analyzes the influence of geometric parameters of a cutter knife on the cutting process. A design of a cutter knife is proposed that allows for uniform grinding of the product along the length of the cutting edge.

Ключевые слова. Нож, куттер, тонкое измельчение, угол скольжения, режущая кромка, мясное сырье.

Keywords. Knife, cutter, fine grinding, sliding angle, cutting edge, meat raw material.

В мясной отрасли при производстве колбасных изделий широко применяется операция измельчения, которая оказывают существенное влияние на качество фарша и выход готового продукта. При конструировании мясорежущих машин и механизмов необходимо учитывать биологическое происхождение измельчаемого сырья, вид и количество добавок, а также особенности процесса куттерования.

Качество колбасных изделий и их выход зависят от ряда факторов. Среди них решающее место принадлежит тонкому измельчению мяса в куттере и температурному режиму процесса. Причем на качество измельчения в значительной мере влияет форма ножей.

Процесс резания при тонком измельчении мясного сырья осуществляют на высоких скоростях режущих рабочих органов куттеров. Он сопровождается выделением большого количества теплоты, что вызывает значительное повышение температуры сырья и приводит к денатурации белков, снижению водосвязывающей способности полуфабриката и изменению структурно-механических свойств продукта, что существенно снижает качество готовых мясных изделий.

Целью исследований является повышения эффективности тонкого измельчения мясного сырья на основе разработки новых конструкции куттерных ножей.

Процесс резания в куттерах осуществляется серповидными ножами, режущая кромка которых выполнена в виде кривой построенной по определенной спирали, при этом были исследованы: спираль Архимеда с уравнением R = a·φ и логарифмическая спираль с уравнением $R=a^{\varphi}$.

Для произвольной кривой лезвия [3], описываемой в полярной системе координат уравнением R=R(φ), и ножа, вращающегося вокруг ее полюса, общее выражение коэффициента скольжения, известное из дифференциальной геометрии, будет иметь вид

$$K_{\beta} = \mathrm{R}.\frac{d\varphi}{dR} \qquad (1)$$

где φ – полярный угол;

R – радиус-вектор точки лезвия.

Чтобы коэффициент скольжения не уменьшался по мере поворота лезвия, производная $.\frac{d\varphi}{dR}$ должна уменьшаться не быстрее, чем растет радиус-вектор.

Выпуклое лезвие ножа, выполненное по Архимедовой спирали с уравнением R = a·φ, не обеспечивает этого требования.

При анализе вышеприведенных спиралей [2], было выявлено, что постоянство коэффициента скольжения K_{β} можно достичь, очертив лезвие только логарифмической спиралью с уравнением

$$R = a^{\varphi}, \qquad (2)$$

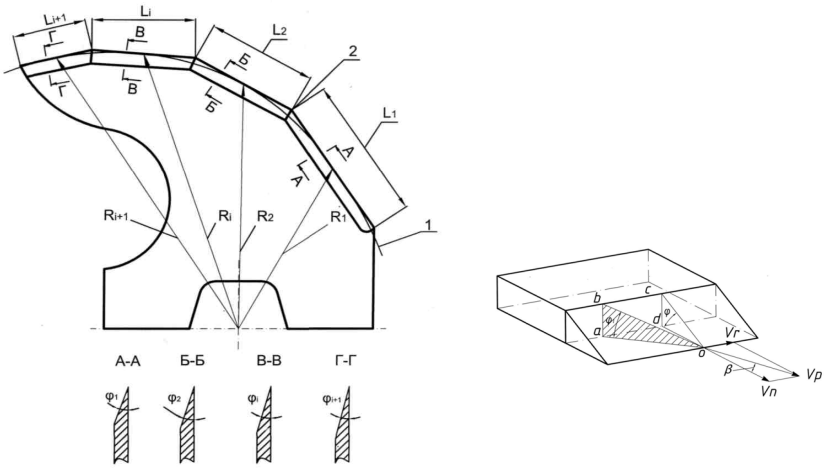
где R – радиус-вектор спирали;

a – постоянный коэффициент;

Основным недостатком ножей, выполненных по логарифмической спирали является трудность выполнения заточки. Эта проблема решается путем выполнения режущей кромки ножа в виде ломанной линии с i-ым количеством прямолинейных участков по закону логарифмической спирали (рис. 1*а*).

Благодаря очертанию лезвия ножа куттера логарифмической спиралью с уравнением $R = a^{\varphi}$, достигается постоянство угла резания по всей длине режущей кромки. Но из-за сложности выполнения ножей такой конструкции предлагается выполнить режущюю кромку в виде ломаной линии, выполненной касательно к логарифмической спирали. Это дает возможность получить постоянство угла резания в середине каждой режущей кромки, что, в свою очередь, обеспечивает равномерность измельчения продукта по

всей длине режущей кромки, что позволяет повысить качество готового продукта, и, тем самым, повышает эффективность работы ножа куттера.



а) б)

1 – логарифмическая спираль

2 – режущая кромка

Рисунок 1 – Схема куттерного ножа с режущей кромкой в виде ломаной линии, построенной по закону логарифмической спирали

При этом целесообразно, чтобы длина L_i каждой режущей кромки определялась из выражения

$$L_i = L_{i-1} \frac{R_{i-1}}{R_i}, \qquad (3)$$

где R_{i-1} – расстояние от оси вращения ножа до середины i-1-ой режущей кромки;

R_i – расстояние от оси вращения ножа до середины следующей режущей кромки.

Выполнение формулы (3) позволяет соотнести геометрические размеры куттерного ножа, и тем самым уменьшает длину каждого следующего прямолинейного участка режущей кромки, что снижает гидравлическое сопротивление, а также затраты энергии на процесс куттерования. Это дополнительно улучшает качество готового продукта и повышает эффективность работы куттера.

Кроме того, при резании волокнистых материалов необходимо, чтобы давление в зоне контакта режущей кромки и продукта не уменьшалось с увеличением расстояния от оси вращения, а наоборот, увеличивалось. Этот эффект может быть достигнут за счет уменьшения угла заточки лез-

вия по мере увеличения расстояния от оси вращения до режущей кромки, либо путем увеличения угла встречи режущей кромки с продуктом. При использовании ножа с серповидной режущей кромкой второй путь более практичен и осуществляется путем увеличения угла встречи по мере роста расстояния от оси вращения до режущей кромки. Однако это ведет к увеличению боковой поверхности ножа, что приводит к более интенсивному повышению температуры фарша во время процесса куттерования.

В тоже время использование ножей с ломаной режущей кромкой позволяет уменьшать угол заточки лезвия по мере увеличения расстояния от оси вращения до режущей кромки.

При движении лезвия нормально относительно соей режущей кромки определение величины угла заточки производится исходя из обычного представления о геометрии лезвия в статическом состоянии. Нетрудно убедится, что в процессе резания со скольжением угол заточки в направлении резания меняет свое значение – уменьшается в зависимости от угла скольжения β. Иными словами, переходя от представлении о статической геометрии лезвия к представлению о его кинематической геометрии, мы сталкиваемся с явлением трансформации угла заточки.

На рисунке 1*б* представлена схема лезвия с углом заточи doc, равным φ. При проникновении лезвия в материал нормально, т. е. по направлению V_n, указанный угол будет ранен замеренному статически. В случае, когда лезвие станет проникать в материал под некоторым углом β к нормали, т.е. в направлении V_p, угол заточки должен быть замерен к плоскости, проходящей через это направление, т. е. будет ранен углу aob, равным φ_1.

Закономерность изменения угла заточки φ_1 в зависимости от изменения угла β может быть определена следующим образом:

$$tg\varphi_1 = \frac{ab}{ao}; \qquad tg\varphi = \frac{dc}{do} = \frac{ab}{do};$$

$$tg\varphi_1 \cdot ao = tg\varphi \cdot do; \qquad \frac{do}{ao} = \cos\beta$$

Выражаем $tg\varphi_1$

$$tg\varphi_1 = tg\varphi \cdot cos\beta \tag{4}$$

Выражение 4 показывает закономерность изменения угла заточки φ_1, в зависимости от изменения угла встречи β. Поэтому для уменьшения лобового сопротивления внедрения лезвия ножа в продукт необходимо выполнять режущею кромку с углом заточки проходящим через плоскость aob.

Предлагаемая конструкция куттерного ножа обладает рядом конструктивных преимуществ по сравнению с серийно выпускаемыми ножами:

- обеспечивается равномерность измельчения продукта по длине режущей кромки;

- за счет трансформации угла заточки снижается лобовое сопротивление внедрения лезвия ножа в продукт;

- уменьшение угла заточки лезвия по мере увеличения расстояния от оси вращения ножа до режущей позволяет уменьшить длину режущей кромки, что приводит к уменьшению боковой поверхности ножа и снижению темпа роста температуры обрабатываемого продукта.

Список использованной литературы

1. Груданов, В. Я. «Золотая» пропорция в инженерных задачах: монография / В. Я. Груданов. – Могилев.: МГУ им. А. А. Кулешова, 2006. – 288 с.

2. Нож куттера серповидный: пат. № 11597 Респ. Беларусь, МПК (2006) B 02C 18/20 / В. Я. Груданов, А. А. Бренч, А. Л. Желудков; заявитель Могилевский гос. ун-т продовольствия. – № a20061055; заявл. 27.10.06; опубл. 30.04.07 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – №1. – С. 62.

3. Нож куттера: пат. № 11793 Респ. Беларусь, МПК (2006) B 02C 18/20, B 02C 18/20 / В. Я. Груданов, А. А. Бренч, А. Л. Желудков; заявитель Могилевский гос. ун-т продовольствия. – № a20070507; заявл. 04.05.07; опубл. 30.10.07 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – №2. – С. 59–60.

4. Куттер: пат. № 12028 Респ. Беларусь, МПК (2006) B 02C 18/00 / В. Я. Груданов, А. А. Бренч, А. Л. Желудков; заявитель Могилевский гос. ун-т продовольствия. – № a20070044; заявл. 18.01.07; опубл. 30.08.07 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – №3. – С. 63–64.

5. Нож куттера: пат. № 12967 Респ. Беларусь, МПК (2009) B 02C 18/00 / А. Л. Желудков, В. Я. Груданов, А. А. Бренч; заявитель Могилевский гос. ун-т продовольствия. – № a20080459; заявл. 10.04.08; опубл. 30.10.08 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – №1. – С. 71.

УДК 631. 358

Пасин А.В., доктор технических наук, профессор;
Гальцев Д.Е., магистрант;
Бураев М., магистрант
ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л.Я. Флорентьева», г. Нижний Новгород, Российская Федерация

УБОРКА ЛЬНА-ДОЛГУНЦА МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ ЛЬНОТЕРЕБИЛКОЙ ТЛН-1,5А

Аннотация. В статье подробно анализируется устройство и технологический процесс работы льнотеребилки ТЛН-1,5А и пути её модернизации. Предложенные инженерные решения позволят увеличить ширину захвата машины и расширить функциональные возможности для реализации способов укладки тресты при её уборке. Проведена экономическая оценка использования модернизированного варианта машины, что позволяет подтвердить целесообразность внедрения предлагаемых изменений в сельскохозяйственную практику.

Annotation. The article analyzes in detail the structure and technological process of the flax harvester TLN-1.5A and ways of its modernization. The proposed engineering

solutions will increase the width of the machine and expand the functionality for implementing methods of laying the straw during its harvesting. An economic assessment of the use of the modernized version of the machine was carried out, which confirms the feasibility of introducing the proposed changes into agricultural practice.

Ключевые слова. Лен, льнотеребилка, гидромотор, выводящее устройство.

Keywords. Flax, flax extractor, hydraulic motor, discharge device.

Льнотеребилка ТЛН-1,5А применяется для теребления льна-долгунца в стадии ранней жёлтой спелости с расстилом в ленту на льнище. Основные её технические характеристики представлены в таблице 1. Технологический процесс её работы: во время движения агрегата делители захватывают полоски шириной 380 мм и подводят стебли к месту зажима. Стебли зажимаются между ремнём и шкивом, отводятся влево, вытеребливаются и передаются на следующий участок теребильного аппарата. Вытеребленные стебли с четырёх полосок отводятся в ручей между основным и выводящим ремнями и укладываются лентой на поверхности поля.

Таблица 1 – Основные технические характеристики льнотеребилки ТЛН-1,5А

Основные технические характеристики	Значение
Тип агрегата	Навесной
Производительность за 1 час основного времени, га	1,2–0,9
Потребляемая мощность, кВт	3,7–4,4
Рабочая ширина захвата, м	1,52
Рабочая скорость движения, км/ч	
– при полегании стеблестоя 5 баллов	8,1
– при полегании стеблестоя 3 балла	6,4
Габаритные размеры, ДхШхВ, мм	2600х2350х750
Масса, кг	320
Число обслуживающего персонала, ч.	1

Льнотеребилка ТЛН-1,5А позволяет теребить лен внутри массива поля, создавая проходы между участками и не приминая стеблестой льна колесами трактора, однако, вытеребленная масса льна укладывается с левой стороны машины на не вытеребленный лен соседнего участка, что приводит к необходимости предварительной уборки его при теребления настоящего участка поля. Машина ТЛН-1,5А не может быть использована при теребления льна на делянках селекционно-семеноводческих посевов, так как при этом смешиваются семена льна с разных делянок.

Кроме того, машина используется для деления поля на участки при подготовке их к механизированной уборке льна. Льнотеребилка может применяться на уборке полеглого льна. Агрегатируется с тракторами класса 0,6 тс с передним ВОМ (Беларус 320.4), что крайне неудобно. Штатная конструкция ТЛН-1,5А представлена на рисунке 1. Для устранения недостатков, мы предлагаем нижеописанный вариант модернизации [1].

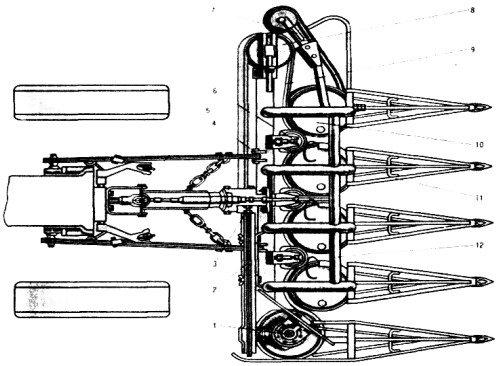


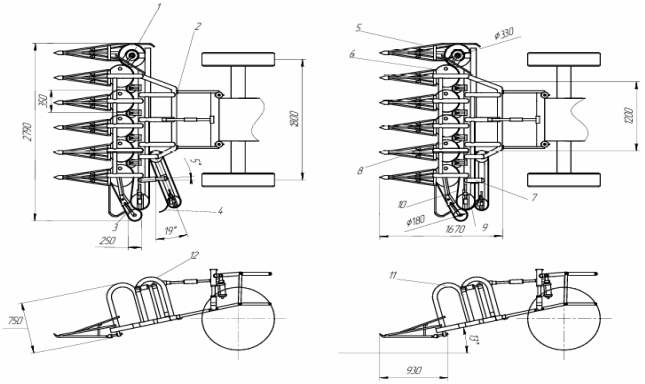
Рисунок 1 – Льнотеребилка ТЛН-1,5А:
1– ведущий шкив с коробкой; *2* – ограждение; *3* – цепная передача;
4 – навеска; *5* – карданная передача; *6* – нажимной ролик;
7 – выводящее устройство; *8* – натяжной шкив; *9* – теребильный ремень;
10 – теребильный шкив; *11* – делитель; *12* – рама [5]

Модернизация льнотеребилки ТЛН-1.5А направлена на увеличение ширины захвата и расширения способов укладки льнотресты (рисунок 2). Данные показатели достигается за счет разработки дополнительного льновыводящего устройства, а именно модернизации задней части рамы и введением дополнительной рабочей секции.

Для расширения функционала выводящего устройства мы ввели дополнительную часть, которая состоит из двух шкивов *9* диаметром 225 мм, рамы *11*, гидроцилиндра *7*, гидромотора *1*, дополнительной рамы и металлического прута *4*. При использовании модернизированной льнотеребилки предусмотрено два режима работы. Первое, при отведённом выводящем устройстве при помощи гидроцилиндра (рисунок 2*а*) льнотреста складывается с левой стороны от колеи трактора.

Второе, при притягивании дополнительно выводящего устройства к раме льнотеребилки позволит потоку убираемого льна укладываться между колес трактора, при этом крепление гидроцилиндра позволяет материалу проходить под ним. Расстояние колеи трактора в этом случае устанавливается 1800 мм. На креплении натяжного шкива приспособления устанавливается металлический прут *4*, который будет направлять массу льна под колею трактора. Конструкция дополнительной рамы крепления льнотеребилки позволит использовать переднее навесное устройство трактора, не мешая проходу льна.

Дополнительная рабочая секция состоит из шкива 6 диаметром 350 мм, прижимного ролика (на рисунок 2, не указан) диаметром 90 мм, делителя длиной 930 мм.



а) рабочий процесс укладки с левой стороны от трактора

б) рабочий процесс укладки льна под колею трактора

Рисунок 2 – Модернизированная льнотеребилка ТЛН-1,5А:
1 – гидромотор; *2* – навеска; *3* – выводящее устройство; *4* – металлический прутик; *5* – делитель; *6* – теребильный шкив; *7* – гидроцилиндр; *8* – нажимной ролик; *9* – натяжной шкив; *10* – теребильный ремень; *11* – рама; *12* – дополнительная рама

Органы льнотеребилки приводятся в движение от гидромотора. Производительность модифицированной льнотеребилки составит 2,4 га/час.

Принятые мероприятия позволили увеличить ширину захвата льнотеребилки до 1940 мм, применять различные схемы укладки льнотресты, при этом не травмировать материал о конструктивные элементы устройства, что позволяет эффективно агрегатировать модернизируемую машину с тракторами тягового класса 1,4, например, МТЗ-80,82 [3].

Затраты на изготовление модернизированной льнотеребилки ТЛН-1,5А представлены в таблице 2. Дополнительный эффект получаем за счет изменения способов движения в загонах при уборке льна за счет изменения направления потока убираемой массы. Годовой экономический эффект в два раза превышает стоимость разработки, соответственно предлагаемые конструктивные решения по модернизации льнотеребилки окупаются за один сезон.

Таблица 2 – Стоимость модернизации конструкции, тыс. руб.

Показатели	Значение
Стоимость корпусных изделий	30
Затраты на изготовление оригинальных деталей	22,9
Стоимость покупных деталей	18,6
Затраты на оплату труда производственных рабочих, занятых на сборке	2,5
Общепроизводственные расходы	5,3
Стоимость конструкторской разработки	79,4

Вывод. Предложенная модификация льнотеребилки, оснащенная дополнительным выводящим устройством, представляет собой перспективное решение для повышения эффективности и качества уборки льна. Интеграция гидроцилиндра и металлического прута на натяжном шкиву обеспечивает аккуратную укладку льна в колею трактора, предотвращая его повреждение колесами и сохраняя целостность стеблестоя.

Использование гидромотора для привода льнотеребилки гарантирует надежную и стабильную работу, а также позволяет регулировать скорость и интенсивность теребления в зависимости от условий уборки.

Предлагаемая модернизация теребилки может быть использована в сельском хозяйстве загонным и челночным способах уборки льна, а также при селекционно-семеноводческих работах опытных станций.

Список использованной литературы

1. Льнотеребилка (патент) : патент на изобретение RU 2661822 C2. МПК A01Д45/06 (2006.01) / П. А. Пасин, А. В. Пасин, Б. И. Горбунов, Е. И. Кистанов ; заявка № 2016147597. Приоритет изобретения 05.12.2016 г. Дата госрегистрации в Госреестре изобретений РФ 19.07.2018 г. Дата публикации заявки 06.06.2018 Бюл. №16. Опубликовано 19.07.2018 Бюл. № 20.

2. Организация технического сервиса машин и оборудования. Практикум : учебное пособие для вузов / Ю. А. Кузнецов [и др.] ; под редакцией Ю. А. Кузнецова и И. Н. Кравченко. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 536 с.

3. Эксплуатация автомобилей, машин и тракторов / Ю. А. Смирнов. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 236 с.

4. Эксплуатация машинно-тракторного парка: методические указания / М. П. Ерзамаев, Д. С. Сазонов, Н. А. Харыбина. – Самара : СамГАУ, 2023. – 44 с.

5. Льнотеребилка ТЛН-1,5А [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.avtomash.ru/pred/begezk/tln15a.htm. – Дата доступа : 13.05.2025.

Summary. The proposed modification of the flax pulverizer, equipped with an additional output device, is a promising solution for increasing the efficiency and quality of flax harvesting. The integration of a hydraulic cylinder and a metal rod on the tension pulley ensures careful placement of flax in the tractor track, preventing damage by wheels and maintaining the integrity of the stalk.

The use of a hydraulic motor to drive the flax pulverizer guarantees reliable and stable operation, and also allows you to adjust the speed and intensity of pulverization depending on the harvesting conditions.

The proposed modernization of the pulverizer can be used in agriculture by driving and shuttle methods of flax harvesting, as well as in breeding and seed production work at experimental stations.

УДК 677.21.021

Шоумарова М., профессор;
Абдиллаев Т., доцент
НИУ «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», г. Ташкент, Республика Узбекистан

О ПОВЫШЕНИИ ПОЛНОТЫ СБОРА ХЛОПКА ВЕРТИКАЛЬНО-ШПИНДЕЛЬНЫМИ МАШИНАМИ

Аннотация. В статье представлены результаты замены существующего механического привода уборочного блока вертикально-шпиндельной хлопкоуборочной машины на предлагаемый вариант электропривода, который позволит существенно предотвращать нарушение “шахматного” расположения шпинделей каждой пары барабанов, отчего предотвратить снижение полноты сбора хлопка машиной.

Annotation. The article presents the results of replacing the existing mechanical drive of the harvesting unit of a vertical-spindle cotton harvesting machine with the proposed version of an electric drive, which will significantly prevent the violation of the “chessboard” arrangement of the spindles of each pair of drums, thereby preventing a decrease in the completeness of cotton collection by the machine.

Ключевые слова. Хлопок, вертикально-шпиндельные машины, урожай, рабочая камера.

Keywords. Cotton, vertical spindle machines, harvest, working chamber.

Известно, что для уборки урожая хлопчатника применяются вертикально-шпиндельные аппараты (ВША), изготавливаемые в Узбекистане, а так же горизонтально-шпиндельные аппараты (ГША), выпускаемые в США и др. зарубежных странах. ВША имеют несложную конструкцию и приспособлены для уборки средневолокнистого хлопка. ГША имеют более сложную конструкцию, требуют более высоких эксплуатационных расходов. Практика показала, что ВША уступают ГША по полноте сбора хлопка, однако, если к началу сезона уборки некоторая часть коробочек не успевает созреть в северных хлопкосеющих странах, то считается целесообразным использование ВША.

ВША состоит из четырех шпиндельных барабанов A, B, C и D, из них A и B, а также C и D составляют одну пару вращающихся навстречу друг к другу (рисунок 1).

Поэтому они затягивают куст хлопчатника в узкую рабочую камеру *S* (не более 36 мм), где шпиндели, обкатываясь по сжатому кусту, подводят свои зубья к раскрывшейся коробочке хлопка. Зуб, расположенный на цилиндрической поверхности шпинделя, похожий на двугранный клин, захватывает волокна, извлекает хлопок из коробочки и вращающийся шпиндель наматывает его на себя несколько раз.

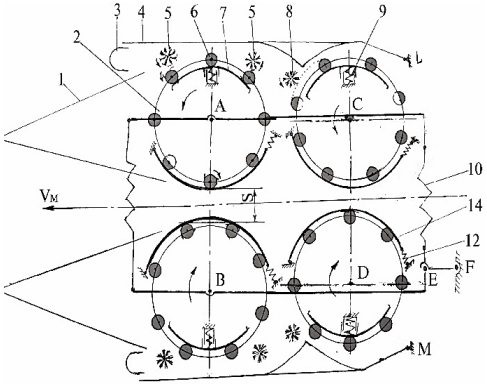


Рисунок 1 – Схема ВША:
1 – кустонаправитель; *2* – барабан; *3* – приемная камера; *4* – дверца аппарата; *5* и *8* – съемные барабаны; *6* – шпиндель; *7* – внутренние ремни; *9* – пружина прижимающая; *10* – пружина стягивающая барабаны; *11*– внешние ремни рабочий зоны; *12* – пружины, растягивающие внешние ремни

Вращающийся барабан подводит шпиндель с намотанным хлопком в зону съема, где ролик шпинделя перекатывается по внутренним ремням. Поэтому изменяется направление вращения шпинделя в обратную сторону.

Для затягивания куста в узкую рабочую камеру, окружная скорость барабанов $\overline{V}_б$ должна быть больше рабочей скорости машины $\overline{V}_м$ движения машины по полю. Отношение $\frac{V_б}{V_м} = к$ называется коэффициентом опережения барабана. Необходимо, чтобы всегда было к > 1,0.

Для повышения полноты сбора аппаратом, шпиндели смежных барабанов А и Д, а также С и Д, размещают в “шахматном” порядке, когда шпиндель правого барабана в рабочей камере устанавливают по середине шага шпинделей левого барабана (рисунок 1). Траектории движения центра шпинделей при к > 1,0 будут иметь петли удлиненной циклоиды *1*, а геометрические места поверхности шпинделя образуют эквидистантную кривую *2* этих петель (рисунок 2).

При шахматном размещении шпинделей раскрывшаяся коробочка одновременно будет касаться трех шпинделей, вероятность сбора повышается. Если шахматность нарушится, то резко снизится полнота сбора. Быстрому нарушению шахматности способствует серийный механический привод аппарата.

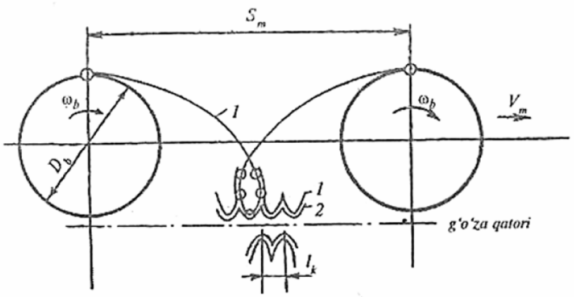


Рисунок 2 – Схема воздействия смежных шпинделей соседних барабанов на куст хлопчатника: *1* – петля траектории центра шпинделя; *2* – эквидистантная кривая поверхности шпинделя относительно петель

Существующий механический привод уборочного блока машины состоит из раздаточного редуктора, установленного на ВОМ трактора. От этого редуктора вращательное движение через карданный вал передается на конический редуктор уборочного аппарата, на выходном валу которого горизонтально установлена шестерня Z-30, от которой движение получают шестерни 1 и 2 на валах переднего правого барабана А и заднего правого С барабанов (рис. 3).

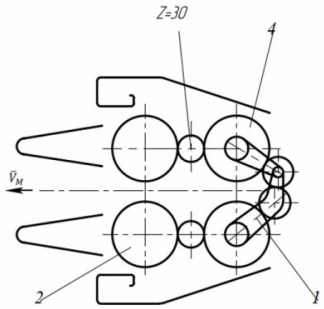


Рисунок 3 – Схема механического привода барабанов аппарата:
1 – шестерня на валу барабана А; *2* – шестерня на валу барабана С;
3, *4* и *5* – паразитные шестерни; *6* – шестерня на валу заднего левого барабана Д;
7 – шестерня на валу левого переднего барабана В.

Установлено, что передняя пара барабанов А и В собирает почти 80 % урожая хлопка. Задняя пара барабанов С и Д обрабатывает остатки хлопка. Поэтому считается, что они работают в другом, измененном агрофоне. Поэтому задняя пара барабанов собирает меньшую долю остатка хлопка.

Все шестерни привода работают не в закрытом редукторе, а в открытом состоянии, где много пыли, отчего их зубья быстро изнашиваются.

Износ зубьев шестерен суммируется на приводе барабане В. Поэтому шахматное расположение передней пары барабанов А и В быстро нарушается, резко снижается полнота сбора.

Для длительного сохранения шахматности обеих пар барабанов нами предложено электрифицировать привод аппарата. Для этого вместо раздаточного редуктора машины устанавливается электрогенератор постоянного тока на 16 кВт. По гибкому кабелю ток передается на уборочный аппарат. На уборочном аппарате для передней пары барабанов А и В устанавливают электромотор 4 кВт на валу барабана А. На валу барабана А имеется шестерня от которой через промежуточную шестерню вращение передается на шестерню вала В (рисунок 4). В итоге число зубчатых зацеплений между барабанами А и В резко сокращается. Шестерни находятся в одном закрытом редукторе, поэтому износ резко уменьшается, шахматность шпинделей барабанов А и В сохраняется на несколько уборочных сезонов. Полнота сбора не понижается. Вторая пара барабанов С и Д имеет такой же привод.

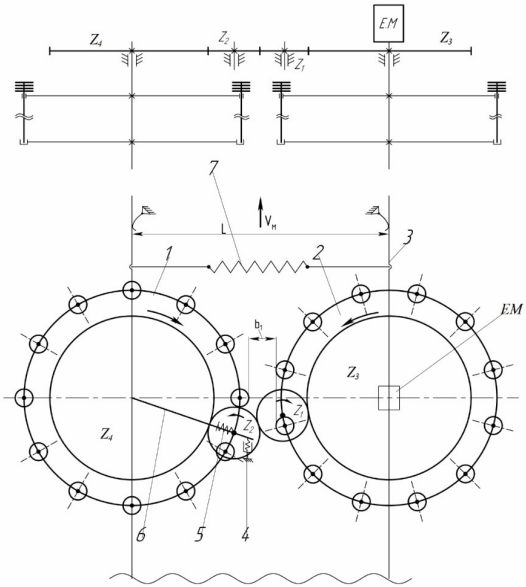


Рисунок 4 – Схема механизма вращения барабаны в паре:
1 – левый барабан; *2* – правый барабан; *3* – неподвижная рама на правой подошве; *4*, *5* и *7* – пружины; *6* – поворотный рычаг

Было отмечено, что вторая пара барабанов С и Д работают в измененном агрофоне, но сейчас коэффициент опережения второй пары

барабанов такой же, что на первый паре А и В. Поэтому полнота сбора остатков хлопке второй парой барабанов очень низок. С учетом этого предлагаем увеличить скорость вращения задней пары на 15–20 %.

Предложенный вариант электрификации привода барабанов позволяет изменять скорости барабанов при реальной работе машины на полях, где на некоторых его участках урожай оказывается существенно уменьшенным. При подъезде к таким участкам, на ходу машины, можно увеличить угловую скорость барабанов, повысится полнота сбора.

Выводы. 1. Замена существующего механического привода уборочного блока вертикально-шпиндельной хлопкоуборочной машины на предлагаемый вариант электропривода позволит существенно предотвращать нарушение “шахматного” расположения шпинделей каждой пары барабанов, отчего предотвратить снижение полноты сбора хлопка машиной.

2. Предлагаемый вариант электрификации привода хлопкоуборочных аппаратов позволит устанавливать для задней пары барабанов, которая обрабатывает остатки хлопка после первой пары барабанов завышенный коэффициент опережения. Это повысит полноту сбора хлопка.

3. Предлагаемый электрифицированный привод уборочного блока машины позволит менять коэффициенты опережения всех пар барабанов на ходу машины в соответствие изменения урожайности на некоторых участках поля.

Список использованной литературы

1. Сабликов, М. В. Хлопкоуборочные машины / М. В. Сабликов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 152 с.

2. Shoumarova, M. Qishloq ho‘jalik mashinalari / M. Shoumarova, T. Abdillaev. – T.: “Fan va texnolo‘giya”, 2019, – 474–480 b.

3. Глущенко, А. С. Динамика механизмов привода шпинделей уборочных аппаратов хлопкоуборочных машин / А. С. Глущенко. – Ташкент : Фан, 1995. – 131 с.

4. Ризаев, А. А. Расчет количества шпинделей на барабанах хлопкоуборочного аппарата / А. А. Ризаев, Н. Оманов // Проблемы механики. – 2018. – № 2. – С. 106–110.

5. Шоумарова М., Абдиллаев Т., Юсупов Ш. А. Привод шпиндельных барабанов вертикально-шпиндельной хлопкоуборочной машины. Регистрационный номер заявки : IAP 20220630.

Summary. The proposed option for electrifying the drive of cotton pickers will allow an increased advance coefficient to be set for the rear pair of drums, which processes the remaining cotton after the first pair of drums. This will increase the completeness of cotton collection.

УДК 621.923

Акулович Л.М., доктор технических наук, профессор;
Сергеев Л.Е., кандидат технических наук, доцент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск. Республика Беларусь

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛУСИНТЕТИЧЕСКИХ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Аннотация. В статье рассмотрены преимущества применения полусинтетических смазочно-охлаждающих технологических средств (патент РБ № 23142) по сравнению со смазочно-охлаждающими технологическими средствами на основе эмульсола Э-2 ГОСТ 1975–75 и синтетическими смазочно-охлаждающими технологическими средствами СинМА-1 ТУ 38.5901176–91. Описаны направления уменьшения сводовой кольматации ферроабразивной «щетки» при магнитно-абразивной обработке. Показана эффективность перехода диапазона значений кинематической вязкости смазочно-охлаждающих технологических средств (патент РБ № 23142), который равен 30÷40 сСт и в составе которых имеется (5÷10 %) нефтяных масел.

Annotation. The article considers the advantages of using a semi-synthetic lubricating and cooling technological means (patent of the Republic of Belarus No. 23142) in comparison with a lubricating and cooling technological means based on emulsol E-2 GOST 1975–75 and a synthetic lubricating and cooling technological means SinMA-1 TU 38.5901176–91. The directions for reducing the arch colmatation of a ferroabrasive "brush" during magnetic-abrasive treatment are described. The efficiency of the transition of the range of kinematic viscosity values of the lubricating and cooling technological means (patent of the Republic of Belarus No. 23142), which is equal to 30÷40 cSt and which contains (5÷10%) petroleum oils, is shown.

Ключевые слова. Смазочно-охлаждающие технологические средства, магнитно-абразивная обработка, сводовая кольматация, ферроабразивный порошок, ферроабразивная «щетка», сложнопрофильные поверхности

Keywords. Lubricating and cooling technological means, magnetic abrasive treatment, arch colmatation, ferroabrasive powder, ferroabrasive "brush", complex profile surfaces.

Современные представления о механизме действия смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС), способствующих интенсификации процесса магнитно-абразивной обработки (МАО), базируются на работах, объясняющих эффект адсорбционного понижения прочности металлов в присутствии поверхностно-активных веществ и уменьшении сводовой кольматации ферроабразивной «щетки». Поскольку при реализации процесса МАО сложнопрофильных поверхностей

происходит изнашивание зерен ферроабразивного порошка (ФАП), которые включают агрегаты субмикронных ферромагнитных частиц *Fe*, то по мере увеличения продолжительности процесса МАО их концентрации возрастает, так как зерна ФАП обладают ферромагнитной матрицей. Подобное увеличение количества агрегатов этих частиц приводит к резкому повышению центров парафинизации масляных глобулей СОТС и формированию на поверхности зерен ФАП пузырьков газов микронных размеров, обеспечивая газлифтный эффект. В результате этого эффекта парафинированные масляные глобули выпадают в виде тонкодисперсной и объемной взвеси, осаждаемой на микрорельефе зерен ФАП, что приводит к быстрому росту сводовой кольматации ферроабразивной «щетки». В момент контакта СОТС и граничного слоя ферроабразивной «щетки» происходит внедрение в поровое пространство подвижных фаз СОТС из-за их мгновенной фильтрации порядка 1÷5 с. Основным фактором такого увеличения сводовой кольматации ферроабразивной «щетки» является значительное ускорение коагуляции и коалесценции масляных глобулей при наличии субмикронных ферромагнитных частиц *Fe* под действием электромагнитного поля (ЭМП). Создание внешней и внутренней фильтрационной корки из парафинированных масляных глобулей связано с закупоркой поровых каналов масляной фазой СОТС и субстратом продуктов износа и стружкообразования.

Результаты исследования режущей способности ферроабразивной «щетки», включающей различные виды СОТС и ФАП и ее адгезионного взаимодействия с обрабатываемым металлом, показывают, что зерна ФАП после обработки методом МАО покрыты слоем шлама, образованного наличием масляной фазы СОТС [1, 2]. Поскольку величина рабочего зазора при МАО составляет 1÷3 мм (5÷10 зерен ФАП), то реализация практически мгновенного проникновения глобулей масляной фазы СОТС, имеющих размер 0,1÷1 мм, как Э-2 ГОСТ 1975–75, в пористый скелет ферроабразивной «щетки» при росте сводовой кольматации становится проблематичной.

Таким образом, если размер глобулей масляной фазы СОТС превышает размер поровых каналов, то эти глобули не могут обеспечить прохождение через поры ферроабразивной «щетки», размеры которых составляют 0,015÷0,02 мм (для зерен ФАП – 0,1÷0,16 мм) и имеющей статичное состояние. Поэтому они, во-первых, уносятся потоком СОТС из рабочей зоны, во-вторых, ввиду высокой вязкости проявляется сорбция асфальтосмолистых компонентов и химических реагентов, содержащихся в СОТС, на поверхности фильтрующего пространства ферроабразивной «щетки». В результате чего, последующее образование внешней и внутренней фильтрационной корки, как на поверхности, так и в массиве

ферроабразивной «щетки», препятствует дальнейшей фильтрации СОТС, поскольку изменение возмущенного радиуса поперечного сечения порового канала не осуществляется. Амплитуда перемещения стенки порового канала принимает практически нулевые значения, что связано с высокой вязкостью СОТС на основе эмульсола Э-2 ГОСТ 1975–75 и приводит к прекращению стружкообразования. Следовательно, что бы глобули масляной фазы СОТС были в состоянии преодолеть сужения поровых каналов при образовании сводовых перемычек непосредственно у поверхности данной «щетки», требуется образование необходимого размера возмущенного радиуса поперечного сечения порового канала. Тогда проникновение глобулей масляной фазы СОТС обусловлено созданием большого значения амплитуды перемещения стенки порового канала при вибрации зерен ФАП, изменяющих масштаб порового пространства и который формируется при наличии таких технологических параметров процесса МАО как скорость V_0 и амплитуда осцилляции A и увеличении их значений. Следовательно, степень удержания частиц субстрата, включающего также масляные глобули, входящие в состав СОТС, и которое при МАО заключается в осаждении данных частиц вследствие их столкновения со стенками пор ферроабразивной «щетки» и зернами ФАП при движении по извилистым каналам и захвате частиц субстрата поровыми сужениями в виде гофра может быть уменьшена в 2,8÷3,5 раза. Размерность глобулей синтетических СОТС СинМА-1 ТУ 38.5901176–91 составляет диапазон – 10^{-4}÷10^{-6} мм и обеспечивает прохождение используемых СОТС и субстрата продуктов износа и стружкообразования через поровое пространство на всех стадиях фильтрации по причине небольших значений как самих глобулей СОТС, так и диапазона размеров стружки.

Однако синтетические СОТС имеют низкие значения своего диспергирующего, охлаждающего и смазочного действий, что снижает эффективность их применения при МАО при наличии ЭМП. Перспективным направлением интенсификации СОТС для МАО является переход к дисперсным полуколлоидным системам, размер частиц дисперсной фазы которых равняется 10^{-2}÷10^{-3} мм типа полусинтетических СОТС (патент РБ № 23142), диапазон значений кинематической вязкости равен 30÷40 сСт и в составе которых имеется (5÷10 %) нефтяных масел.

Список использованной литературы

1. Акулович, Л. М. Влияние свойств рабочей технологической среды на шероховатость поверхности и производительность при магнитно-абразивной обработке / Л. М. Акулович, Л. Е. Сергеев, М. М. Дечко // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. фіз.-тэхн. навук. – 2022. – Т. 67. – № 1. – С. 39–48.

2. Акулович, Л. М. Основы профилирования режущего инструмента при магнитно-абразивной обработке / Л. М. Акулович, Л. Е. Сергеев. – Минск : БГАТУ, 2014. – 280 с.

Summary. A promising direction for the intensification of the lubricating and cooling agent for magnetic-abrasive processing is the transition to dispersed semi-colloidal systems, the particle size of the dispersed phase of which is equal to $10^{-2} \div 10^{-3}$ mm of the type of semi-synthetic lubricating and cooling technological agents (patent of the Republic of Belarus No. 23142), the range of kinematic viscosity values is equal to 30÷40 cSt and which contain (5÷10%) petroleum oils.

УДК 631.319.06

Абдулхаев Х.Г.[1], Тухтакузиев А.[2], Тошпулатов Б.[2], Чориев Б.[1]
[1] *АО «БМКБ-Агромаш», Республика Узбекистан*
[2] *Научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, п.г.т. Гульбахор, Республика Узбекистан*

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ОРУДИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ГРЕБНЕЙ

Одним из основных путей повышения эффективности сельскохозяйственного производства является переход более современные технологии, конечная цель которых – получение максимальной урожайности при рациональных затратах труда и средств [1].

В Республике Узбекистан накоплен большой опыт по возделыванию сельхоз культур, в частности хлопчатника на гребнях [2].

Повышенная температура почвы на гребнях, лучшая аэрация, а также оптимальная плотность почвы создают благоприятные условия для получения ранних и дружных всходов, а также роста и развития растений.

Как правило, гребни для возделывания хлопчатника формируют осенью, а весной сначала производится предпосевная обработка, а затем осуществляются сев семян хлопчатника на их вершину [3-5].

Проведенные испытания показали, то существующие машины и орудия для предпосевной обработки гребней не обеспечивают обработку их по всему профилю. В результате не достигается полное уничтожение сорняков и почвенной корки. С учетом этого в Научно-исследовательском институте механизации сельского хозяйства совместно с АО “БМКБ-Агромаш” разработано новое орудие для предпосевной обработки их перед севом [6]. Оно состоит (см. рис.) из рамы 1 с навесным устройством, опорных колес 3, стрельчатых лап 4, установленных за ними ротационных рыхлителей 5, направителей 6 с нажимными пружинами 7 и цилиндрическими катками 8.

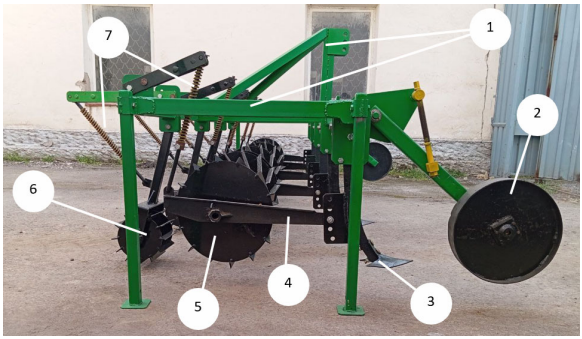


Рисунок – Общий вид орудия для обработки гребней

Стрельчатые лапы 4 к раме присоединены жестко, а ротационные рыхлители 5 и цилиндрические катки 8 – шарнирно соответственно посредством тяг 4 и направителей 6.

Испытания проводились в условиях экспериментального хозяйства НИИМСХ на гребнях, формированных осенью.

До проведения испытаний определен твердость, влажность и плотность почвенных гребней [7-9]. Данные приведены на таблице 1.

Таблица 1 – Твердость, влажность и плотность почвы до проведения испытаний

Горизонт, см	Твердость, МПа		Влажность, %		Плотность, г/см^3	
	на гребнях	в бороздах	на гребнях	в бороздах	на гребнях	в бороздах
0-5	15,42	17,16	0,69	0,74	1,19	1,23
5-10	17,05	18,61	0,93	1,01	1,24	1,41
10-15	18,21	20,20	1,08	1,27	1,29	1,48

Из таблицы видно, что твердость, влажность и плотность почвы в бороздах выше чем на гребнях.

Средняя высота гребней до прохода агрегата составляли 21,42 см, а среднее квадратичное отклонение ±1,65 см.

Работу устройства изучали в сравнении с боронами БЗ-3,6 серийного производства [10]:

Из таблицы видно, что в варианте с предлагаемым устройством наибольшее количество фракции размером менее 25 мм. Степень уменьшения высоты гребня меньше, чем с бороной БЗ-3,6, а также, обработка гребня производится по всему профилю и по заданной глубине. Это объясняется тем, что стрельчатая лапа обрабатывает борозду между гребнями, ротационный рыхлитель, выполняет рыхление поверхностного слоя на откосах гребня. Как известно, этому способствует явление буксования (или скольжения), вследствие чего различные участки почвы

оказываются по-разному деформированными. Поверхностный слой также подвергается уплотнению, что сопровождается относительным перемещением частиц почвы в вертикальной плоскости. Поэтому на поверхностном слое почвы образуются трещины, которые способствуют разрушению образовавшей почвенной корки. Под действием планок ротационных рыхлителей деформированный слой подрезается на глубину 4-5 см и одновременно с уничтожением сорняков почва дополнительно крошится. Вершину гребня обрабатывает цилиндрический каток, который также при обработке уничтожает сорняки придав ей мелкокомковатый вид.

Таблица 2 – Агротехнические показатели сравнительных испытаний

№	Показатель	Значение показателей		
		по предварительному требованию	предлагаемое орудие	Борона БЗ-3,6
1	Количество фракции, % размером, мм			
	>50	<5	3,81/3,29	38,13/19,65
	25-50	–	12,82/11,13	14,76/19,65
	<25	>80	83,37/85,58	47,11/62,72
2	Степень уменьшения высоты гребня, см	<3	1,87/1,54	5,3/6,2
3	Глубина обработки гребней, см:			
	борозда	-	8,9/8,5	-
	откос	-	4,7/4,4	-
	вершина	4-5	4,9/4,6	5,46/5,99
4	Уничтожение сорняков, %	>95	98,2/99,3	82,4/87,2

Примечание: скорость движения агрегата в числителе – 6,5 km/h, а в знаменателе 9,0 km/h.

Из таблицы видно, что в варианте с предлагаемым устройством наибольшее количество фракции размером менее 25 мм. Степень уменьшения высоты гребня меньше, чем с бороной БЗ-3,6, а также, обработка гребня производится по всему профилю и по заданной глубине. Это объясняется тем, что стрельчатая лапа обрабатывает борозду между гребнями, ротационный рыхлитель, выполняет рыхление поверхностного слоя на откосах гребня. Как известно, этому способствует явление буксования (или скольжения), вследствие чего различные участки почвы оказываются по-разному деформированными. Поверхностный слой также подвергается уплотнению, что сопровождается относительным перемещением частиц почвы в вертикальной плоскости. Поэтому на поверхностном слое почвы образуются трещины, которые способствуют разрушению образовавшей почвенной корки. Под действием планок ротационных рыхлителей деформированный слой подрезается на глубину 4-5 см и одновременно с уничтожением сорняков почва дополнительно крошится. Вершину гребня обрабатывает цилиндрический каток, который также при обработке уничтожает сорняки придав ей мелкокомковатый вид.

Таким образом, применение нового устройства в качестве орудия для обработки гребней с последовательностью рабочих органов – стрельчатая лапа, ротационный рыхлитель и цилиндрический каток позволять качественно обработать его по всему профилю.

Список использованной литературы

1. Abdusalim, T., Gafurovich, A. K., & Nakibbekovich, B. S. (2020). Determining the appropriate values of compactor paramaters of the enhanced Harrow Leveller. *Civil Engineering and Architecture*, *8*(3), 218-223.

2. Tukhtakuziyev, A. (2020). Abdulxayev X. Karimova D. Study of the uniformity of the stroke on the depth of prosessing of working bodiyes assosiated with the frame by means of a parallelogram mechanism. *Journal of Sritisal Reviyew, JSR*, *7*(14), 573-576.

3. Абдулхаев, Х. Г., & Халилов, М. М. (2019). Обоснование параметров ножей выравнивателя-рыхлителя. *Сельскохозяйственные машины и технологии*, *13*(3), 44–47.

4. Abdulkhaev, K. G. (2016). About field tests on implement for presowing cultivation of ridges. In *Современные тенденции развития аграрного комплекса* (pp. 1280–1282).

5. Abdusalim, T., & Gafurovich, A. K. (2016). Rationale for the parameters of the rotary tiller of new implement for volumetric presowing of ridges. *European science review*, (5-6), 176–178.

6. Gafurovich, A. K. (2022). Results Of Comparative Tests Of The Machine For Presowing Ridges Processing. *Thematics Journal of Applied Sciences*, *6*(1).

7. Abdulkhaev, H., & Isamutdinov, M. (2022, May). THEORETICAL SUBSTANTIATION OF THE UNIFORMITY OF THE DEPTH OF THE RIPPER STROKE OF THE MACHINE FOR PRE-SOWING TREATMENT OF RIDGES. In *Conference Zone* (pp. 22–26).

8. Gafurovich, A. K. (2022). Results Of Comparative Tests Of The Machine For Presowing Ridges Processing. *Thematics Journal of Applied Sciences*, *6*(1).

9. Абдулхаев, Х. Г. (2015). Новое орудие для предпосевной обработки гребней. In Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства (pp. 163-166).

10. Kh G Abdulkhaev and Sh N Barlibaev 2023 **IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1154** 012058.

УДК 378:631

Радченко С.А., доктор технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого», г. Тула, Российская Федерация

МИРОВОЙ ОПЫТ УЛУЧШЕНИЯ ОБУЧЕНИЯ, ОХРАНЫ ТРУДА И ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ И СПОСОБ БЫСТРО ИСПОЛЬЗОВАТЬ ЕГО НА ОСНОВЕ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА И НОВЫХ УНИКАЛЬНЫХ ХОЗДОГОВОРОВ ДЛЯ КАФЕДР

Аннотация: научно обоснован и подготовлен реальный способ быстро повышать роль вузов в улучшении обучения, охраны труда и внедрения современного оборудования, используя: 1 – опыт самых знаменитых в мире вузов; 2 – международное сотрудничество; 3 – хоздоговоры кафедр.

Abstract: a real way has been scientifically substantiated and prepared to quickly increase the role of universities in improving education, labor protection and the introduction of modern equipment, using: 1 – the experience of the world's most famous universities; 2 – international cooperation; 3 – business contracts of departments.

Ключевые слова: лучший мировой опыт; улучшение обучения; охрана труда; защита населения; международное сотрудничество.

Keywords: the best world experience; improving learning; labor protection; protection of the population; international cooperation.

При подготовке кадров для сельского хозяйства и всей экономики [1-7] важно обеспечить изучение: 1 – методов и средств для охраны труда; 2 – современного оборудования и методов его выбора и использования. Это трудно успешно обеспечить только традиционными методами обучения, в том числе из-за: 1 – невозможности обеспечивать школы и вузы многими образцами современного оборудования, в том числе очень дорогого, и регулярно обновлять их; 2 – недостаточной визуализации при обучении.

Результаты изучения лучшего опыта самых знаменитых вузов

35 лет изучения автором лучшего опыта самых знаменитых вузов России и ведущих стран (в том числе на стажировках в Великобритании (в Кембридже и Лидском университете) и в США, и в командировках в Бельгию, Францию, Германию, Данию и т.д.) по улучшению обучения и внедрению в регионах новых достижений позволили научно обосновать и подготовить новые возможности использовать этот опыт для улучшения обучения и ситуации в регионах без больших бюджетных расходов [1-11].

Первый вывод. Для быстрого и менее затратного решения проблем улучшения обучения, охраны труда, защиты населения и внедрения новых

достижений можно использовать лучший опыт сотрудничества самых знаменитых вузов России и ведущих стран с администрацией регионов, позволяющий быстрее и эффективнее сильно улучшать ситуацию [1-6].

Второй вывод. Ведущие зарубежные экономисты давно показали: 1 – невозможность сильного увеличения государственного финансирования для большинства вузов в мире; 2 – необходимость поиска вузами новых источников бюджетных и внебюджетных денег, в том числе в регионах.

Третий вывод. Знаменитые университеты применяют очень похожие методы сотрудничества с органами управления их регионов и городов для решения важных для них проблем [1-6], в том числе используя для этого:

1 – подписание вузом «рамочного» договора о сотрудничестве с администрацией своего региона или города для реализации комплексной программы их сотрудничества, который: а – похож на обычный протокол о намерениях [1-6] (в нем нет финансовых обязательств сторон) и поэтому его подписывают все администрации; б – используется всеми указанными в нем кафедрами при работе со структурами администрации в целях их участия в различных программах и получения бюджетных хоздоговоров;

2 – очень похожие во всех странах методы работы чиновников (для успешного получения некоторыми кафедрами бюджетных хоздоговоров).

Четвертый вывод. Самый перспективный и реальный способ для получения вузами дополнительных бюджетных денег в своих регионах и региональных центрах (по хоздоговорам с рядом кафедр при их участии в региональных и других программах) – это участие во внедрении лучшей современной продукции и решении важных для администрации проблем.

Пятый вывод. В ведущих странах применяют методы ранней помощи детям в выборе привлекательных для них должностей, что повышает их мотивацию к учебе и ее результативность. Поэтому такой опыт может быть полезным в целях: 1 – улучшения обучения молодежи; 2 – защиты выпускников от возможных проблем при трудоустройстве и работе [1-5].

Шестой вывод. Самый быстрый и безотказный способ обеспечивать получение сразу рядом технических и других факультетов и кафедр вузов новых бюджетных хоздоговоров при участии в региональных программах – это разработка и утверждение университетом двух документов [1-4]:

1 – программы сотрудничества администрации и вуза для улучшения обучения и профориентации молодежи, внедрения новых достижений и лучшей продукции, энергосбережения, охраны труда и защиты населения;

2 – многостороннего «рамочного» договора о сотрудничестве [6].

По объективным причинам быстро подготовить и утвердить их можно, если в них в качестве способа для обеспечения улучшения ситуации будет указано массовое внедрение в школах и постоянное совершенствование разработанного нами и много лет успешно применяемого автором при

обучении студентов учебно-тренировочного комплекса [1-4, 8], который будет производить участвующая в сотрудничестве фирма из города Тулы.

Дело в том, что портативный учебно-тренировочный комплекс [8] – это новое дополнительное средство для улучшения: 1 – обучения по ряду предметов и профориентации в школах и вузах [1-7]; 2 – охраны труда [9-10]; 3 – теплового комфорта в помещениях [8]; 4 – защиты населения от ухудшения условий жизни и ущерба при авариях систем теплоснабжения зданий и чрезвычайных ситуациях [11]; 5 – массового и эффективного внедрения новых достижений и различной современной продукции [1-8].

Поэтому использование таких возможностей учебно-тренировочного комплекса [8], безотказных законных методов получения знаменитыми университетами бюджетных хоздоговоров в регионах [1-6] и опыта и «ноу-хау» автора, полученных им при выполнении функций внештатного помощника заместителя Главы города Тулы Ю.Ф. Бухтиярова [4], быстро обеспечит кафедрам при сотрудничестве бюджетные хоздоговоры [1-4]:

- во-первых, за счет части огромных бюджетных денег, выделяемых каждый год во всех регионах на подготовку всех школ к учебному году;

- во-вторых, за счет части бюджетных денег, выделяемых различным структурам администрации во всех регионах и региональных центрах в целях решения указанных выше и других актуальных задач и проблем.

Седьмой вывод. Самым реальным и эффективным способом быстро повысить роль вузов в улучшении обучения и в массовом внедрении в их регионах лучшей продукции является участие вузов в международном сотрудничестве [1-2] с внедрением ими в школах учебно-тренировочного комплекса [8]. Это позволяет участвующим в сотрудничестве кафедрам получать много лет бюджетные хоздоговоры и важные возможности [1-6]:

1 – за счет части огромных средств, уже имеющихся в бюджетах их регионов и региональных центров для решения важных для них проблем;

2 – успешно обеспечив внесение целевого финансирования для такого международного сотрудничества в эти бюджеты даже отдельной строкой.

Главные условия для успешного использования мирового опыта

Наши исследования [1-6] показали, что для использования в регионах лучшего опыта знаменитых университетов России и ведущих стран для улучшения ситуации необходимо иметь следующие важнейшие условия:

1 – знать основные законы рыночной экономики и самые выгодные и эффективные в любых странах формы и методы сотрудничества, которые не требуют больших дополнительных затрат и рисков всех его участников и быстрее дают лучшие результаты, и уметь правильно использовать их;

2 – подготовить и утвердить совместно с администрациями региона и регионального центра (так как бюджеты у них разные) привлекательную для них программу международного сотрудничества (с участием, как ми-

нимум, одного зарубежного участника) для комплексного и наименее затратного для их бюджета решения ряда актуальных проблем (совместно с органами управления образованием и с рядом других структур этих администраций), в том числе с привлечением к этому по бюджетным хоздоговорам некоторых факультетов и кафедр вуза и их ведущих кадров (ведь такую программу многостороннего международного сотрудничества для использования мирового опыта утвердит любая администрация) [1-6];

3 – знать и уметь правильно использовать в интересах любого вуза «административный ресурс» администраций в своем регионе и городе, в том числе подготовку и утверждение нужных для успеха сотрудничества вуза и администрации документов (программы их сотрудничества, ряда постановлений и распоряжений администрации и графиков работ и т.д.).

Наша научная, учебно-методическая и практическая деятельность [1-8] позволила подготовить реальные возможности быстро создавать в любых регионах (вместе с заинтересованными факультетами и кафедрами) все эти необходимые условия для успешного использования лучшего опыта знаменитых университетов России и ведущих стран и наших разработок, опыта и «ноу-хау» в целях улучшения обучения и дохода ведущих кадров.

Международное сотрудничество как способ улучшения ситуации

Мы доказали [1-6], что международное сотрудничество – это самый реальный, эффективный и малозатратный способ повышать роль вузов в решении важных проблем, позволяющий участвующим в нем кафедрам:

1 – эффективнее сотрудничать с органами управления образованием и другими структурами администраций их регионов и городов и с многими школами, получая за счет этого самыми всегда безотказными законными методами нужную поддержку администрации и бюджетные хоздоговоры;

2 – получить недоступные ранее дополнительные источники денег;

3 – максимально приблизить учебный процесс по многим предметам к реальной жизни и использовать наиболее эффективные и малозатратные современные методы для улучшения обучения и профориентации [1-8];

4 – регулярно получать для использования в учебном процессе вузов и школ достоверную и квалифицированно подготовленную информацию о новых достижениях и современной продукции для решения ряда проблем и визуализации обучения в целях повышения интереса обучаемых к нему;

5 – повышать результативность их учебной и научной деятельности.

Это позволит использовать лучший опыт самых знаменитых вузов для получения бюджетных хоздоговоров для кафедр и улучшения обучения.

Уникальность таких новых хоздоговоров заключается в следующем:

1 – после подписания вузом многосторонних «рамочных» договоров о международном сотрудничестве с администрацией его региона и города [6] бюджетные хоздоговоры для его кафедр можно получать безотказным законным методом, успешно применяемым самыми знаменитыми вузами;

2 – можно использовать самые эффективные методы сотрудничества (для успеха и снижения затрат его участников), которые автор: 1 – изучал на знаменитых курсах бизнеса в Великобритании и России; 2 – применял, работая 20 лет на высших руководящих должностях в трех организациях, изучавших лучший мировой опыт и участвовавших в его внедрении [4];

3 – обеспечение при выполнении таких хоздоговоров использования в школах (даже в малокомплектных и сельских) и регулярного обновления и пополнения информации, содержащейся в портативном комплексе [8];

4 – решение важнейшей проблемы – невозможности обеспечивать все кафедры и все школы многими образцами современного оборудования и регулярно их обновлять (используя имеющуюся у нас базу данных о них в электронном виде для визуализации и их эффективного изучения) [1-8];

5 – усиление сотрудничества со школами и многими выпускниками.

Возможны различные варианты таких бюджетных хоздоговоров: 1 – с участием кадров только одной кафедры или одного факультета; 2 – с участием кадров нескольких факультетов; 3 – с участием специалистов из различных вузов, в том числе из других регионов и даже из других стран.

Заключение. Вышеизложенное доказывает [1-8], что можно быстрее и дешевле решать ряд проблем обучения, охраны труда, защиты населения, внедрения новых достижений и развития в любых регионах на основе многостороннего международного сотрудничества [1-2], которое улучшит использование потенциала вузов и администрации регионов и создаст для кафедр новые возможности улучшать обучение, доходы кадров и развитие [1-6]. Нашу большую готовность к такому уникальному по возможностям сотрудничеству, которое можно быстро начать, подтверждают 4 диплома 1, 2 и 3 степени, полученные в 2025, 2024 и 2023 году на трех «Выставках педагогических инноваций» в Ишимском педагогическом институте им. П.П. Ершова (филиале) Тюменского государственного университета.

Список использованной литературы

1. Радченко, С. А. Международное сотрудничество – лучший способ эффективного внедрения в вузах и школах образовательных технологий нового поколения / С. А. Радченко // Педагогическая наука и образование: сохраняя прошлое – создаем будущее: Материалы Междун. науч.-практ. форума, посвященного 110-летию БГПУ (21 ноября 2024 г.). – Минск : БГПУ им. Максима Танка, 2025. – С. 424–427.

2. Радченко, С. А. Международное сотрудничество с учетом лучшего мирового опыта как способ совершенствования регионального обучения / С. А. Радченко // Устойчивое развитие экономики: международные и национальные аспекты: сборник статей VI Междунар. науч.-практ. конф. (31 октября – 01 ноября 2024 г.). – Новополоцк : Полоцкий гос. ун-т им. Евфросинии Полоцкой, 2025. – С. 91–96.

3. Радченко, С. А. Возможности быстро улучшать обучение в регионах и получать большие хоздоговоры для кафедр педагогических вузов, используя лучший мировой опыт и межрегиональное сотрудничество / С. А. Радченко // Современное технологическое образование. Сборник статей, докладов и материалов XXX Междун. науч.-практ. конф. – Москва : Ассоциация технических университетов, 2024. – С. 10–18.

4. Радченко, С. А. Самый реальный, быстрый и малозатратный способ улучшить в регионах технологическое образование и доходы педагогических вузов и их ведущих кадров / С. А. Радченко, С. С. Радченко // Технолого-экономическое образование: достижения, инновации, перспективы: Материалы XX Всеросс. науч.-практ. конф. с междун. участием. – Тула : ТГПУ им. Л.Н. Толстого, 2023. – С. 54–65.

5. Радченко, С. А. Использование опыта инновационной деятельности ведущих зарубежных вузов – лучший способ комплексного решения задач и проблем вузов и технолого-экономического образования / С. А. Радченко // Сборник статей X Междун. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию ТГПУ им. Л.Н. Толстого и 30-летию факультета технологии, экономики и сельского хозяйства. В 2 частях. Часть 1. – Тула : ТГПУ им. Л.Н. Толстого, 2009. – С. 75–81.

6. Радченко, С. А. Многосторонние договора о сотрудничестве – самый быстрый, реальный и малозатратный способ улучшить обучение технологии и доходы вузов и их ведущих кадров, используя лучший мировой опыт / С. А. Радченко // Физико-математическое и технологическое образование: проблемы и перспективы развития: Материалы IX Междун. науч.-метод. конф. – Москва : МПГУ, 2023. – С. 215–220.

7. Радченко, С. А. Инновационные методы для улучшения обучения по технологии, физике, теплотехнике и охране труда / С. А. Радченко, А. Н. Сергеев // Школа будущего. – 2017. – № 6. – С. 180–187.

8. Радченко, С. А. Портативный учебно-тренировочный комплекс для быстрого улучшения обучения, доходов вузов и их ведущих кадров и межрегионального сотрудничества / С. А. Радченко, С. С. Радченко // Проблемы и перспективы технологического и физико-математического образования в России и за рубежом: Сборник материалов VI Междун. науч.-практ. конф. – Ишим : ИПИ им. П.П. Ершова (филиал) ТюмГУ, 2024. – С. 96–103.

9. Охрана труда: учеб. пособие / С. А. Радченко [и др.] – Тула : ТулГУ, 2015. – 328 с.

10. Охрана труда в агропромышленном комплексе: учеб. пособие / С. А. Радченко, А. Н. Сергеев, С. С. Радченко. – Тула : ТулГУ, 2016. – 420 с.

11. Аварии систем теплоснабжения и отопления: причины, ущерб и возможности его уменьшения: монография / С. А. Радченко, А. Н. Сергеев, С. С. Радченко. – Тула : ТулГУ, 2016. – 486 с.

Summary: a real way has been scientifically substantiated and prepared to quickly increase the role of universities in solving the problems of personnel training for agriculture, labor protection and the introduction of modern equipment, using the best experience of famous universities in Russia and leading countries of the world.

УДК 504.4.054; 504.4.06

Баитова С.Н.[1], кандидат технических наук, доцент;
Тепляков К.И.[2]
[1]*Учреждение образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий», г. Могилев, Республика Беларусь*
[2]*Могилевский областной комитет природных ресурсов и охраны окружающей среды, г. Могилев, Республика Беларусь*

ОХРАНА И УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Водные ресурсы – важнейший ресурс страны. Антропогенное воздействие на водные объекты связано с ростом водопотребления и водоотведения. Объемы водопотребления и водоотведения на предприятиях зависят от мощности предприятия, номенклатуры производимой продукции, технического оснащения и действующих систем водоснабжения. Основным источником загрязнения являются сточные воды, сбрасываемые в водные объекты.

Abstract. Water resources are the most important resource of the country. Anthropogenic impact on water bodies is associated with an increase in water consumption and sanitation. The volume of water consumption and sanitation at enterprises depends on the capacity of the enterprise, the range of products, technical equipment and existing water supply systems. The main source of pollution is wastewater discharged into water bodies.

Ключевые слова. Водные ресурсы, водоем, водный объект, водохранилище, водопотребление, водоотведение, сточные воды, очистные сооружения.

Keywords. Water resources, reservoir, water body, reservoir, water consumption, sanitation, wastewater, sewage treatment plants.

Водные ресурсы – стратегический природный ресурс любой страны. Под водными ресурсами гидросферы подразумевают пригодные для использования в хозяйственной деятельности воды.

Большинство предприятий различных отраслей являются водопотребителями, которые изымают воду из водных объектов, при этом часть воды используется безвозвратно, а часть возвращается в водные объекты, пройдя определенную очистку. Крупнейшими водопотребителями являются теплоэнергетика, сельское хозяйство, предприятия химической и металлургической промышленности. По расходу воды на единицу выпускаемой продукции пищевая и перерабатывающая промышленность занимает одно из первых мест среди отраслей народного хозяйства. К наиболее водоемким отраслям относятся мясная, молочная, хлебопекарная и сахарная [1]. Объемы водопотребления и водоотведения на предприятиях зависят от мощности предприятия, номенклатуры производимой продукции, технического оснащения и действующих

систем водоснабжения. Следует отметить, что по степени интенсивности воздействия пищевой и перерабатывающей промышленности на окружающую среду первое место занимают именно водные ресурсы.

Водные ресурсы Республики Беларусь представлены совокупностью рек, озер, водохранилищ, грунтовых и подземных вод. Основным источником водных ресурсов Беларуси являются крупные и средние реки, вдоль которых концентрируется населенные пункты, города и промышленность. Немаловажное значение имеют также ресурсы малых рек, которые в связи с рассредоточенностью по территории доступны для повсеместного использования. Характерной особенностью Беларуси является наличие большого количества озер. Реки, озера и пруды относятся к возобновляемым водным ресурсам. Формируются водные ресурсы республики в основном за счет атмосферных осадков и перетока поверхностных вод с сопредельных территорий [1].

Возобновляемые ресурсы пресных поверхностных и подземных вод в целом по Беларуси оцениваются как достаточные для удовлетворения потребностей страны в воде.

Однако для жизнедеятельности людей, промышленности и сельского хозяйства необходима не просто вода, а вода определенного качества, в связи с этим настоящее время актуальной проблемой является защита от загрязнений как поверхностных, так и подземных вод.

На территории Могилевской области насчитывается 974 водоёма, из них 154 озер, 10 водохранилищ, 810 прудов, протекает 447 рек (3 больших реки (Днепр, Сож, Березина) 6 средних, 438 малых рек), 269 каналов, 743 ручьев), 230 родников.

Антропогенное воздействие на водные объекты ежегодно увеличивается в связи с ростом промышленных мощностей, ростом городов и численности населения. Обусловлено это ростом водопотребления и водоотведения. Увеличение объемов водопотребления влечет за собой и увеличение объемов водоотведения, т.е. количество сточных вод возрастает. Изъятие вод из природных источников по Могилевской области в 2023 году составило 147 млн. $м^3$ (в том числе из подземных водных объектов 112,4 млн.$м^3$), по стране в целом – 1435 млн.$м^3$. Добытые воды были использованы на хозяйственно-питьевые нужды, включая лечебные – 48,9 млн. $м^3$, на нужды промышленности и иные нужды – 36,8 млн. $м^3$, на нужды сельского хозяйства (кроме рыболовства) – 12,3 млн. $м^3$. В поверхностные водоемы было сброшено 119 млн. $м^3$, из них:

- без превышения нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ без очистки на очистных сооружениях 34,8 млн. $м^3$;
- без превышения нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ после очистки на очистных сооружениях 84,1 млн. $м^3$;
- с превышением нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ 0,1 млн. $м^3$ [2].

Обеспечение благоприятной экологической обстановки городов и сельских населенных пунктов и охрана водных объектов от загрязнения прежде всего связана с высокоэффективной работой очистных сооружений сточных вод.

Для улучшения эффективности очистки сточных вод в период с 2019 по настоящее время на территории Могилевской области проведены работы по реконструкции (модернизации) очистных сооружений: г. Быхова (акт приемки в эксплуатацию объекта строительства от 30.07.2019 № 26), г. Мстиславля (акт ввода в эксплуатацию от 18.12.2023), г. Горки (акт приемки в эксплуатацию от 25.06.2024), а также реконструкция секций аэротенков с заменой системы аэрации и насосного оборудования на очистных сооружениях г. Могилева (акт приемки в эксплуатацию от 30.09.2024).

С 2024 года начаты работы по реконструкции очистных сооружений за счет кредитных средств ОАО «Банк развития Республики Беларусь» в городах Шклов, Кричев, Осиповичи, а в г. Бобруйске модернизация очистных сооружений велись за счет собственных средств организации УПКПВКХ «Могилевоблводоканал». В 2025 году работы по реконструкции (модернизации) очистных сооружений продолжаются. В 2025 году также планируется начать реконструкцию очистных сооружений в г.Белыничи. Проектом предусматривается замена очистки сточных вод на картах полей фильтрации на искусственную биологическую очистку с дальнейшим сбросом очищенных сточных вод в р. Неропля.

Уделяется в области и внимание состоянию очистных сооружений в сельской местности. Так, за последние два года проведена реконструкция очистных сооружений аг. Дашковка, д. Никитиничи Могилевского района, аг. Горбацевичи Бобруйского района, д. Большое Уланово Шкловского района, ведутся работы по строительству очистных сооружений в д. Горбавичи Чаусского района.

Благоустройство мест отдыха населения в прибрежных зонах (установка контейнеров, урн, туалетов, наличие автостоянок) способствуют защите водных объектов от загрязнений. Для благоприятного отдыха населения ежегодно в Могилевской области к летнему сезону обустраиваются места отдыха на водных объектах. В 2024 году было подготовлено 88 мест отдыха на озерах, водохранилищах и реках.

Места отдыха оборудованы:

- местами для стоянки автотранспорта (87);
-информационными знаками (113);
- контейнерами, урнами (352);
- общественными туалетами (114);
- спортивными площадками (58).

Ежегодно в республике проводится конкурс на лучшее обустройство и содержание мест отдыха у воды. По итогам финального этапа республикан-

ского смотра-конкурса на лучшее благоустройство поверхностного водного объекта в номинации «Лучшее благоустройство и содержание зоны отдыха на водном объекте среди государственных организаций» – 1 место присвоено Экотуркомплексу «Николаевские пруды» у д. Грибино Круглянского района (ГУКДСП «Круглянская ПМК №266) Могилевской области.

В номинации «Лучшее благоустройство и содержание зоны отдыха на водном объекте среди водопользователей, оказывающих услуги рекреации и туризма» республиканского конкурса – 1 место присвоено зоне отдыха ООО «Туркомплекс» на Чигиринском водохранилище».

Проводятся в области и мероприятия по улучшению экологического состояния поверхностных водных объектов. В 2024 году продолжались начатые работы по объекту «Благоустройство территории с очисткой Гребеневского водохранилища по улице Симонова в г. Могилеве». На реализацию проекта затрачено 3099,98 тыс. рублей бюджетных средств. Общая строительная готовность объекта – 88%.

В 2024 году проводились работы по разработке сапропеля, очистке прибрежной зоны, перевозке отходов на полигон ТКО, вывозе сапропеля, демонтажу дамб, устройству карты намыва и др. Данный вид работ в 2025 году продолжается.

В 2024 году уделялось внимание вопросам проведения ликвидации гидротехнических сооружений и устройств, предназначенных для добычи подземных вод и не подлежащих дальнейшему использованию, проведен ликвидационный тампонаж 36 артезианских скважин.

Таким образом, защита водных объектов от загрязнения в Могилевской области обеспечивается благодаря очистке сточных вод, постоянному контролю за состоянием станций очистки сточных вод, благоустройству прибрежных зон отдыха населения, очистке водных объектов и прибрежных зон, демонтожу дамб и др.

Список использованной литературы

1 Челноков, А. А. Основы экологии / А. А. Челноков, Л. Ф., Ющенко, И. Н. Жмыхов. – Минск: Выш. шк., 2012. – 543 с.

2 Охрана окружающей среды в Республике Беларусь. Статистический буклет. - Минск. – 2024. – с. 35. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.belstat.gov.by/ - Дата доступа: 02.05.2025.

Summary. Water of a certain quality is necessary for the vital activity of people, industry and agriculture. Currently, pollution of both surface and groundwater is an urgent problem. Wastewater treatment plants play an important role in ensuring a favorable environmental situation in cities and protecting water bodies from pollution. In addition to the reconstruction of sewage treatment plants, the improvement of coastal recreation areas and the purification of water bodies contribute to improving the ecological condition and protecting water resources from pollution.

УДК 629.353.614.8.027

Мисун Л.В., доктор технических наук, профессор;
Мисун Ал-й Л., кандидат технических наук, доцент;
Корниенко П.М., магистрант;
Горячко Д.В., студент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ САМОСВАЛЬНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Аннотация. Рассмотрены способы повышения безопасности труда водителя самосвального транспортного средства. Предложена безопасная конструкция платформы кузова.

Abstract. The article considers ways to improve the safety of a dump truck driver. A safe design of the body platform is proposed.

Ключевые слова: самосвальное транспортное средство, безопасность, водитель, платформа кузова, травмоопасная ситуация, травматизм.

Keywords: dump truck, safety, driver, body platform, hazardous situation, injuries.

В Республике Беларусь строительство сельскохозяйственных объектов не обходится без сыпучих стройматериалов – песка, щебня и др. Во время их разгрузки имеют место воздействие различных опасных и вредных производственных факторов [1]. Разгрузка сыпучих материалов является весьма трудоемким процессом, а зачастую и травмоопасным. Повышение безопасности труда при выполнении разгрузки самосвального транспортного средства (СТС) будет способствовать снижению производственного риска, увеличению эффективности выполняемых работ [2–3].

Недостатком известных гидравлических опрокидывающих устройств является невозможность фиксации кузова СТС при нарушении герметичности гидравлической системы опрокидывающего устройства.

Для безопасного подъема кузова СТС, включается двигатель СТС, начинает работать масляный насос, который рабочую гидравлическую жидкость из масляного бака по всасывающей магистрали под давлением подает через первый открытый канал гидравлического клапана, а затем в телескопический гидроцилиндр. При подъеме кузова на расчетный угол первый открытый канал гидравлического клапана закрывается, перепуская гидравлическую жидкость по второму каналу в гидроцилиндр двустороннего действия. Шток гидроцилиндра выдвигается, поднимая предохранительный упор, подвижный упор предохранительного устройства займет углублении пяты, не давая кузову опуститься в случае самопроизвольного опускания (падения) из-за разрыва рукава высокого давления.

Для повышения безопасности разгрузки платформы кузова СТС предлагается специальная конструкция безопасного опрокидывающего устройство кузова (рисунок 1), В системе опрокидывающего устройства кузова с гидравлическим приводом установлены гидроцилиндр одностороннего действия для подъема кузова СТС, гидравлического клапана, предохранительного упора приводящего в действие гидроцилиндром двустороннего действия, предохранительный упор способный фиксировать кузов в поднятом положении [3].

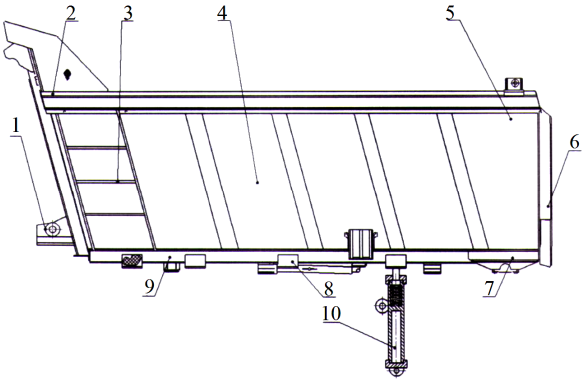


Рисунок 1 – Безопасное опрокидывающее устройство кузова СТС с гидравлическим приводом: *1* – передний упор; 2 – рама; *3* – лестница; *4* – борт; *5* – поперечина; *6* – задний борт; *7* – опора подвижная; *8* – опора резиновая; *9* – днище; *10* – упор предохранительный

Опрокидывающее устройство с гидравлическим приводом работает следующим образом. Для подъема кузова, включается двигатель СТС, начинает работать масляный насос, который рабочую гидравлическую жидкость, из масляного бака по всасывающей магистрали, под давлением, подает, через первый открытый канал гидравлического клапана в телескопический гидроцилиндр. При подъеме кузова, на расчетный угол, первый открытый канал гидравлического клапана закрывается, перепуская гидравлическая жидкость по второму каналу, в гидроцилиндр. Шток гидроцилиндра выдвигается, поднимая предохранительный упор. При полном подъеме грузовой платформы, фиксатор предохранительного упора займет углубление пяты упора, не давая платформе самопроизвольно опуститься самосвальной платформе в случае разгерметизации системы подъема-опускания платформы.

Для опускания кузова, рабочая гидравлическая жидкость, через второй канал гидравлического клапана подается в гидроцилиндр, который начинает убираться, сдвигая предохранительный упор, при достижении расчетного угла закрывается второй открытый канал гидравлического клапа-

на, открывается первый канал гидравлического клапана, позволяющий гидравлической жидкости, из телескопического гидроцилиндра поступать в гидравлический бак. Секции телескопического гидроцилиндра начинают убираться, предохранительный упор складывается, кузов садится на раму СТС. При уборке кузова, рабочее давление от гидравлического клапана гидропривода подается на гидроцилиндр гидропривода, предохранительный упор начинает убираться, при этом подвижный упор выходит из выемки пяты, кузов беспрепятственно начинает опускаться.

Применение предлагаемой конструкции безопасного опрокидывающего устройства кузова СТС с гидравлическим приводом будет способствовать повышению безопасности труда водителя, снижению вероятности находится вне опасной зоны под платформой.

Список использованной литературы

1. Каратаева, Л. А. Дорожно-транспортный травматизм в социальном аспекте / Л. А. Каратаева, Б. Т. Абророва, М. Т. Тохирова // Молодой ученый. – 2016. – №4. – С. 278–280.

2. Мисун, Л. В., Агейчик В. А., Мисун Ал-й Л. и др. Организационно-технические мероприятия для повышения безопасности и улучшения условий труда операторов мобильной сельскохозяйственной техники. – Минск: БГАТУ, 2012. – 192 с.

3. Мисун, Л. В. Техносферная безопасность / Л. В. Мисун, Ал-й Л. Мисун, Ал-р Л. Мисун. – Минск: БГАТУ, 2023. – 212 с.

4. Патент на изобретение: RU 6501 A9. Опрокидывающее устройство кузова автомобиля-самосвала с гидравлическим приводом / Е. Н. Христофоров, Н. Е. Сакович, А. А. Кузнецов, А. Ф. Ковалев, А. М. Никитин, А. С. Шилин, 2021.

Summary. An analysis of the impact of hazardous and harmful production factors on a worker during unloading of a dump truck has been performed. The causes of failure of tipping device systems of a dump truck body have been established. To improve the safety of the driver and reduce the likelihood of him being in a dangerous zone, a special design of a safe body tipping device has been proposed.

УДК 331.465

Андруш В.Г., кандидат технических наук, доцент
Шелегова Е.В., магистрант
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ЖИВОТНОВОДОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАБОТ В НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ

Аннотация. Для улучшения условий и повышения безопасности труда работников животноводческой отрасли АПК приоритетом является переработка инструкции по охране труда животновода с учетом мер безопасности и четкого алго-

ритма действий работника в сложных метеоусловиях, а также разработка эффективных мер предотвращения травмирования.

Abstract. In order to improve the working conditions and safety of workers in the livestock sector of the agro-industrial complex, the priority is to revise the instruction on labour protection for livestock breeders, taking into account safety measures and a clear algorithm of employee actions in difficult weather conditions, as well as the development of effective measures to prevent injuries.

Ключевые слова. Травматизм, опасные и вредные производственные факторы, требования безопасности, животновод, инструкция по охране труда.

Keywords. Injuries, hazardous and harmful production factors, safety requirements, livestock breeder, labour protection instruction.

В результате глобального потепления в Республике Беларусь, как и во всем мире происходит изменение климата, что приводит к температурным изменениям и множественным проявлениям экстремальных погодных явлений, таких как ураганы, грозы, шквалистый ветер, смерчи [1]. Свыше 99% гроз приходится на период с апреля по сентябрь, который многие сельхозорганизации используют для выпаса и оздоровления скота (в 2023 году стойлово-пастбищное содержание применялось для 3,5 тыс. коров, из них 750 – выпасалось круглосуточно [2]).

Согласно статистике, с 2003 по 2023 год на пастбищах Беларуси от удара молнии погибли 12 работников, обслуживающих крупный рогатый скот на летних пастбищах [3]. При этом фактически не регистрируются несчастные случаи с тяжелыми и легкими последствиями. Таким образом, повышается актуальность разработки комплекса организационно-технических мероприятий для улучшения условий и повышения безопасности труда работников при пастбищном выпасе скота в условиях неблагоприятных погодных условий.

Одним из признаков системы анализа предотвращения возникновения опасных ситуаций является взаимодействие многоуровневой системы, включающей в себя человека, животных, элементы производственной среды, и их функционирование в условиях воздействия опасных факторов. Применительно к обслуживающему персоналу эта система может давать отказы по безопасности труда работника при возникновении реакции работника на производственную среду, а именно при возникновении аварийных ситуаций, сложных метеорологических условий, сопровождающихся опасными погодными явлениями.

В таких случаях является приоритетным разработка мер безопасности и четкого алгоритма действий работника в сложных метеоусловиях, а также разработка эффективных мер предотвращения несчастных случаев, учитывая весь комплекс производственных факторов (технологический процесс (оборудование), особенности животных, производственную среду), влияющих на работника.

В соответствии с СУОТ сельскохозяйственная организация обязана разработать и внедрить четкую политику безопасности, которая определит стандарты и требования для работ, проводимых на летних пастбищах. В политику включаются меры предупреждения и профилактики травматизма при работах в сложных метеоусловиях.

Организационные мероприятия по профилактике травматизма при выпасе скота предполагают ряд практических действий, которые помогут снизить риски для работников.

Необходимо провести анализ и оценку рисков на рабочих местах для определения потенциальных опасностей и рисков для работников, при этом риск поражения ударом молнии должен быть внесен в систему управления охраной труда организации. Это позволит идентифицировать меры по предотвращению и управлению риском, а также разработать соответствующие мероприятия и инструкции.

Проводя регулярные проверки и аудиты, руководство обязано убедиться в соблюдении политики безопасности и эффективности принятых мер. Это позволяет незамедлительно выявлять и исправлять проблемы и недостатки в системе профилактики травматизма.

В организациях, осуществляющих выпас скота, должна быть разработана система мониторинга погодных условий, для своевременного получения штормовых предупреждений, и система оповещения работников.

Особое внимание необходимо уделять обследованию состояния условий труда работников и соблюдению ими требований по охране труда.

Наличие, использование и состояние средств индивидуальной защиты, таких как резиновые сапоги и прорезиненный плащ существенно снижают риск поражения разрядом молнии на открытой местности, а наличие и исправность молниезащиты в вагончиках-бытовках позволит работникам укрыться во время грозовых проявлений.

Важным условием предотвращения несчастных случаев является наличие квалифицированного и мотивированного к безопасному труду персонала. Таким образом, одним из главных направлений профилактики травматизма при выпасе скота является обучение по охране труда работников, осуществляющих и сопровождающих данный вид деятельности – животноводов, доярок, ветеринарных врачей, пастухов. Работники должны быть обучены правилам безопасности работы в сложных метеоусловиях, действиям во время грозовых проявлений, должны знать средства защиты и места, где можно укрыться, быть внимательны к признакам приближающейся грозы и при необходимости сообщать о ней своему руководителю.

В системе обучения по охране труда необходимо использовать все виды наглядных пособий – натурные (средства индивидуальной защиты); объемные (макеты); графические (схемы, чертежи, диаграммы); изобразительные (фотографии, рисунки), а также видеофильмы.

Регулярный анализ несчастных случаев, связанных с травматизмом при летне-пастбищном выпасе скота, позволит улучшить процедуру обучения на реальном опыте.

В такой ситуации возрастает ответственность руководителей за обучение, стажировку, проверку знаний и инструктаж по охране труда сезонных рабочих, нанимаемых по гражданско-правовым договорам; работников, совмещающих несколько профессий рабочих; обучающихся, в период практики и производственного обучения, привлекаемых для организации летне-пастбищного выпаса скота.

На данный вид работ должна быть разработана инструкция по охране труда (инструкция по охране труда при пастьбе скота), а при нецелесообразности разработки инструкции на отдельный вид работ добавлены пункты в «Типовую инструкцию по охране труда для животновода» [4]. Где следует предусмотреть все вредные производственные факторы, в том числе и работа в сложных метеорологических условиях (ливни, грозы, шквалистый ветер) (Глава 1. «Общие требования по охране труда» типовой инструкции по охране труда для животновода (инструкции по охране труда при пастьбе скота)).

Данными рекомендациями следует дополнить Главу 3 «Требования по охране при выполнении работы» типовой инструкции по охране труда для животновода (инструкции по охране труда при пастьбе скота)).

При внезапном ухудшении метеорологических условий, вызванных такими факторами, как ливни и грозы, работникам необходимо [5]:

1) перегнать скот на место постоянной стоянки – в летний лагерь, коровник;

2) работнику укрыться в вагончике-бытовке, оборудованной системой молниезащиты;

3) если нет такой возможности, то укрыться в лесу, лесных насаждениях или складках местности, где меньше вероятность поражения молнией; чаще всего молния ударяет в дубы, тополя и вязы, реже всего – в березу и клен; обратить внимание, чтобы рядом не было расщепленных деревьев, ранее пораженных грозой, что говорит о том, что грунт на данном участке имеет высокую электропроводность, и удар молнии сюда еще раз весьма вероятен;

4) если работник остался в открытом поле следует поискать яму или овраг, если же никаких углублений поблизости нет – присесть, как можно ниже или лечь на землю;

5) не прятаться в стоге сена или соломы, в необитаемых одиночных бараках или сараях;

6) не ходить босиком и не поднимать над головой токопроводящие предметы (лопаты, тяпки, косы), удалить с себя все металлические предметы или украшения.

7) не стоять или не сидеть верхом на лошади на открытом пространстве, во время грозы взять лошадь под уздцы;

8) нельзя размещаться на возвышенности, под линиями передач, у одиноких деревьев, вышек и т.п., можно сесть или встать на изоляционный материал: бревно, доску, камень;

9) избегать контакта с водой – запрещено купаться в водоемах, плавать на лодках и заниматься ловлей рыбы;

10) не рекомендуется находиться возле горящего костра; курить; касаться головой, спиной или другими частями тела поверхности скал, стволов, деревьев, металлических конструкций;

11) не находиться рядом с включенными электроприборами, проводкой, металлическими предметами (забор, инструменты), не касаться их руками, не располагаться вблизи молниезащитного заземления, не использовать мобильный телефон;

12) дождаться окончания грозы и быть бдительным, т.к. возможно возвращение грозовой активности, продолжать работу можно только после полной уверенности в ее безопасности.

Работники должны быть обучены приемам оказания первой помощи при поражении молнией [6]. Данные приемы рекомендуется изложить Главе 5 «Требования по охране труда в аварийной ситуации» типовой инструкции по охране труда для животновода (инструкции по охране труда при пастьбе скота):

– если в работника попал разряд молнии, необходимо немедленно вызвать «скорую помощь» по телефону 103 или 112 и оказать ему помощь;

– перенести пострадавшего в безопасное место, т.к. молния может ударить в одно место дважды;

– если пострадавший без сознания – уложить его на спину и повернуть голову набок; при отсутствии пульса – сделать искусственное дыхание и непрямой массаж сердца; дать понюхать нашатырный спирт;

– если пострадавший в сознании – дать ему обезболивающее и успокоительное;

– при наличии ожогов – снять обожженную одежду, обильно полить поврежденную кожу холодной водой и перевязать бинтом или чистой тканью.

К эффективным техническим мероприятиям повышения безопасности труда животноводов следует отнести проектирование и создание технических решений системы молниезащиты, позволяющих обезопасить работника и сооружения, расположенные на летних пастбищах, от воздействия на них грозовых разрядов, вызванных прямым ударом молнии и ее вторичными проявлениями.

Меры, предупреждающие повреждение оборудования и сооружений на пастбищах от пожаров и грозовых проявлений следует предусмотреть в Главе 2 «Требования по охране труда перед началом работы», типовой инструкции по охране труда для животновода (инструкции по охране труда при пастьбе скота):

– разработать и установить систему молниезащиты;

– по возможности, не использовать металлические материалы, т.к. металлические предметы, такие как заборы или ограждения, могут привлекать молнию и увеличивать риск пожара или повреждения инфраструктуры. Если необходимо использовать металлические материалы, то их следует заземлить и установить на достаточном расстоянии друг от друга;

– поддерживать пастбище в чистоте, убирать сухую траву и другие горючие материалы, которые могут стать топливом для пожара;

– изучать погодные условия и учитывать вероятность грозы при планировании работы на пастбище. Если гроза приближается, лучше отложить работу до более безопасного времени;

– проводить регулярный осмотр пастбища на предмет повреждений, связанных с воздействием молнией, в случае их обнаружения принимать меры по усилению защиты пастбища.

В целом, защита работников от грозовых проявлений во время летне-пастбищного выпаса скота требует систематического подхода – надлежащее соблюдение мер организационного характера, соответствующих мер предосторожности, применение эффективных технических мероприятий позволит существенно минимизировать риск возникновения смертельных несчастных случаев.

Список использованной литературы

1. Андруш, В. Г. Влияние изменения климата на безопасность труда в сельском хозяйстве / Е. В. Шелегова, В. Г. Андруш, И. М. Рыжук // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества: сб. материалов международной студенческой НПК (Горки, 18-19 апреля 2024 г.) / редкол.: В. Н. Босак (гл. редактор) [и др.]. – Горки: БГСХА, 2024. – 252 с.– С. 237–239.

2. Андруш, В. Г. Выбор наиболее перспективного решения летнего содержания скота в условиях современных молочно-товарных комплексов / В. Г. Андруш, Т. В. Молош, С. А. Корчик, Е. В. Шелегова, В. Н. Босак // Животноводство и ветеринарная медицина. – №1 (161). -Горки: БГСХА – 2024. – С. 3–8.

3. Андруш, В. Г. Повышение защищенности животноводов в летне-пастбищный период / Андруш В. Г., Жаркова Н. Н., Шелегова Е. В, Ханда Т. И. // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства : сб. науч. тр. / редкол.: В. В. Гусаров (гл. ред.) [и др.]. – Горки : БГСХА, 2024. – Вып. 9. – 322 с. – С. 11–15.

4. Типовые инструкцию по охране труда для животновода и др.: утв. пост. министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь 5 марта 2020 г. № 9 Об утверждении Типовых инструкций по охране труда (в ред. пост. Минсельхозпрода Республики Беларусь от 20 сентября 2023г. №120) [Электронный ресурс] // Мин. сельск. хоз. и прод. – Режим доступа: https://mshp.gov.by/ru/ohrana-ru/view/ 8767/. – Дата доступа: 06.04.2025.

5. Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь [Электронный ресурс]: Правила действий при грозе. – Режим доступа: https://mchs.gov.by/upload/old_mchs_files/pravila/pravila_deistv_pri_groze.pdf. – Дата доступа: 09.02.2025.

6. Охрана труда в Беларуси [Электронный ресурс]: Работы в грозу. Что делать работнику? – Режим доступа: https://otb.by/articles/raboty-v-grozu-chto-delat-rabotniku. – Дата доступа: 09.02.2025.

Summary. Protection of workers from thunderstorms during summer grazing requires a systematic approach - proper observance of organisational measures, appropriate precautions, application of effective technical measures will significantly minimise the risk of fatal accidents.

УДК 004.9

Ткачева Л.Т., кандидат технических наук, доцент;
Бренч А.А., кандидат технических наук, доцент;
Сермяжко М.А., магистрант
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ПРИМЕНЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ОХРАНЫ ТРУДА В АПК

Аннотация. Инновационные решения в охране труда – новый уровень безопасности и самочувствия сотрудников. Это использование сферы IT, визуальное управление, автоматический мониторинг состояния работника, новые форматы обучения и тренингов. За этими инновациями – будущее, они повсеместно ходят в бытовую жизнь и в деятельность организаций.

Abstract. Innovative solutions in labor protection are a new level of safety and well-being of employees. This is the use of the IT sphere, visual management, automatic monitoring of the employee's condition, new formats of education and training. These innovations are the future, they are widely used in everyday life and in the activities of organizations.

Ключевые слова. Безопасность, экология, мониторинг, цифровые технологии, условия труда, средства индивидуальной защиты, датчики, наноматериалы.

Keywords. Safety, ecology, monitoring, digital technologies, working conditions, personal protective equipment, sensors, nanomaterials.

На сегодняшний день в Республике Беларусь достаточно высокий уровень цифровизации и охраны труда достигнут на предприятиях Министерства энергетики. Здесь внедряется современное оборудование с надежными системами защиты; используются датчики, которые помогают контролировать работу объектов с повышенной опасностью и потенциально опасных объектов; применяются наноматериалы, снижающие потенциальный риск при обслуживании оборудования; ведутся электронные базы данных по охране труда; применяются беспилотные летательные аппараты для наблюдения за ходом земляных работ, контроля за тепловым состоянием караванов и инспекции тепловых сетей, др. Опыт цифровизации процессов охраны труда, кото-

рый наработан в энергетике, постепенно распространяется и в других отраслях, в том числе и на предприятиях агропромышленного комплекса.

В настоящее время для мониторинга условий труда и экологических нормативов в АПК широко внедряются цифровые технологии, наиболее перспективными из которых являются интернет вещей (Internet of Things, IoT) и искусственный интеллект (artificial intelligence; AI).

Актуальность данного направления обусловлена ростом требований к охране труда и экологической безопасности. Снижение выбросов, контроль за пестицидами, наличия удалённых опасных рабочих зон (поля, фермы) требуют автоматизированного контроля, предсказание аварий на основе данных датчиков.

Для мониторинга условий труда применяются:

а) Датчики на технике и одежде

– Уровень шума, вибрации, загазованности в кабине трактора

Для контролирования шума, могут использоваться датчики децибелметры (например, Bosch PLR 50) + IoT-передатчики, вибрации - акселерометры (Analog Devices ADXL345), интегрированные в сиденье оператора, загазованности - газоанализаторы (Honeywell SPM Flex) для CO□, NH□, выхлопов.

В Беларуси МТЗ тестирует систему «Умная кабина» (датчики + вывод данных на дисплей). В Польше AGROCOM использует датчики «Clime» для мониторинга условий в кабинах комбайнов.

– Датчики усталости водителя (анализ мимики через камеры + ИИ)

Для реализации, могут применяться камеры (например, Intel RealSense) + алгоритмы OpenCV или NVIDIA Drive IX. Датчики усталости водителя могут проводить анализ закрытых глаз, зевоту, наклон головы. При обнаружении признаков усталости происходит звуковой сигнал или автостоп.

«Умные тракторы» Claas (Германия) с системой «Driver Alert». В Республике Беларусь разрабатывается аналогичный модуль для техники «Гомсельмаш».

б) Системы оповещения. Автоматический стоп-сигнал при приближении человека:

На данный момент применяются радарные датчики (Texas Instruments IWR6843) с ультразвуковыми сенсорами, алгоритмы компьютерного зрения (YOLOv5 для распознавания людей).

В частности, John Deere (США): система «Proximity Warning» для комбайнов, в Беларуси «БелАЗ» внедряет похожие решения для карьерной техники.

Для контроля экологических параметров применяются:

а) Датчики почвы и воздуха. Уровень пестицидов, нитратов, CO□

Реализуется средствами портативных спектрометры (например, Hanna Instruments), стационарных станции (Libelium Waspmote для полевого мониторинга).

Примеры реализации в Беларуси: «Белгипрозем» использует датчики «Скаут» для анализа почв, проект «SmartVillage» (Литва) использует сеть датчиков CO_2 на границе с РБ.

б) Спутниковый мониторинг эрозии полей

Реализуется на Платформах Sentinel-2 (ЕС) + алгоритмы NDVI для оценки деградации почв в Республике Беларусь, Белорусский «БКА» (Белорусский космический аппарат) – данные для Минсельхозпрода.

Для прогнозирования загрязнений с использованием данных с датчиков и метеорологических сводок посредствам нейросети (TensorFlow, PyTorch) предсказывается вымывание нитратов в реки, скопление пестицидов в воздухе (реализовано в «IBM PAIRS» (США) и используется в Польше). В Республике Беларусь «Центр экологических решений» тестирует аналоги на основе Belarus Cloud.

Примерами внедрения IoT и AI в Республике Беларусь также являются:

– датчики температуры/влажности и спутниковый мониторинг для снижения пестицидной нагрузки («Умное поле», Гродненская область);

– IoT-датчики на технике и AI-анализ выбросов (МТЗ «Прецизионный агро»);

– мониторинга аммиака в коровниках через LoRaWAN-сети (Белорусская молочная компания)

Одним из перспективных направлений применения цифровых технологий является применение средств индивидуальной защиты (СИЗ) нового поколения. Сельское хозяйство – одна из самых травмоопасных отраслей (падения, контакт с техникой, химикаты, пыль, шум). Традиционные СИЗ (респираторы, перчатки, каски) часто неудобны и недостаточно эффективны. Новые технологии позволяют повысить комфорт, безопасность и контроль за состоянием работников. В настоящее время наиболее перспективными средствами индивидуальной защиты являются:

1) "Умные" СИЗ с датчиками.

Перчатки с вибрацией. Встроенные датчики приближения (ультразвуковые или RFID) реагируют на движущиеся части техники (например, валики комбайна). При опасном сближении перчатка вибрирует или подаёт звуковой сигнал.

На данный момент, реализовано несколько проектов с использованием данных перчаток. Компания «Vibrotactile» (США) разработала перчатки для работников зерноочистительных комплексов. Тестирование показало снижение травм на 40%. «SmartGlove» (Германия) – перчатки с интеграцией в системы IoT-мониторинга сельхозпредприятий.

2) Биометрические СИЗ.

Ремни/жилеты с датчиками пульса и температуры. Датчики ЭКГ, SpO, температуры тела передают данные на смартфон бригадира или в облако. При критических показателях (тепловой удар, аритмия) система отправляет SMS-оповещение.

Один из примеров реализации выполнила Канадская фирма «Hexoskin Smart Vest» для виноградников в Испании, для контроля нагрузок при работе в жару. Так же, Японская фирма «T-Jacket» реализовала жилет с терморегуляцией и датчиками обезвоживания.

3) Очки с AR-дисплеями

Одним из интересных направлений развития СИЗ для АПК является использование очков с AR-дисплеями, на которые можно выводить данные о опасных зонах или инструкции по экстренному отключению техники.

Примеры реализации: «Microsoft HoloLens 2» – на фермах Нидерландов очки показывают траекторию движения роботов-опрыскивателей, «DAQRI Smart Glasses» – в США используются для обучения работе с сельхозтехникой.

4) Антихимическая защита

Самоочищающиеся ткани. Для разработки таких тканей, возможно использовать покрытие наночастицами TiO□ – разлагает пестициды под действием солнечного света или гидрофобные пропитки (например, технология «Schoeller NanoSphere») – отталкивают жидкости и грязь.

Данные ткани использует Швейцарская фирма «ChemSafe Suit», производящая комбинезоны для обработки полей гербицидами с автоочисткой. Так же в США «R-Storm» разработал спецодежду с защитой от аэрозольных химикатов.

Данные с датчиков СИЗ могут направлятся в облачные платформы (например, «Siemens MindSphere»), для дальнейшего анализа Big Data и прогноза аварий (например, система «SmartFarm» от Bosch).

Предложенные технологии уже тестируются в ЕС, США и Японии, но в Беларуси пока внедряются фрагментарно.

Актуальные исследования подтверждают их эффективность:

– использование «умных перчаток позволяет снизить количества травм на 30–50 %.

– применение биометрических жилетов предотвращает 80% случаев теплового удара.

В Беларуси пока нет массового производства таких решений, но есть пилотные проекты с импортными аналогами:

«БелАЗ» тестирует умные каски с датчиками для сотрудников, работающих с тяжелой техникой. «Гомсельмаш» экспериментирует с AR-очками для сервисных инженеров.

В крупных агрохолдингах (ОАО «Агрокомбинат «Дзержинский», ОАО «СГЦ «Западный») тестируют IoT-жилеты китайского производства (например, Xiaomi Mijia Smart Vest).

Белорусские НИИ (например, Институт мелиорации) исследуют самоочищающиеся ткани с нанопокрытием, но серийного выпуска пока нет.

В целом, Республика Беларусь отстаёт в массовом внедрении цифровых технологий при обеспечении охраны труда в АПК от стран ЕС, но имеет научную базу и пилотные проекты для развития.

Список использоваанной литературы

1. Smart PPE in Agriculture: A Review // (Journal of Agricultural Safety and Health, 2023. DOI:10.1234/jash.2023.0123.

2. AR for Hazard Visualization in Farming// IEEE Transactions on AgriFood Electronics, 2022.
3. Self-Cleaning Nanotextiles for Pesticide Protection» //Advanced Materials Technologies, 2021.
4. IoT-Enabled PPE: Case Study of John Deere's Smart Vest//Precision Agriculture Journal, 2023.
5. Thermal Stress Monitoring in Agriculture//Biosystems Engineering, 2022.
6. Развитие smart-технологий в АПК РБ // «Аграрная экономика», 2023, №4.
7. Отчёт Минсельхозпрода Республики Беларусь (2023): «Охрана труда в сельском хозяйстве: статистика и перспективы».
8. IoT for Occupational Safety in Agriculture: Case of Belarus//IEEE Xplore, 2023.
9. AI-Driven Prediction of Soil Pollution in Arable Land//Journal of Environmental Management, 2022.
10. Smart Sensors in Belarusian AgriTech: Review. БГАТУ, 2023.
11. Satellite Monitoring of Erosion in Eastern Europe//Remote Sensing, 2021.

Summary. Currently, digital technologies are widely being introduced in the agro-industrial complex to monitor working conditions and environmental standards, the most promising of which are the Internet of Things (IoT) and artificial intelligence (artificial intelligence; AI).

УДК 331.45

Кунаш М.В., аспирант;
Белохвостов Г.И., кандидат технических наук, доцент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

К ВОПРОСУ БАЛАНСА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ПРИ АКУСТИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ САМОХОДНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ НА РАБОТНИКОВ АГРАРНОГО СЕКТОРА

Аннотация. При проектировании глушителей шума возникают научные задачи, которые необходимо учитывать. Одной из них является поиск баланса физиологических и психофизиологических аспектов безопасности труда при акустическом воздействии на работников аграрного сектора самоходной сельскохозяйственной техники. Проектирование глушителей шума, в частности глушителей шума тракторов, имеет важное значение не только для защиты работников от шума, но и для улучшения общего уровня комфорта и безопасности на рабочем месте.

Abstract. There are scientific problems that need to be taken into account when designing noise silencers. One of them is to find the balance of physiological and psychophysiological aspects of labor safety at acoustic impact of agricultural machinery noise silencers on agricultural workers. Designing silencers in tractors is important not only to protect workers from noise, but also to improve the overall level of comfort and safety in the workplace.

Ключевые слова: проектирование глушителей, здоровье работников, комфорт, безопасность, индивидуальные средства защиты, стандарты безопасности, интеграция.

Keywords: muffler design, worker health, comfort, safety, personal protective equipment, safety standards, integration.

Необходимо обеспечить баланс физиологических и психофизиологических аспектов безопасности труда, таких как:

1. Здоровье работников и долгосрочные эффекты. Шум на рабочем месте, особенно постоянный и низкочастотный, может иметь серьёзные последствия для здоровья. Наушники или беруши могут защитить от шума, но они не устраняют сам источник шума. Если уровни шума в рабочей среде всё равно слишком высоки, это может повлиять на здоровье в долгосрочной перспективе, особенно при длительном воздействии. Даже при использовании средств защиты от шума, высокие уровни звукового давления могут вызывать шумовую травму, если не устранить источник шума.

2. Комфорт и эффективность работы. Постоянное воздействие шума может вызывать умственное и физическое напряжение, усталость и стресс у работников. Это снижает их продуктивность, особенно в условиях долгих смен. Модернизация глушителей снижает уровень шума в рабочей среде, улучшая общий комфорт. Постоянный шум, особенно на высоких частотах, может отвлекать работников и снижать их концентрацию. Это, в свою очередь, может увеличить вероятность ошибок или несчастных случаев на рабочем месте. Уменьшение шума через улучшение глушителей помогает создать более спокойную и продуктивную атмосферу для работы.

3. Безопасность труда. Шум может влиять на безопасность работников. Высокие уровни низкочастотных шумов могут повлиять на слуховой контроль функционирования технологического оборудования и своевременное обнаружение неисправностей тракторов и сельскохозяйственных орудий, так как оператор не сможет услышать дребезжание или другой характерный для поломки звук вследствие эффекта маскировки [1, 2, 3]. Он заключается в повышении порога слышимости для акустических сигналов с частотами выше основного тона и меньшей интенсивности (рисунок 1). Также шум препятствует использованию средств связи, особенно при работе в поле, где отсутствуют зоны тишины, поэтому для того, чтобы разобрать речь говорящего, приходится заглушать ДВС. Это может привести к несчастным случаям, особенно если работники не слышат сигналов тревоги или предупреждений о возможных опасностях. В некоторых ситуациях важно, чтобы работники могли слышать не только свою технику, но и другие звуки (например, приближающиеся другие машины или сигналы от коллег).

4. Уменьшение воздействия шума на жилую и окружающую среду. Модернизация глушителей также может помочь снизить общий уровень шума в сельских районах и на предприятиях, улучшая условия для соседей и минимизируя негативное воздействие на экологию. Шум – это один из аспектов

загрязнения, который влияет на местную фауну, а также на качество жизни людей в сельских районах. Уменьшение шума через модернизацию глушителей поможет снизить это воздействие.

5. Зависимость от индивидуальных средств защиты. Хотя наушники и беруши являются хорошей защитой, они могут не быть абсолютно эффективными во всех случаях. Некоторые работники могут забыть их использовать или использовать их неправильно. Также не все виды наушников могут полностью защитить от интенсивного и низкочастотного шума, который обычно возникает при работе с тракторами. Модернизация глушителей помогает снизить зависимость работников от средств индивидуальной защиты, гарантируя, что уровень шума на рабочем месте уже находится в пределах гигиенических нормативов, независимо от того, используют ли работники наушники или нет.

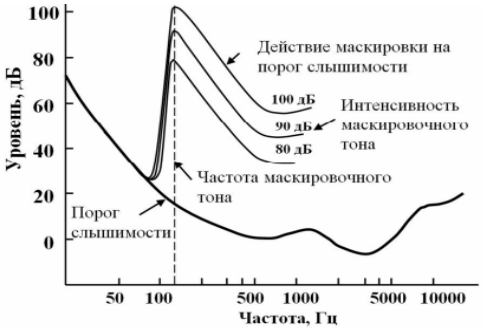


Рисунок 1 – Действие маскировки на порог слышимости [1, 2, 3]

6. Учет норм и стандартов безопасности. В разных странах существуют строгие нормы и стандарты по уровням шума на рабочих местах. Эти стандарты устанавливают максимальные допустимые уровни шума и требования по их контролю. Модернизация глушителей помогает соответствовать этим стандартам и создавать более безопасные условия труда для работников.

7. Интеграция с другими технологиями. Модернизация глушителей шума тракторов часто идет в комплекте с другими техническими улучшениями (например, с улучшением акустических характеристик кабины для водителя, звукоизоляцией, применением малошумных двигателей и т. д.), что повышает общую эффективность машины и улучшает условия труда.

Заключение. Поиск баланса физиологических и психофизиологических аспектов безопасности труда при акустическом воздействии на работников аграрного сектора самоходной сельскохозяйственной техники является актуальной задачей. Использование наушников или берушей – важный элемент защиты от шума, но более комплексным и долгосрочным решением для снижения уровня шума на рабочем месте является установ-

ка глушителей. Это не только улучшает здоровье работников, но и повышает их производительность, безопасность и комфорт. Кроме того, снижение шума трактора способствует соблюдению стандартов безопасности, минимизации воздействия шума на окружающую среду и улучшению качества жизни работников.

Список использованной литературы

1. Основные аспекты устранения шума у тракторов / В. Г. Кушнир, Н. В. Гаврилов, И. Н. Шило, Н. Н. Романюк, А. М. Молдагалиев // Байтурсыновские чтения – 2018: материалы Международной. научно-практической конференции, Костанай, 19-20 апреля 2018 г. – Костанай: Костанайский государственный университет им. А. Байтурсынова, 2018. – С. 194–198.

2. Кунаш, М. В. Повышение производственной безопасности работающих путём снижения внешнего шума сгорания / М. В. Кунаш, Г. И. Белохвостов / VI Международная научно-практическая конференция «Безопасный и комфортный город», 21–23 марта 2023 г. / – Орёл: ОГУ имени И. С. Тургенева, 2023, 576–580.

3. Кунаш М. В. Влияние глушителя на шумовое загрязнение/ М. В. Кунаш, Г. И. Белохвостов / Аграрное образование и наука для агропромышленного комплекса: материалы республиканской научно-практи-ческой конференции. Белорусская агропромышленная неделя БЕЛАГРО-2024 / редкол.: В. А. Самсонович (гл. ред.) [и др.]. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 148–151.

Summary. The search for the balance of physiological and psychophysiological aspects of labor safety at acoustic impact on workers of the agrarian sector of self-propelled agricultural machinery is an urgent task. Using headphones or earplugs is an important element of noise protection, upgrading mufflers is a more comprehensive and long-term solution to reduce noise in the workplace. This not only improves the health of workers, but also their productivity, safety and comfort. Moreover, reducing tractor noise contributes to meeting safety standards, minimizing the impact of noise on the environment and improving the quality of life of workers.

УДК 331.465

Андруш В.Г., кандидат технических наук, доцент
Походня Е.С., магистрант
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С КРС УЛУЧШЕНИЕМ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

Аннотация. Для улучшения условий и повышения безопасности труда работников животноводческой отрасли АПК актуальным является разработка мер по предотвращению травмирования, в том числе поиск решений по усилению эксплуатационных защитных свойств средств индивидуальной защиты, а именно специальной одежды.

Astract. In order to improve the working conditions and safety of workers in the livestock sector of the agro-industrial complex, it is important to develop measures to prevent injuries, including the search for solutions to strengthen the operational protective properties of personal protective equipment, namely special clothing.

Ключевые слова. Травматизм, опасные и вредные производственные факторы, непредвиденное поведение животного, животновод, средства индивидуальной защиты.

Keywords. Injuries, hazardous and harmful work factors, unexpected animal behaviour, livestock keeper, personal protective equipment.

Агропромышленный комплекс (АПК) является приоритетным направлением обеспечения продовольственной безопасности любой страны. В разные исторические периоды сельское хозяйство, а впоследствии и АПК, претерпевали значительные преобразования под влиянием социально-экономических и технологических факторов. Эти изменения сопровождались эволюцией подходов к охране труда, что в итоге привело к внедрению системы стандартов безопасности труда (ССБТ), технических регламентов, а также к совершенствованию профессиональной подготовки кадров для производства, науки и образования [1].

На большинстве предприятий осуществляется комплексная работа по профилактике и снижению уровня производственного травматизма. Несмотря на системный характер этих мер, АПК по-прежнему остаётся одной из наиболее травмоопасных и сложных отраслей экономики.

В последние годы наблюдается возрастающий интерес к глубокому анализу производственного травматизма, активизируется работа по пересмотру и обновлению нормативно-правовой базы в сфере охраны труда. Эти усилия способствуют повышению эффективности профилактической деятельности и улучшению условий труда в агропромышленном комплексе.

Развитие научно-технического прогресса и модернизация сельскохозяйственного производства выдвигают на первый план задачу обеспечения безопасных условий труда. Одним из ключевых направлений в этом процессе является разработка и внедрение современных средств индивидуальной защиты, в частности, специальной защитной одежды. Спецодежда занимает особое место в комплексе мер по обеспечению безопасности работников и профилактике профессиональных заболеваний. Она способствует снижению воздействия вредных и опасных производственных факторов, сохранению здоровья и высокой работоспособности персонала.

Разведение и выращивание сельскохозяйственных животных включает широкий спектр деятельности: выведение новых пород, откорм, доение, выпас, повседневный уход и другие операции. При выполнении этих работ животные, особенно крупный рогатый скот, являются одним из основных источников травмирования работников, поскольку их поведение зачастую непредсказуемо. В связи с этим работа в животноводстве со-

пряжена с повышенным риском, а животноводы постоянно находятся в зоне потенциальной опасности.

При обращении с крупным рогатым скотом необходимо соблюдать меры предосторожности, чтобы минимизировать вероятность получения травм и увечий. Анализ статистики травматизма при контакте с животными показывает следующие результаты [2-4]:

– затаптывание быками пострадавших – 45 % случаев;

– травмы при падении наездника – 30%;

– одиночный удар копытом (лягание) –10%;

– удары рогами – 13 %;

– травмы при прижатии к предметам, придавливании телом животного, ударах хвостом и других воздействиях – 2 %.

Повреждения при таких инцидентах распределялись по частям тела следующим образом:

– 49 % случаев – пострадали живот, грудная клетка и органы малого таза;

– 38 % – голова;

– 26 % – нижние конечности;

– 11 % – верхние конечности;

– 6 % – позвоночник и спинной мозг.

Анализируя приведённые данные, можно заключить, что воздействие вредных и опасных производственных факторов на разные участки тела – и, соответственно, на спецодежду – неравномерно. Это позволяет сформулировать подход к созданию средств индивидуальной защиты с учётом анатомо-топографических зон, на которые приходится наибольшее воздействие [5] (рис. 1). Особое внимание должно уделяться защите от пониженных температур, механических повреждений и внезапных ударов со стороны животных. Всё это подтверждает необходимость использования специальной защитной одежды для работников животноводства, как одного из ключевых элементов системы обеспечения безопасности труда в отрасли.

Рисунок 1 – Участки одежды, подверженные наибольшему опасному воздействию

При проектировании спецодежды необходимо учитывать характер трудовой деятельности, подвижность, а также неблагоприятные условия труда.

Важным направлением является разработка и внедрение средств индивидуальной защиты, адаптированных под анатомо-топографические зоны, наиболее подверженные травмированию. Диаграммы показывают, что дополнительная защита отдельных участков тела с применением тканей, обладающих повышенными защитными свойствами от механических воздействий и ударов со стороны крупного рогатого скота, может существенно снизить риск травматизма и обеспечить должный уровень охраны здоровья работников АПК [6].

Анализ данных по травматизму показывает, что наибольшие повреждения приходятся на верхнюю часть полочки куртки, локтевую часть рукава и коленную область передней части брюк (Рис. 2). Именно эти зоны требуют усиления, за счёт использования материалов с высокой разрывной нагрузкой и проектирования конструктивных элементов, препятствующих прокалыванию и ударам рогами КРС. Следовательно, материал, применяемый для дополнительной локальной защиты, должен соответствовать установленным нормам для тканей специального назначения, включая такие параметры, как ширина, толщина и поверхностная плотность [7].

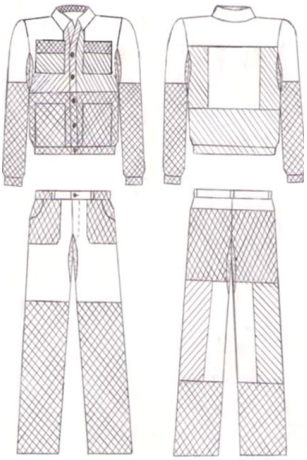


Рисунок 2 – Топография зон для укрепления материалами с высокой разрывной нагрузкой

Для таких разработок целесообразно использовать современные материалы, включающие в свою основу:

– кевлар – высокопрочное синтетическое волокно, используемое в бронезащите. Он в 5 раз прочнее стали, при этом остаётся гибким, эластичным, гигроскопичным и воздухопроницаемым. Материал устойчив к порезам, проколам и растяжениям, что делает его эффективным в условиях агропромышленного производства;

– арамидные волокна, отличающиеся высокой прочностью на растяжение и износоустойчивостью, что позволяет материалу выдерживать большие механические нагрузки и растяжения без деформаций или разрывов и длительное время сохранять свои свойства.

– сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ), благодаря своей химической структуре материал обладает уникальными свойствами, что

делает его незаменимым во многих областях. Высокая молекулярная масса (как и у арамидов) обеспечивает прочность СВМПЭ, в несколько раз превосходящую аналогичный показатель у стали, а линейная структура молекул – высокую степень кристаллизации, что объясняет низкую плотность, которая делает СВМПЭ одним из самых легких высокопрочных материалов.Кроме защитной одежды, в зоотехнической и ветеринарной практике применяются специальные средства и способы защиты работников от воздействия животных [8]. Среди них:

1) средства защиты органов зрения и лица: очки, лицевые экраны, прозрачные щитки;

2) средства защиты головы: шлемы и головные уборы;

3) средства защиты ног: специальная обувь с усиленной конструкцией;

4) средства защиты органов дыхания: маски и респираторы;

5) переносные элементы общей защиты: экраны, цилиндры, щиты.

Отдельно стоит отметить защитные каски [9], которые предназначены для предохранения головы от механических воздействий, влаги, брызг агрессивных жидкостей. Для условий животноводства рекомендуется использовать каски, изготовленные из ударопрочных материалов: армированного поликарбоната, полиэтилена, АБС-пластика.

Таким образом, современные технологии и материалы, изначально предназначенные для узкоспециализированных отраслей и экстремальных условий с высокими требованиями к стандартам защиты, могут использоваться в аграрной сфере.

Предложенные варианты модернизации средств индивидуальной защиты способствуют снижению травматизма и сохранению жизней работников, делая сельскохозяйственную отрасль более безопасной.

Список использованной литературы

1. Андруш, В. Г. Производственная безопасность в АПК. Практикум. В 2 ч. Часть 1 [Текст] : учебное пособие для студентов УВО по группе специальностей "Агроинженерия" / В. Г. Андруш, Т. В. Молош, О. В. Абметко ; БГАТУ, Кафедра управления охраной труда. – Минск, 2018.

2. Походня, Е. С. Совершенствование средств индивидуальной защиты при обслуживании КРС / Е. С. Походня (магистрант), В. Г. Андруш // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества: сб. материалов межд. студ. НПК (Горки, 18-19 апреля 2024 г.) / редкол.: В. Н. Босак (гл. редактор) [и др.]. – Горки: БГСХА, 2024. – 252 с., С. 173–175.

3. Походня Е. С. Совершенствование мер безопасности для работающих в животноводстве / Т. В. Молош, С. А. Корчик, Е. С. Походня (магистрант) // Современные проблемы и пути развития технического сервиса в АПК : материалы Международной науч.-практ. конф. (Минск, 5–6 июня 2024 года) / редкол.: Л. М. Акулович [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2024. – 328 с. – С. 257–262.

4. Федорчук, А. И. Снижение производственного травматизма и профессиональной заболеваемости в АПК: монография / А. И. Федорчук, В. Г. Андруш. – Минск: БГАТУ, 2012. – 244 с.

5. Расулова, М. К. Разработка технологии изготовления спецодежды с улучшенными эксплуатационными свойствами: монография / М. К. Расулова, С. Ш. Ташпулатов, И. В. Черунова. – Курск : изд-во «Университетская книга», 2020. – 191 с.

6. Шкрабак, В. С. Проблемы дальнейшего развития средств индивидуальной защиты работников перерабатывающих отраслей АПК/ Шкрабак В. С., Гущина Т. В. // Сб. науч. трудов «Снижение и профилактика травматизма и пожаров в АПК». СПб. – 2002. – С. 21–28.

7. Волошин, И. Травматизм в животноводстве. Как снизить риски травмирования работников? [Электронный ресурс] / И. Волошин // Клинский институт условий и охраны труда – Режим доступа: https://www.kiout.ru/info/news/30483. – Дата доступа: 09.04.2025.

8. О типовых нормах бесплатной выдачи средств индивидуальной защиты работникам, занятым в сельском и рыбном хозяйстве [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 28 сент. 2021 г. № 68 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: http:// https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W22035301p. – Дата доступа: 22.04.2025.

9. Поляков, В. И. Правила применения защитных касок / В. И. Поляков // Охрана труда. – 2025, №1. – С. 5–9.

Summary. The above examples of possible modernisation of personal protective equipment, contribute to reducing injuries and saving workers' lives, making the agricultural industry safer.

УДК 629.353.042:331.45

Мисун Ал-р Л., кандидат технических наук, доцент;
Мисун Л.В., доктор технических наук, профессор;
Жиголка М.В., магистрант; **Горячко Д.В., Уласович С.Г.,** студенты
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГРУЗОВОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА МОДЕРНИЗАЦИЕЙ КОНСТРУКЦИИ СИДЕНЬЯ

Аннотация. В статье рассмотрены направления улучшения условий труда водителей грузовых транспортных средств. Предложена безопасная конструкция сиденья.

Abstract. The article considers the ways of improving working conditions of truck drivers. A safe seat design is proposed.

Ключевые слова: грузовое транспортное средство, водитель, сиденье, переутомление, безопасность труда.

Keywords: truck, driver, seat, fatigue, occupational safety.

Безопасность дорожного движения является одной из серьезнейших проблем в мире. С каждым годом ситуация в данной сфере ухудшается, в связи с появлением большого количества транспортных средств, в том числе, грузовых, которые, в свою очередь, являются востребованными транспортными средствами в сфере сельскохозяйственных грузоперевозок.

Длительное управление грузовым транспортным средством (ГТС) приводит к нервному перенапряжению водителя и быстрому его утомлению, что повышает возможность дорожно-транспортного происшествия (ДТП) [1]. Нарушение управляемости движения ГТС выражается в произвольном изменении направления движения, его опрокидывании или скольжении шин по дороге [2]. Каждый водитель ГТС, должен иметь представление о разновидностях ДТП, их причинах и механизме перерастания нормального режима движения ГТС в аварийный. ДТП подразделяются на группы в зависимости от тяжести последствий, характера ДТП, места происшествия и других признаков. По тяжести последствий ДТП делятся на три группы: со смертельным исходом, с телесными повреждениями людей и с материальным ущербом. ДТП подразделяются на столкновения, опрокидывания, наезды на препятствия, наезды на стоящие транспортные средства и прочие происшествия.

Водитель ГТС является основным звеном системы «водитель–дорога–среда». Основную информацию водитель получает путем наблюдения за дорожной обстановкой. Большой объем и характер информации, которая постоянно меняется, например, при интенсивном движении, не дают возможности своевременно и точно ее воспринять и обработать, а соответственно и принять правильное решение для предупреждения травмоопасной ситуации.

По статистическим данным около 30% всех ДТП происходит в результате неожиданного съезда ГТС за пределы проезжей части с последующим опрокидыванием, наездом на препятствия при совершении маневра.

Для повышения безопасности труда водителя ГТС большое внимание следует уделять состоянию его здоровья, так как снижение работоспособности водителя зачастую приводит к ошибкам при управлении ГТС и, как следствие, возникновению ДТП. Важнейшее значение при этом отводится контролю за уровнем утомляемости водителя [3]. При определенных условиях утомление, величину которого невозможно измерить только объемом выполненной работы, является причиной возникновения хронического заболевания или даже гибели водителя ГТС. При этом усталость водителей ГТС – это своеобразный сигнал организму о необходимости прекратить или снизить интенсивность работы, тем более, что в состоянии утомления водитель может и не чувствовать усталости под влиянием эмоционального возбуждения, чувства долга, ответственности за порученное дело [4].

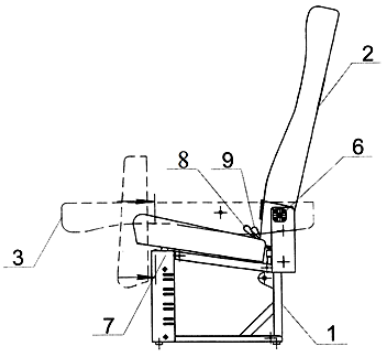


Рисунок 1– Сиденье ГТС трансформируемое в спальное место:
1 – основание*; 2* – спинка сиденья; *3* – подушка сиденья; *4* – основа замка;
5 – фиксирующий элемент; *6*, *7* – оси; *8* – стропа подушки; *9* – стропа замка

Для восстановления работоспособности водителя ГТС, предупреждения его утомления и засыпания за рулем, предлагается в перерывах в работе использовать специальную конструкцию [5] сиденья трансформируемое в спальное место (рисунок). Сиденье состоит из основания, выполненного в виде сварного металлического каркаса, выполняющего функцию вещевого ящика, спинки и подушки сиденья. Сиденье имеет замок, состоящий из основы и фиксирующего элемента. Основа замка закреплена на основании. Спинка сиденья через специальные оси установлена на основании. Подушка сиденья установлена через оси на основании.

Сиденье имеет стропу подушки, закрепленную на задней стенке подушки и стропу замка. Стропа замка соединена с фиксирующим элементом и выполнена в виде петли, расположенной между подушкой сиденья и его спинкой.

Список использованной литературы

1. Мисун, Л. В., Агейчик В. А., Мисун Ал-й Л. и др. Организационно-технические мероприятия для повышения безопасности и улучшения условий труда операторов мобильной сельскохозяйственной техники. – Минск: БГАТУ, 2012. – 192 с.

2. Мисун, А. Л. Обеспечение безопасности производственной среды в кабине мобильной сельскохозяйственной техники / А. Л. Мисун, И. М. Морозова, Л. В. Мисун, А. А. Пинчук, Н. В. Самкевич. // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки, 2018. – №11. – С. 24–27.

3. Мисун, А. Л. Физиологические и медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: лекционное пособие / А.л-й Л. Мисун Л. В. Мисун, Ал-р Л. Мисун. – Минск: БГАТУ, 2024. – 212 с.

4. Мисун, Л. В. Техносферная безопасность / Л. В. Мисун, Ал-й Л. Мисун, Ал-р Л. Мисун. – Минск: БГАТУ, 2023. – 212 с.

5. Патент на полезную модель: RU 170152 U1. Сиденье, трансформируемое в спальное место / В. А. Сухов, И. В. Якубовский, 2017.

Summary. The analysis of the causes of controllability disorders of freight vehicles is performed. Directions for restoring the performance of a freight vehicle driver, a method and a special design of a seat to prevent fatigue and falling asleep at the wheel are proposed.

УДК 631.354

Молош Т.В., кандидат технических наук, доцент;
Королева Л.Н., магистрант
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ОПЕРАТОРОВ КОРМОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ ПРИ ЗАГОТОВКЕ КОРМОВ

Аннотация. Проведен анализ производственного травматизма при заготовке кормов в сельском хозяйстве. Работы по заготовке кормов требуют безусловного исполнения мероприятий, направленных на профилактику травматизма, на создание здоровых и безопасных условий труда операторов кормоуборочных комбайнов.

Abstract. The analysis of occupational traumatism during fodder preparation in agriculture was carried out. Forage harvesting operations require unconditional implementation of measures aimed at preventing injuries and creating healthy and safe working conditions for forage harvester operators.

Ключевые слова. Производственный травматизм, кормоуборочный комбайн, измельчитель, заточное устройство, охрана труда.

Keywords. Industrial injuries, forage harvester, shredder, sharpening device, occupational health and safety.

Обеспечение безопасных условий труда является приоритетной задачей в сельскохозяйственном производстве. Однако уровень травматизма в сельском хозяйстве остается достаточно высоким. При этом значительные показатели коэффициентов частоты травмирования и гибели работающих отмечены в таких отраслях, как растениеводство, техническое обслуживание и животноводство.

На протяжении многих лет водители, трактористы-машинисты, комбайнеры и механизаторы занимают первые места статистической отчетности. На них приходится большая часть несчастных случаев, что отрицательно сказывается на производственном процессе.

Причинами несчастных случаев и аварий нередко служат технические факторы – конструктивные недостатки или неисправность машин и механизмов, несовершенство технологических процессов, отсутствие или выход из строя защитных средств и др.

К числу травмоопасных технологических процессов производства продукции растениеводства относится заготовка кормов. При этом более 60% заготавливаемых кормов занимают измельченные, производство которых осуществляется кормоуборочными комбайнами.

Сегодня предъявляются принципиально новые требования к технологии и качеству заготавливаемых кормов, предусматривающие применение сложных механизмов и агрегатов, энергонасыщенных сельскохозяйственных машин, управление которыми должны выполнять квалифицированные и имеющие специальную подготовку операторы.

В процессе заготовки кормов причиной возникновения опасных ситуаций могут быть движущиеся машины и механизмы, а также не огражденные вращающиеся их части, острые кромки ручных инструментов и оборудования.

В сезон уборочных работ приходит наибольшее количество сводок о травмировании комбайнеров или их помощников во время ремонта техники, очистки рабочих органов, заточки измельчающего оборудования, в результате падения с площадок или наезда на находящихся в поле людей.

Одним из травмоопасных частей кормоуборочного комбайна является измельчающий аппарат, который предназначен для измельчения растительной массы и сообщения ей ускорения, обеспечивающего перемещение последней по силосопроводу и выгрузку в кузов транспортного средства.

Условия труда работающих и состояние производственной безопасности при выполнении работ по обслуживанию измельчающего устройства связаны с воздействием ряда опасных и вредных факторов, приводящих к травмам. Применяемые современные технические средства должны не только повышать уровень механизации выполняемых работ, но и отвечать требованиям охраны труда.

При выполнении работ по заточке ножей измельчающего аппарата необходимо соблюдать требования безопасности. При выполнении этой операции разрешается находиться у измельчителя только по ходу движения трактора, при закрытом кожухе ножевого диска измельчающего аппарата. Не допускается открывать кожух до полной его остановки; пускать двигатель или включать привод рабочих органов при открытом кожухе. Механизатор обязан выполнять операции заточки в строгом соответствии с инструкцией по эксплуатации и исключить возможность нахождения иных лиц возле комбайна.

Требования безопасности должны предъявляться к машинам, механизмам и оборудованию в течение всего срока их службы. Нарушение требований правил и норм охраны труда, установленных нормативными правовыми актами и техническими нормативными правовыми актами, создают реальную угрозу травмирования работников [1].

Характеристики мобильных колесных машин сельскохозяйственного назначения оказывают значительное влияние как на безопасность, так и на эффективность протекания выполняемых ими транспортно-технологических процессов. Для того чтобы уборка кормовых трав и кукурузы на силос проводилась безопасно, необходимо своевременное выполнять техническое обслуживание кормоуборочных комбайнов.

Одной из основных причин сложившейся ситуации с повышенной травмоопасностью комбайновой уборки является низкая приспособленность механизмов к выполнению регулировок. Многие операции по технологической настройке комбайнов весьма небезопасны, трудоемки, сложны, неудобны и труднодоступны. Данное обстоятельство, наряду с недостаточной квалификацией комбайнеров и неудовлетворительным техническим состоянием комбайнов, приводит к неправильному и несвоевременному выполнению технологических регулировок и обуславливает повышенный риск травмирования операторов при управлении технологическим процессом комбайна: не знание (не умение) правильного выполнения регулировок в конкретных условиях; техническое состояние механизмов регулирования; низкая приспособленность механизмов к выполнению регулировок.

При проведении технического обслуживания кормоуборочных комбайнов приходится обращать внимание не только на доступность тех или иных точек машины, что является актуальной проблемой для работающих в процессе уборки кормов. Особое внимание следует уделять средствам доступа: лестницам, платформам, поручням и перилам, Первостепенной проблемой является очистка переднего стекла кабины. В зависимости от погоды и условий эксплуатации стекла требуется протирать, находясь в поле. Кроме того, если, например, режущий аппарат забьет силосопровод, то поехать в мастерскую, чтобы воспользоваться там всевозможными безопасными вспомогательными средствами, например, подмостями или рабочей платформой, и подобраться поближе к силосопроводу, не всегда возможно. В приведенных случаях иногда приходится выполнять различные действия для проведения техническое обслуживания или ремонтно-профилактические работы, а в условиях уборочной страды, постоянной спешки это часто приводит к падениям, травмам и различным несчастным случаям.

Поэтому можно избежать или значительно сократить их число, если оснастить кормоуборочные комбайны продуманными лестницами, платформами, перилами и поручнями для надежного с точки зрения техники безопасности места их установки. При этом к ступенькам лестниц предъявляются дополнительные требования: они должны препятствовать налипанию грязи и предусматривать боковые ограничители. Поручни и перила следует устанавливать таким образом, чтобы их можно было использовать инстинктивно, обеспечивая постоянный трехточечный контакт (две ноги и рука).

Развитие производства, механизация и автоматизация производственных процессов, повышение требований безопасности и гигиены труда выдвигают новые требования к конструкциям машин и оборудования. При проектировании любого компонента рабочего места следует стремиться к выполнению принципов эргономики (функциональной организации, значимости, последовательности, частоты использования, удобства и безопасной эксплуатации, ремонтопригодности и ремонтоспособности).

Для обеспечения безопасности при эксплуатации машин и механизмов, используемых на заготовке кормов, необходимо [2,4]:

- назначить лиц, ответственных за безопасное производство работ по заготовке кормов;
- обеспечить работников, занятых на заготовке кормов, средствами индивидуальной защиты в соответствии с установленными законодательством нормами, исправным инструментом и инвентарем;
- обеспечить привлечение к ответственности и проведение внеочередной проверки знаний с работниками и должностными лицами, нарушающими требования безопасности труда при производстве работ по заготовке кормов из трав и силосных культур;
- обеспечить контроль за выполнением работниками операций по заточке ножей измельчающих аппаратов кормоуборочных комбайнов в строгом соответствии с требованиями заводов-изготовителей;
- обеспечить безопасность при эксплуатации машин и механизмов, используемых на заготовке кормов из трав и силосных культур, руководствуясь при этом требованиями, изложенными в технических документах организаций-изготовителей и вышеуказанных правилах;
- исключить случаи допуска к эксплуатации тракторов, сельскохозяйственных машин и агрегатов, не отвечающих требованиям безопасности, не прошедших государственный технический осмотр;
- не допускать (отстранять от работы) работников, находящихся в состоянии алкогольного, наркотического и токсического опьянения, не прошедших в установленном порядке медицинский осмотр, обучение, инструктаж и проверку знаний по вопросам охраны труда;
- обеспечить осуществление контроля за состоянием трудовой и производственной дисциплины, соблюдением работающими требований локальных правовых актов по охране труда.

Проблема обеспечения безопасности и улучшения условий труда операторов кормоуборочных комбайнов при проведении уборочных работ стоит достаточно остро. Решение этой проблемы лежит в дальнейшем усовершенствовании конструкций мобильной сельскохозяйственной техники и повышения трудовой и производственной дисциплины.

При этом своевременное и качественное проведение работ по заготовке кормов зависит от реализации работодателями организационно-технических мероприятий по обеспечению охраны труда.

Список использованной литературы

1. Об утверждении Правил по охране труда в сельском и рыбном хозяйствах [Электронный ресурс]: постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь, Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, 05 мая 2022 г., № 29/44.

2. Производственный травматизм операторов сельскохозяйственных машин в Республике Беларусь и пути его профилактики и минимизации / А. С. Алексеенко [и др.] // Вестник БГСХА. – 2016. – № 1. – С. 90–93.

3. Коцуба, В. И. Техническое обслуживание и ремонт тракторов и сельскохозяйственных машин: учебное пособие для учащихся ССО по специальностям направления образования «Сельское хозяйство»/ В. И. Коцуба, В. А. Хитрюк. – Минск: РИПО, 2021. – 192 с.

4. Информационное письмо Департамента государственной инспекции труда Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь о предупреждении несчастных случаев на производстве при выполнении работ по заготовке кормов [Электронный ресурс]/ Департамент государственной инспекции труда. – Минск, 2022. – Режим доступа: https://git.gov.by/page/informacionnye-pisma.

Summary. The problem of ensuring safety and improving working conditions of operators of forage harvesters when carrying out harvesting operations is quite acute. The solution to this problem lies in further improvement of mobile agricultural machinery and improvement of labor and production discipline. At the same time, timely and quality of work on forage depends on the implementation by employers organizational and technical measures to ensure occupational safety.

УДК 534.322.3

Гаркуша А.В., ст. преподаватель;
Мисун Л.В., доктор технических наук, профессор;
Мисун Ал-р Л., кандидат технических наук, доцент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

АНАЛИЗ ШУМОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КАБИН ТРАКТОРОВ

Аннотация. В статье проведен анализ шумовых характеристик кабины трактора Беларус 1221. Предложены технические решения снижения шума в кабине трактора.

Abstract. The article analyzes the noise characteristics of the Belarus 1221 tractor cabin. Technical solutions for reducing noise in the tractor cabin are proposed.

Ключевые слова: кабина трактора, шум, источники шума, двигатель, шумозащита.

Keywords: tractor cabin, noise, noise sources, engine, noise protection.

Как показывают многочисленные исследования [1-2], уровень шума на рабочем месте механизаторов зачастую превышает установленные требования и санитарные нормы. Под воздействием шума снижается слух, повышается кровяное давление, ухудшается качество перерабатываемой информации, возникают нервно-психические расстройства и др. Повышенный шум также заметно снижает производительность труда [2].

В нашей стране нормы шума на рабочих местах приняты документами [3-5]. Согласно нормативным требованиям эквивалентный уровень звука на рабочих местах водителей и обслуживающего персонала тракторов, строительно-дорожных и других машин составляет 80дБА.

На тракторах в равной степени присутствует два вида акустических излучений – воздушный шум, распространяющимся в упругой воздушной среде, и структурным шумом в деталях конструкции. Данные виды шума могут возникать одновременно и часто переходят из одного вида в другой.

Шум, в зависимости от источников шума, можно классифицировать как первичный и вторичный. Первичный – результат работы выхлопной системы, покрышек, аэродинамического происхождения, двигателя и КПП. Вторичный – результат передачи через двери, контура кабин, пол и крышу, крылья, вибраций деталей машин.

Основные пути распространения воздушного шума в кабину трактора лежат через элементы её ограждения (стёкла, потолок, пол и т.д., в общем случае – панели).

При эффективной виброизоляции кабин уровни шума на рабочем месте во многом зависят от величины заглушения шума процесса выпуска.

С помощью метода взаимной корреляции двух сигналов [6], нами были определены основные источника шума в тракторе Беларус 1221, представленные на рисунке 1.

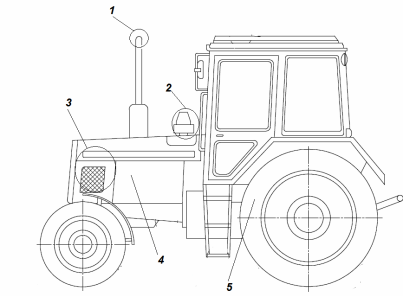


Рисунок 1 – Основные источники шума трактора Беларус 1221
1 – процесс выпуска; *2* – процесс впуска; *3* – вентилятор охлаждения; *4* – двигатель; *5* – трансмиссия

Первые три источника генерируют аэродинамический шум, последние два механический. Данные виды шума могут возникать одновременно и часто переходят из одного вида в другой.

Для того, чтобы провести расчеты воздушного шума в кабине трактора, составлена схема образования звукового поля рисунок 2.

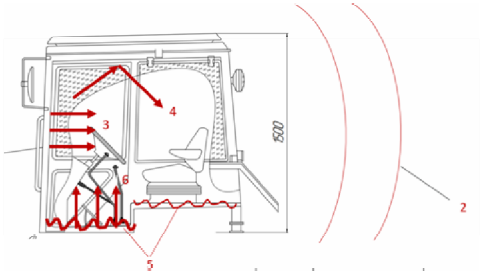


Рисунок 2 – Схема образования звукового поля в кабине Беларус 1221
1 – внешний источник; *2* – внешнее звуковое поле;
3 – звук, прошедший через ограждение кабины; *4* – отраженный звук;
5 – вибрирующий элемент кабины; *6* – структурный звук от вибраций;
7 – звук, проникающий через отверстия (проемы)

Звук от внешних источников, проникая через ограждающие конструкции кабины, создает в ней звуковое поле. Если в кабине нет акустической герметизации (под акустической герметизацией понимается уплотнение проемов, закрытие щелей и отверстий), то звук может дополнительно проходить через неуплотненные места, щели и пр. При этом он частично отражается от внутренних ее поверхностей. Если кабина установлена на вибрирующем основании, то возможно образование звука панелями кабины (структурный звук).

Уровень шума, создаваемый большинством агрегатируемой сельскохозяйственной техники незначительный по сравнению с уровнями, генерируемыми трактором. Он полностью маскируются за шумом источников, расположенных на тяговой машине. Обратная ситуация возможна только в случае, если у орудия имеется автономный источник энергии [6]. Необходимо учитывать, что таких машин не много, и используются они очень редко. Следовательно, главные источники шума, создаваемого МТА, расположены на тракторе.

В процессах шумообразования в кабине трактора помимо внешних источников шума могут участвовать и внутренние. Наприме, в кабинах устанавливается кондиционер, влияние которого может превалировать. Шум в кабинах тракторов также зависит от режима работы двигателя.

Кабина, устанавливаемая на рабочее место оператора, является сложной системой шумозащиты, в которой звуковая энергия преобразуется в

результате отражения и поглощения звука, возникновения резонансов, дифракции, звукоизлучения и других явлений. Она служит и акустическим фильтром, и акустическим экраном. Возможности завода-изготовителя тракторов практически исключают активные способы снижения шума в таких источниках внешнего и внутреннего воздушного шума, к которым относятся двигатель и шум выпуска отработавших газов. Применительно к двигателю можно рекомендовать: установку капота; акустический экран между двигателем и кабиной; увеличение звукоизолирующих характеристик элементов кабины. Из этих вариантов практически осуществимы второй и третий, поскольку установка капота приведет к нарушению теплового режима работы двигателя.

Для снижения шума вентилятора или кондиционера (внутреннего источника акустического излучения) наиболее рациональным способом является увеличение звукопоглощения в кабине.

Список использованной литературы

1. Бобровник А. И. Улучшение акустических качеств кабин тракторов Беларус / А. И. Бобровник [и др.] // Инновационные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции: доклады Междунар. научно-практич. конф., Минск, 14-15 апреля 2011 г.: В 2 ч. Ч. 2. – Минск: БГАТУ, 2011. – С. 58–61.

2. Шабуня, Н. Г. О шуме трактора Беларус-2522 и его модификаций / Н. Г. Шабуня, С. А. Гателюк, С. В. Голод // Энергосберегающие технологии и технические средства в сельскохозяйственном производстве: доклады Международной научно-практической конференции, Минск, 12–13 июня 2008 г.: в 2 ч. Ч. 1. - Минск: БГАТУ, 2008. – С. 116–118.

3. Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности шумового воздействия на человека»: ГН от 25.01.2021 № 37– Минск: Постановление Совета Министров Республики Беларусь, 2021. – 257 с.

4. Об утверждении Санитарных норм, правил и гигиенических нормативов «Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданиях и на территории жилой застройки»: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь, 16 ноября 2011 г., № 115 [Электронный ресурс]. – URL: http://minzdrav.gov.by. – (дата обращения 20.01.2025).Мисун, Л.В. Техносферная безопасность / Л.В. Мисун, Ал-й Л. Мисун, Ал-р Л. Мисун. – Минск: БГАТУ, 2023. – 212 с.

5. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности: ГОСТ 12.1.003-83. – М.: изд-во стандартов, 1983. – 23 с. (дата актуализации 21.04.2018).

6. Шкритек П. Справочное руководство по звуковой схемотехнике: пер. с нем. И.Д. Гурвица / науч. ред. А. С. Городникова. – М.: Мир, 1991. – 446 с.

Summary. The analysis of regulatory requirements for noise in the tractor cabin is carried out. The main noise characteristics of the Belarus 1221 tractor cabin are considered. Directions for reducing noise in the tractor cabin are proposed.

УДК 378.147

Савельева О.В.[1], преподаватель;
Севастюк Т.В.[2], старший преподаватель;
Раубо В.М.[2], кандидат экономических наук, доцент
[1]*Учреждение образования «Волковысский государственный аграрный колледж», Волковыск, Республика Беларусь*
[2]*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», Минск, Республика Беларусь*

ЦИФРОВИЗАЦИЯ, ГЕЙМИФИКАЦИЯ И ДРУГИЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ В ОБУЧЕНИИ ПО ОХРАНЕ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК

Аннотация. В статье рассмотрена возможность применения цифровизации, геймификации и других инновационных подходов в обучении по охране труда на предприятиях АПК.

Abstract. The article considers the possibility of using digitalization, gamification and other innovative approaches in occupational safety training at agricultural enterprises.

Ключевые слова: цифровизация, геймификация, обучение по охране труда, безопасность труда.

Keywords: digitalization, gamification, occupational safety training, occupational safety.

Внедрение цифровых технологий в систему охраны труда открывает широкие перспективы для повышения эффективности работы в этой области. Тема Всемирного дня охраны труда в 2025 году была посвящена инновационным методам обеспечения безопасности и гигиены труда, с особым акцентом на роль искусственного интеллекта и цифровизации на рабочих местах.

Искусственный интеллект (ИИ) активно применяется для повышения безопасности:

– компьютерное зрение: благодаря камерам с ИИ, фиксируются нарушения техники безопасности (например, отсутствие средств индивидуальной защиты или опасные действия);

– предиктивная аналитика: позволяет прогнозировать возможные аварийные ситуации, используя данные, такие как степень износа оборудования;

– чат-боты и виртуальные ассистенты: предоставляют работникам консультации по вопросам охраны труда в режиме реального времени;

– мониторинг условий труда: датчики, измеряющие концентрацию CO□, уровень шума, вибрации и температуру, передают данные в онлайн-режиме;

– носимые устройства: умные часы, браслеты и кольца отслеживают показатели здоровья работников, такие как пульс, уровень усталости и перегрев;

– виртуальная (VR) и дополненная реальность (AR): обеспечивают безопасное обучение и предоставляют пошаговые инструкции при ремонте оборудования [1].

Обучение по охране труда на предприятиях агропромышленного комплекса (АПК) традиционно включает лекции, практические занятия и тестирование для проверки усвоения материала. Этот подход, распространенный в большинстве организаций АПК, направлен на обучение безопасным методам работы. Несмотря на его структурированность и системность, у него есть свои ограничения.

Ключевой проблемой является недостаточная вовлеченность в процесс обучения. Даже если преподаватель использует все свои навыки и делится опытом, отсутствие интереса со стороны работников может существенно снизить эффективность обучения.

Развитие у работников навыков безопасного поведения, основанных на качественных знаниях и их проверке, является ключевым фактором в предотвращении травм. Пассивные методы обучения, такие как традиционные лекции и дистанционные курсы, уступают активным формам, включающим стажировки, отработку операций на тренажерах и учебных местах, а также использование манекенов. При пассивном обучении теоретические знания, как правило, усваиваются поверхностно, если не сопровождаются развитием практических навыков.

Активное обучение способствует лучшему закреплению умений, однако требует более тщательной организации и влечет за собой повышенные затраты – временные, трудовые, материальные и финансовые. Оправданность этих расходов не всегда очевидна.

Основные ограничения обоих подходов заключаются в том, что они:

не позволяют полностью воссоздать реальные опасные производственные условия;

недостаточно эффективны для подготовки работников с низким уровнем грамотности;

не обеспечивают достаточную вовлеченность и удержание внимания аудитории.

В современных условиях игнорировать актуальные тенденции, такие как цифровизация, геймификация и другие инновационные подходы, невозможно.

Внедрение игровых форматов в обучение по охранетруда активно поддерживается как прогрессивными работодателями, так и специализированными компаниями, стремящимися повысить качество обучения, обновить знания специалистов и цифровизировать документацию в сфере охраны труда.

Существует множество игровых форматов, которые можно интегрировать в процесс изучения, повторения и проверки знаний норм охраны труда и их фактического соблюдения.

VR-обучение. С его помощью работников обучают не только основам охраны труда, но и правильным действиям при работе при опасных ситуациях, которые могут привести к несчастным случаям с летальным исходом.

Специальные тренажеры. Чаще всего такие тренажеры применяются на сложных производствах с дорогостоящим оборудованием.

Мобильные приложения. Многие организации разрабатывают мобильные приложения, виртуальные квесты и другие решения, которые делают обучение по охране труда более живым и увлекательным. Теория важна, но она должна сочетаться с практическим применением. В тех случаях, когда обучение непосредственно у станка невозможно, необходима тренировка.

Настольные игры. Основное преимущество этого игрового формата заключается в том, что его внедрение не требует от компании значительных финансовых затрат, включая расходы на IT-специалистов.

Игровые компьютерные технологии могут быть адаптированы для обучения охране труда и технике безопасности в сельском хозяйстве. Такой подход способен повысить эффективность решения учебных задач, таких как инструктаж, иллюстрация теоретического материала, закрепление и проверка знаний, а также отработка навыков.

Преимуществами внедрения цифровых игровых технологий в обучение охране труда:

– большая гибкость при выборе времени занятий;

– качественное интерактивное моделирование реального опыта;

– фокусировка внимания игрока на конкретных задачах: что делать и чего избегать;

– низкие затраты по сравнению с отработкой навыков на настоящих машинах в реальных производственных условиях;

– полная безопасность ошибок в игровой среде;

– возможность дистанционного обучения.

Однако существуют и недостатки, которые ограничивают распространение геймификации как популярной обучающей технологии:

– отсутствие взаимодействия с реальными рабочими материалами;

– психосоматические реакции игроков, такие как головокружение, головная боль и усталость глаз [2].

Следует отметить, что с развитием цифровых технологий удается преодолеть указанные недостатки. Решения станут более доступными, ассортимент игр существенно расширится, а реалистичность симуляций повысится. Цифровизация – не угроза, а новые возможности для сохранения жизни и здоровья работников.

Список использованной литературы

1. https://www.ilo.org/meetings-and-events/world-day-safety-and-health-work-2025.

2. Контарева, В. Ю. Игровые компьютерные технологии в обучении технике безопасности на предприятиях агропромышленного комплекса / В. Ю. Контарева,

В. В. Белик // Безопасность техногенных и природных систем. – 2022. – № 4. – С. 12–21. https://doi.org/10.23947/2541-9129-2022-4-12-21

3. Борисенко, О. И., Седюкевич, А. Г. ГПО «БЕЛТОПГАЗ»: лучшие предложения по охране труда/ О. И. Борисенко, А. Г. Седюкевич // Охрана труда. Технологии безопасности – 2024. – № 1. – С. 5–12.

Summary. These approaches have significant advantages in terms of organization, visibility, cost-effectiveness, and security. Certain disadvantages of the method are likely to hinder the widespread implementation of such solutions in occupational safety training at agricultural enterprises for some time. However, in the medium term, it is possible to predict a solution to the identified problems due to the development of the digital games and virtual technologies market.

УДК 331.465

Андруш В.Г., кандидат технических наук, доцент;
Корчик С.А., старший преподаватель;
Рыжук И.М., студент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

СНИЖЕНИЕ ТРАВМАТИЗМА РАБОТНИКОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ПРОГНОЗИРОВАНИЕМ РИСКОВ С УЧЕТОМ СЕЗОННЫХ ФАКТОРОВ

Аннотация. В статье рассматриваются подходы к снижению травматизма работников агропромышленного комплекса за счет применения методов прогнозирования рисков с учетом сезонных особенностей производственной деятельности. Представлены статистические данные по несчастным случаям в АПК, выявлены основные факторы сезонного характера, влияющие на уровень травматизма. Предложен алгоритм анализа и прогноза рисков с учетом метеоусловий, производственных пиков и физиологического состояния работников.

Abstract. The article considers approaches to reduce injuries of workers of agro-industrial complex (APK) through the application of risk forecasting methods taking into account seasonal characteristics of production activities. Statistical data on accidents in the APK were presented, the main seasonal factors affecting the level of injuries were identified. An algorithm of analysis and prediction of risks taking into account weather conditions, production peaks and physiological state of workers is proposed.

Ключевые слова. травматизм, агропромышленный комплекс, прогнозирование рисков, сезонные факторы, охрана труда.

Keywords. injuries, agro-industrial complex, forecasting of risks, seasonal factors, occupational safety.

Согласно отчетам Межправительственной группы экспертов ООН [1] на глобальном уровне наблюдаются изменения климата, вызванные человеческой деятельностью, которые уже сейчас приводят к изменению температур-

ного режима и многочисленным экстремальным погодным явлениям. По информации Всемирной метеорологической организации, в 2023 году температура возросла на 1,45ºС по сравнению с доиндустриальными значениями. [2]

В Республике Беларусь изменения температуры начали наблюдать в конце 1990-х годов. Период с 1989 по 2019 год характеризуется увеличением среднегодовой температуры воздуха на 1,3ºС относительно климатической нормы, и данный рост температуры продолжается, что в свою очередь приводит к смещению, изменению и образованию новых агроклиматических зон. [3]. Наибольшее влияние изменение климатических условий оказывает на погодозависимые отрасли экономики, такие как, сельское и лесное хозяйство, строительство, транспорт.

Агропромышленный комплекс представляет собой одну из наиболее травмоопасных отраслей экономики. Высокий уровень физической нагрузки, работа с техникой и животными, неблагоприятные погодные условия – все это способствует росту производственного травматизма. Особенно выражен риск в периоды сезонных работ: посевная, уборочная кампания, техническое обслуживание и ремонт сельскохозяйственных машин. Прогнозирование рисков с учетом сезонных факторов представляет собой перспективное направление в системе управления охраной труда.

По данным Департамента государственной инспекции труда в 2024 году на производстве травмы получили 1849 человек (в 2023 году – 1850 человек), количество погибших от производственных травм – 105 (в 2023 году – 117 человек). В 2024 году 74% потерпевших на производстве – мужчины, среди погибших 96,2% – мужчины. В 2024 году среди всех потерпевших на производстве – 17 человек были моложе 18 лет, двое из них погибли. Средний портрет погибшего на производстве – мужчина 44–45 лет. Каждый третий погибший на момент травмирования имел стаж работы по специальности менее 1 года.

В 2024 году на выплаты потерпевшим от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний «Белгосстрах» потратил 205 миллионов рублей. [4].

Более 60 % травм приходится на весенне-летний и осенний периоды, совпадающие с наибольшей занятостью работников и повышенной интенсивностью труда.

Наиболее частые причины травм:

- работа с неисправной техникой (тракторы, комбайны, прицепы);
- несоблюдение правил охраны труда;
- переутомление;
- неблагоприятные погодные условия (гололёд, жара, дожди).

Сезонные факторы, влияющие на безопасность труда в АПК, можно классифицировать следующим образом:

1) климатические условия – высокая температура воздуха летом приводит к перегреву, зимой – к переохлаждению и обморожениям, скользкие поверхности повышают риск падений;

2) производственная нагрузка – в периоды посевной и уборочной увеличивается рабочий день, чаще применяется сверхурочная работа;

3) физиологическое состояние работников – авитаминоз весной, утомление к концу сезона, стрессовые нагрузки;

4) изменение светового дня – короткий день зимой способствует увеличению доли работы в условиях плохой видимости.

Неблагоприятные условия труда являются причиной высокого уровня производственного травматизма и профессиональных заболеваний. Сложная ситуация по обеспечению охраны труда на производстве требует необходимости разработки и внедрения оперативных, экономически доступных, легко интегрированных в общую систему управления предприятием и производственные процессы мероприятий по совершенствованию функционирования системы управления охраной труда, которая полностью отвечала бы требованиям современных международных стандартов профессиональной безопасности и здоровья.

Критерием идентификации опасностей должна выступать вероятность повреждения здоровья работника, возникновения аварийной или критической ситуации, сочетания нежелательных событий и т. д. [5]

Все идентифицированные опасности оцениваются с целью определения рисков, которые представляют собой наибольшую опасность, и требуют управления ими. Риски, признанные неприемлемыми, используются как исходные данные для разработки целей в области охраны труда.

Прогнозирование рисков возможно на основе анализа:

- архивных данных по травматизму;
- метеорологических прогнозов;
- производственных графиков;
- данных медицинских осмотров и учета заболеваемости персонала.

В процессе идентификации рисков анализируются все обнаруженные опасности, способные оказать влияние на сотрудника во время выполнения им трудовых обязанностей, включая время, необходимое для подготовки к работе на конкретном месте или для обслуживания рабочего места после завершения работы.

Модель прогнозирования может включать:

- временные ряды по травматизму и погодным условиям;
- логистическую регрессию с переменными: температура, осадки, график работ, опыт работника;
- систему оповещения о рисках для руководителей подразделений.

Эффективной формой работы по профилактике производственного травматизма стало проведение во всех регионах республики таких мероприятий, как «Недели нулевого травматизма». В течение 2024 года прове-

дено 34 таких мероприятия на областном уровне, 404 – на районном (городском) и 168 мероприятий – на отраслевом уровне

На основе оценки воздействия сезонных факторов могут быть реализованы следующие меры:

– корректировка графика смен (уменьшение продолжительности смен в жару и мороз);

– обеспечение работников сезонными средствами индивидуальной защиты;

– проведение инструктажей и тренингов в «опасные» периоды;

– временное ограничение определенных видов работ при неблагоприятной погоде;

– дополнительный медицинский контроль.

Учет сезонных факторов в прогнозировании производственных рисков позволяет своевременно принимать управленческие решения, направленные на снижение травматизма в АПК. Использование аналитических и цифровых инструментов в сочетании с профилактическими мерами способствует повышению общей культуры безопасности труда.

Список использованной литературы

1. Глобальное потепление связано с деятельностью человека и происходит с беспрецендентной скоростью [Электронный ресурс] // Организация объединенных наций. – Режим доступа: http://news.un.org/. – Дата доступа: 06.05.2025.

2. Состояние климата [Электронный ресурс] // Всемирная метеорологическая организация. Режим доступа: https://wmo.int/ru/site/frontline-of-climate-action/state-of-climate. – Дата доступа: 05.05.2025.

3. Что происходит с изменением климата в Беларуси? [Электронный ресурс] // United Nations Development Programme. – Режим доступа: https://www.undp.org/ru/belarus/chto-proiskhodit-s-izmeneniem-klimata-v-belarusi. – Дата доступа: 05.05.2025.

4. Доклад о соблюдении законодательства о труде и об охране труда в Республике Беларусь в 2024 году // Департамент государственной инспекции труда [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://storage.git.gov.by/source/ – Дата доступа: 04.05.2025.

5. Андруш, В. Г. Влияние изменения климата на безопасность труда в сельском хозяйстве / Шелегова Е. В. (магистрант), Андруш В. Г., Рыжук И. М. (студент) // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества: сб. материалов международной студенческой НПК (Горки, 18–19 апреля 2024 г.) / редкол.: В. Н. Босак (гл. редактор) [и др.]. – Горки: БГСХА, 2024. – 252 с.– С. 237–239.

Summary. The agro-industrial complex is one of the most traumatic sectors of the economy. Seasonal risk forecasting is a promising direction in safety management.

УДК 331.45

Харченко М.В., магистрант;
Белохвостов Г.И., кандидат технических наук, доцент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

КЛАССИФИКАЦИЯ, КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛУШИТЕЛЕЙ ШУМА В ТРАНСПОРТНОЙ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКЕ

Аннотация. Шум от транспортной и сельскохозяйственной техники остается ключевым фактором акустического загрязнения. В городах до 90% шума приходится на автомобильный транспорт, а в сельской местности – на тракторы и комбайны . Ужесточение норм ЕС (74–80 дБА для автомобилей, снижение на 10–14 дБА за 30 лет) требует совершенствования систем шумоподавления . Глушители не только снижают шум, но и влияют на экологию, мощность двигателей и безопасность.

Abstract. Noise from transport and agricultural machinery remains a key factor in acoustic pollution. In cities, up to 90% of noise comes from motor vehicles, and in rural areas, from tractors and combines. Tightening EU standards (74–80 dBA for cars, a reduction of 10–14 dBA over 30 years) requires improvements in noise suppression systems. Mufflers not only reduce noise, but also affect the environment, engine power, and safety.

Ключевые слова: классификация глушителей шума, конструктивные особенности, эксплуатация, транспортная и сельскохозяйственная техника.

Keywords: classification of noise silencers, design features, operation, transportation and agricultural machinery.

Согласно ГОСТ 31328-2006 (ИСО 14163:1998) «Руководство по снижению шума глушителями» [1] в соответствии с превалирующим механизмом ослабления глушители могут быть классифицированы следующим образом: – диссипативные глушители; – реактивные глушители, включая резонаторные и отражательные; – глушители сброса; – активные глушители [2]. Реактивные снижают шум за счет отражения волн в камерах расширения-сужения (эффективны на низких частотах).

Диссипативные поглощают энергию звука через материалы вроде базальтового волокна. Комбинированные объединяют оба принципа, обеспечивая широкополосное подавление шума.

В сельхозтехнике (тракторы, комбайны) преобладают противопожарные искрогасители прямоточного типа, совмещенные с глушителями шума. Для автомобилей критичны компактные решения: резонаторы, катализаторы и задние глушители с перфорированными трубами.

Рисунок 1 – Выхлопная система автомобиля

Конструктивные элементы и функции рассмотрим на примере выхлопной системы автомобиля (рисунок).

Основные компоненты:

– приемная труба (температура до 1000°С) изготавливается из жаропрочной стали;

– каталитический нейтрализатор (катализатор) – керамические/металлические соты с платиной нейтрализует вредные выбросы, но боится некачественного топлива;

– резонатор (передний глушитель) уменьшает пульсации газов, снижая нагрузку на задний глушитель;

– пламегаситель (двухслойный корпус) защищает систему от перегрева и вибраций.

Для каждой модели автомобиля существует своя конструкция системы выпуска отработанных газов, имеющие свои особенности. Кроме снижения шума, современные глушители шума выполняют множество различных функций: предотвращение попадания токсичных выхлопных газов в салон, сохранение мощности двигателя при сниженном потреблении топлива, предотвращение загрязнения окружающей среды.

Приемная труба крепится к блоку цилиндров двигателя, и отработанные газы попадают в нее непосредственно из выпускного коллектора. Поэтому температура здесь может достигать 1000 градусов, что накладывает дополнительные требования к материалам.

Сегодня на всех современных автомобилях установлен один или несколько катализаторов. Катализатор преобразует вредные примеси выхлопных газов в безвредные. Это достигается прохождением газов через множество металлических или керамических сот, поверхность которых покрыта благородными металлами, чаще всего платиной и палладием. Благодаря этому происходит реакция нейтрализации.

Передний глушитель, называемый часто резонатором, кроме снижения уровня шума, обеспечивает уравновешивание пульсаций потока выхлопных газов.

Средняя труба, соединяющая передний и задний глушитель, обычно имеет довольно сложную форму, так как она должна обогнуть задний мост, и элементы подвески.

Задний глушитель выполняет функцию, окончательного глушения шума, при помощи звукопоглощающего волокна или сложной внутренней структуры. Единственная часть выхлопной системы, которую видно на автомобиле со стороны. Благодаря этому является первым элементом для тюнинга выхлопной системы.

Каталитические нейтрализаторы снижают выбросы CO на 93 % , углеводородов – на 85 % за счет химических реакций на поверхности платины/палладия. Однако их эффективность зависит от качества топлива: этилированный бензин и примеси разрушают катализаторы, усиливая экологические риски.

Альтернативные виды топлива:

– сжиженный газ (LPG). Уменьшает выбросы в 2 раза, снижает содержание серы и бензола;

– биодизель. Сокращает выбросы NOx на 20% , но требует контроля за сырьевой базой (например, рапсовые поля) для предотвращения деградации почв;

– водород. Полностью исключает вредные выбросы (только H□O), но сталкивается с проблемами хранения и инфраструктуры.

Гибридные двигатели снижают выбросы на 30–50% за счет комбинации ДВС и электромотора. Однако их экологичность зависит от утилизации аккумуляторов и энергоэффективности производства.

Технические улучшения ДВС: оптимизация аэродинамики и массы автомобиля уменьшает расход топлива на 15–30%, что напрямую снижает «углеродный след».

Проблемы и рекомендации:

– необходимость комплексного подхода: сочетание технологий (например, газ + катализаторы) для максимального эффекта;

– учет жизненного цикла альтернативных решений (например, экологический ущерб от производства батарей для электромобилей).

Экологическая значимость методов подчеркивается их ролью в достижении устойчивого развития и соблюдении принципов, закрепленных в законодательстве (например, право на благоприятную среду).

Материалы:

– нержавеющая сталь – долговечна, но имеет высокую стоимость;

– алюминизированная сталь (Edex, Izawit) устойчива к коррозии, срок службы – 4–6 лет;

– «черная» сталь быстро ржавеет, требует замены через 1–2 года.

Эксплуатация и проблемы.

Основные риски:

– коррозия из-за конденсата, солевых реагентов и агрессивных газов;

– механические повреждения (удары, вибрации);

– перегрев каталитических нейтрализаторов (катализаторов) приводит к оплавлению керамики и разрушению коллекторов.

Рекомендации:

– замена глушителя полностью, а не частями, чтобы избежать распространения коррозии;

– использование сертифицированных деталей с двухслойным корпусом и термостойкой набивкой.

– регулярная очистка от соли и антикоррозийная обработка;

– использование инновационных конструкций глушителей шума [3-9].

Заключение. Глушители шума остаются критичным элементом как для экологии, так и для безопасности техники. Несмотря на переход к электрическим двигателям, ДВС сохранят актуальность в гибридных системах, что требует дальнейших исследований в области акустических технологий. Оптимизация конструкций и материалов позволит снизить шум, повысить надежность и сократить затраты на эксплуатацию.

Список использованной литературы

1. Шум. Руководство по снижению шума глушителями: ГОСТ 31328-2006 (ИСО 14163:1998). Введ. 01.04.2007. – М.: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2007. – 66 с.

2. Глушители шума поршневых двигателей внутреннего сгорания: классификация, основные требования, инновационные конструкции / Г. И. Белохвостов [и др.] // Производство и переработка сельскохозяйственной продукции : материалы VIII международной научно-практической конференции, Воронеж, 23–25 ноября 2022 г. Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2022. – С. 56–64.

3. Гайда А. С. Шум в сельском хозяйстве... // Политематический сетевой журнал КубГАУ, 2016.

4. Скворцов А. Н. Анализ источников шума... // SCI-ARTICLE.RU, 2014.

5. Дробаха, М. Н. Снижение внешнего шума транспортных машин глушителями (на примере трактора МТЗ-82): дис. … канд. техн. наук / М. Н. Дробаха. – СПб., 2004. – 148 с.

6. Комкин, А. И. Разработка современных методов расчета и проектирования автомобильных глушителей с требуемыми характеристиками: дис. ... д-ра техн. наук / А. И. Комкин; Балтийский госуд. техн. ун-т «Военмех» имени Д. Ф. Устинова. – СПб., 2012. – 448 с.

7. Белохвостов, Г. И. Снижение шума транспортных машин глушителями / Г. И. Белохвостов, Л. Т. Ткачева, А. А. Пинчук // Актуальные проблемы устойчивого развития сельских территорий и кадрового обеспечения АПК : материалы Международной научно-практической конференции, Минск, 3–4 июня 2021 г. – Минск : БГАТУ, 2021. – С. 472–476.

8. Кожин С. А. Повышение мощности ДВС... // Альтернативные источники энергии, 2015.

9. Кунаш, М. В. Совершенствование глушителя шума тракторов «БЕЛАРУС» / М. В. Кунаш, Г. И. Белохвостов, Н. И. Зезетко // Агропанорама. – 2024. – N 1. – С. 12–16. https://doi.org/10.56619/2078-7138-2024-161-1-12-16.

Summary. Noise silencers remain a critical element for both the environment and the safety of machinery. Despite the transition to electric engines, internal combustion engines will remain relevant in hybrid systems, which requires further research in acoustic technology. Optimization of designs and materials will reduce noise, improve reliability and reduce operating costs.

УДК 629.353.02:331.45

Мисун Ал-й Л., кандидат технических наук, доцент;
Мисун Л.В., доктор технических наук, профессор
Жиголка М.В., магистрант; **Горячко Д.В., Синькевич В.А.,** студенты
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ КОНСТРУКЦИИ РАМЫ САМОСВАЛЬНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Аннотация. Проанализированы направления улучшения условий труда водителя самосвального транспортного средства. Предложена безопасная конструкция пространственной рамы самосвального транспортного средства.

Abstract. The directions of improving the working conditions of the dump truck driver are analyzed. A safe design of the spatial frame of the dump truck is proposed.

Ключевые слова: самосвальное транспортное средство, водитель, переутомление, травмоопасная ситуация, безопасность, рама.

Keywords: dump truck, driver, fatigue, hazardous situation, safety, frame.

Строительство сельскохозяйственных обьектов в Республике Беларусь не обходится без применения самосвальных транспортных средств (СТС). Эксплуатация СТС сопряжена с большими вибрационными нагрузками, отрицательно воздействующими не только на узлы и детали СТС, но и на самого водителя [1]. Колебания, возникающие во время эксплуатации СТС, являются причиной нарушения работы механизмов, а иногда и выхода из строя всей машины. Такого рода воздействия представляют собой опасность для здоровья водителя [2]. Разработка эффективной защиты от этих воздействий является актуальной задачей.

Вибрация представляет собой один из производственных факторов, который при превышении определенного уровня оказывает серьезное негативное влияние на здоровье водителя СТС [3]. Поэтому является крайне важным определение действительного уровня вибрации на рабочих местах водителей СТС; обоснование путей снижения уровня вибронагруженности с целью установления для уменьшения интенсивности его воздействия [4].

Большинство систем защиты рам отечественных СТС от вибрации не в полной мере обеспечивают эффективную защиту водителя от возникающих колебаний в процессе эксплуатации техники, в особенности от низкочастотных колебаний.

Одной из проблем создания отечественных рам для СТС является увеличение срока их службы, повышение безопасности и надежности их конструкции, т.к. при движении по дорогам сельскохозяйственного назначения на несущую раму приходятся существенные виброударные нагрузки, которые зачастую приводят к деформациям элементов рамы вплоть до их разрушения.

Нами был проведен анализ соответствующих литературных и патентных источников в области снижения вибронагруженности на рабочем месте водителя СТС, изучены направления улучшения показателей безопасности при деформации рамы без увеличения ее весогабаритных характеристик при движении СТС по дорогам общего и сельскохозяйственного назначения [5].

Для решения этой проблемы рекомендуется специальной конструкции пространственной рамы СТС (рисунок), где ударно вибрационные нагрузки от движителя передаются на пространственную раму, на ее продольные поперечные балки и наклонные стержни, при этом рама испытывает существенные нагрузки на скручивание [6]. Однако благодаря тому, что наклонные стержни соединены с ухом продольными балками посредством сайлент-блоков, осуществляется демпфирование резких ударов. Возрастание амплитуды колебаний и деформаций на скручивание гасится упругими элементами сайлент-блоков, существенно смягчая удары, что значительно снижает вероятность разрушения соединений балок между собой, повышая надежность и безопасность предлагаемой конструкции. Использование предлагаемой специальной конструкции пространственной рамы для СТС позволит повысить их безопасность и надежность, снизить вероятность нахождения работника в травмоопасной зоне, разрушения элементов пространственной рамы СТС в случае возникновения травмоопасной ситуации.

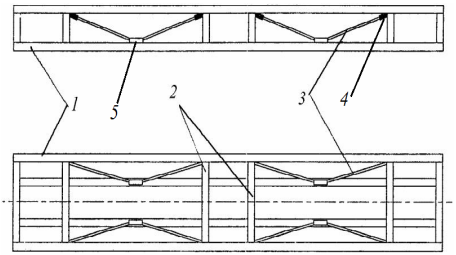


Рисунок 1 – Пространственная рама СТС:
1 – продольная балка; *2* – поперечная балка; *3* – наклонный стержень;
4 – сайлент-блок; *5* – соединительное ухо

Список использованной литературы

1. Мисун, Л. В., Агейчик В. А., Мисун Ал-й Л. и др. Организационно-технические мероприятия для повышения безопасности и улучшения условий труда операторов мобильной сельскохозяйственной техники. – Минск: БГАТУ, 2012. – 192 с.

2. Мисун, А. Л. Обеспечение безопасности производственной среды в кабине мобильной сельскохозяйственной техники / А. Л. Мисун, И. М. Морозова, Л. В. Мисун, А. А. Пинчук, Н. В. Самкевич // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки, 2018. – №11. – С. 24–27.

3. Мисун, А. Л. Физиологические и медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: лекционное пособие / А.л-й Л. Мисун Л. В. Мисун, Ал-р Л. Мисун. – Минск: БГАТУ, 2024. – 212 с.

4. Мисун, Л. В. Техносферная безопасность / Л. В. Мисун, Ал-й Л. Мисун, Ал-р Л. Мисун. – Минск: БГАТУ, 2023. – 212 с.

5. Каратаева, Л. А. Дорожно-транспортный травматизм в социальном аспекте / Л. А. Каратаева, Б. Т. Абророва, М. Т. Тохирова // Молодой ученый. – 2016. – №4. – С. 278–280.

6. Патент на изобретение: RU 2414849 C1. Пространственная рама транспортного средства преимущественно повышенной необходимости / В. И. Прядкин, В. Н. Бриндюк, С. В. Бриндюк, 2011.

Summary. The analysis of domestic dump truck frame designs and frame vibration protection systems is conducted. A special spatial frame design is proposed that allows increasing the safety and reliability of a dump truck and reducing the likelihood of the driver being in a hazardous area in the event of destruction of the spatial frame design elements.

УДК 631.35

Андруш В.Г., кандидат технических наук, доцент;
Крастелева Н.В., магистрант
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ УПЛОТНЕНИИ ЗЕЛЕНОЙ МАССЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЕМ ОПРОКИДЫВАНИЯ ТРАМБУЮЩЕЙ ТЕХНИКИ

Аннотация. Производственная безопасность в сельском хозяйстве Республики Беларусь является важной составляющей эффективного и безопасного процесса кормозаготовки. Опрокидывание трамбующей техники при уплотнении зеленой массы, создает серьезные угрозы для здоровья операторов и приводит к производственным травмам. В статье представлены анализ текущего состояния охраны труда в данной сфере, предложены инновационные меры для предотвращения опрокидывания техники: установка сигнального устройства, контролирующего угол наклона, а также научно-обоснованные рекомендации по улучшению безопасности.

Abstract. Occupational safety in the agricultural sector of the Republic of Belarus is a key component of an efficient and secure forage harvesting process. The overturning of compacting machinery, during the compaction of green mass poses serious risks to operator health and leads to workplace injuries. This article presents an analysis of the current state of labor protection in this area and proposes innovative measures to prevent equipment rollover- including the installation of an alert system that monitors tilt angle, along with scientifically grounded recommendations for improving safety.

Ключевые слова: производственная безопасность, зеленая масса, трамбующая техника, угол наклона, охрана труда.

Keywords: occupational safety, green mass, compacting machinery, tilt angle, labor protection.

Сельское хозяйство Республики Беларусь остается одной из наиболее травмоопасных отраслей, требующих высоких стандартов охраны труда [1]. Особое внимание необходимо уделять безопасности при кормозаготовке, когда зеленая масса укладывается в силосные траншеи и уплотняется с использованием тяжелой техники, такой как тракторы типа «Амкодор». Этот этап технологического процесса сопряжен с рисками опрокидывания техники на крутых склонах, что влечет за собой травмы операторов и материальные убытки [2].

По статистике, ежегодно в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь фиксируются десятки случаев производственных травм в ходе кормозаготовки, в том числе операторов, связанных с опрокидыванием тракторов «Амкодор» при уплотнении зеленой массы, в 2022 году – 3 три из них привели к серьезным травмам операторов [4], [9].

Основными причинами являются недостаточный контроль над наклоном машины, отсутствие сигнальных систем и перегрузки. Это подчеркивает актуальность разработки и внедрения решений, направленных на минимизацию рисков [3], [9].

Целью данной статьи является обоснование необходимости оснащения тракторов сигнальными устройствами для контроля угла наклона, что позволит снизить вероятность опрокидывания и повысить производственную безопасность.

Основные причины таких происшествий включают:

- превышение допустимого угла наклона рабочей поверхности;
- отсутствие контроля устойчивости машины;
- перегрузку техники при неправильной укладке массы.

Технологический процесс силосования включает этапы подготовки траншеи, равномерной укладки зеленой массы слоями и последующего уплотнения. Уплотнение необходимо для удаления воздуха и предотвращения порчи корма. Техника, используемая для трамбовки, должна обладать высокой маневренностью и устойчивостью, так как работа ведется на сложных рельефах с наклонной поверхностью.

Наиболее часто применяемой в сельскохозяйственных организациях Беларуси является техника на базе тракторов «Амкодор» [2]. Эти машины сочетают компактность и мощность, но их конструкция не предусматривает встроенных средств контроля угла наклона. В результате при превышении допустимого угла (15-20 градусов) возникает риск потери устойчивости, особенно на влажной поверхности или при смещении массы.

Опрокидывание техники несет значительные угрозы для здоровья и жизни оператора [3], [8]. Основные травмы включают переломы, ушибы и травмы позвоночника, что связано с тем, что кабина не всегда обеспечивает достаточную защиту при переворачивании. В отсутствие дополнительных систем контроля оператор может не заметить, что угол наклона достиг критического значения, и не предпринять своевременных действий.

Для минимизации рисков предлагается оснастить тракторы «Амкодор» сигнальным устройством, которое будет:

1) контролировать угол наклона в реальном времени – устройство будет измерять угол отклонения машины с помощью встроенного акселерометра и гироскопа;

2) оповещать оператора о критическом значении – при превышении предельно допустимого угла (например, 20 градусов) устройство подаст звуковой и визуальный сигнал, предупреждая водителя об опасности;

3) ограничивать движение техники – в случае игнорирования сигнала устройство может автоматически снизить скорость движения или отключить подачу топлива для предотвращения дальнейшего наклона.

Для определения предельного угла наклона трактора, при котором наступает опрокидывание, применяется подход, аналогичный расчету устойчивости грузовых кранов [7]. Формула устойчивости выглядит следующим образом:

$$a_{\text{кр}} = \frac{h}{b/2}, \tag{1}$$

где: $a_{\text{кр}}$ – критический угол наклона;

h – высота центра тяжести техники;

b – ширина колесной базы.

Для тракторов типа «Амкодор» с шириной базы b = 2,2 м и высотой центра тяжести h = 1,1 м, критический угол наклона составит:

$$a_{\text{кр}} = \arctan\left(\frac{1{,}1}{\frac{2{,}2}{2}}\right) = \arctan(1) = 45^0. \tag{2}$$

Однако на практике предельный угол безопасной эксплуатации значительно меньше из-за динамических нагрузок, смещения массы и деформации поверхности. Рекомендуемый угол наклона для работы не должен превышать 20° [5], [11].

Для контроля угла наклона предлагается установить электронный датчик наклона (инклинометр) на раму трактора, ближе к центру тяжести машины. Такое расположение обеспечит максимально точное измерение угловых отклонений [10].

Состав устройства:

1) датчик наклона: измеряет текущий угол относительно горизонтали;

2) центральный блок управления: обрабатывает данные от датчика и активирует сигнал при превышении допустимого угла;

3) сигнальные индикаторы: расположены в кабине оператора и включают:

– звуковой сигнал (подается при угле наклона);

– визуальный индикатор (красный свет при достижении критического угла).

Звуковой сигнал предупреждает оператора о необходимости замедлить работу и скорректировать положение машины. Визуальный индикатор усиливает воздействие, концентрируя внимание на угрозе. При превышении критического угла система может автоматически:

– снизить скорость движения;

– отключить подачу топлива, останавливая технику.

Трактористу необходимо выполнять следующие рекомендации:

1) контролировать наклон – регулярно проверять угол откоса перед началом работы, на крутых поверхностях избегать резких маневров и больших скоростей;

2) распределение массы – убедиться, что зеленая масса равномерно распределена, чтобы избежать смещения центра тяжести;

3) реакция на сигнал – при срабатывании сигнализации сразу остановить технику и оценить безопасность дальнейших действий;

4) обучение – пройти инструктаж по использованию сигнальной системы и действиям в аварийных ситуациях.

Расчеты и моделирование показывают, что установка сигнализационного устройства может снизить риск опрокидывания техники на 50% [6].

Для повышения эффективности предлагаемого подхода рекомендуется:

– проводить регулярное обучение операторам по вопросам безопасности и работы с системой контроля угла наклона;

– внедрить стандарты по обязательному оснащению всех трамбующих машин сигнальными устройствами;

– обеспечить регулярный технический контроль состояния техники, включая проверку датчиков и кабелей.

Эти меры в комплексе позволят значительно повысить уровень безопасности в процессе кормозаготовки, снизить травматизм и экономические потери от повреждения техники [1].

Проведённое исследование подтвердило высокую значимость обеспечения производственной безопасности при проведении кормозаготовительных работ в сельском хозяйстве Республики Беларусь. Анализ показал, что

одной из наиболее опасных ситуаций является опрокидывание трамбующей техники при работе на откосах силосных траншей. Использование тракторов без систем контроля наклона приводит к серьёзным рискам для операторов и увеличивает число производственных травм. Установка сигнальных устройств, предупреждающих о критических значениях угла наклона, может существенно снизить уровень аварийности, что соответствует современным требованиям охраны труда и технической безопасности.

Внедрение электронных систем контроля устойчивости техники, а также проведение регулярного обучения операторов, позволяет повысить надёжность эксплуатации машин и минимизировать человеческий фактор. Кроме того, дальнейшие исследования в этом направлении должны быть направлены на развитие автоматических систем стабилизации, что обеспечит дополнительный уровень защиты в процессе кормозаготовки.

Список использованной литературы

1. Иванов А. С., Петров В. В. Охрана труда в сельском хозяйстве: вызовы и решения. – Минск: Наука, 2020.

2. Сидоров И. И. Технические средства кормозаготовки и их безопасность. – Гомель: Техника, 2019.

3. Смирнов А. А., Белоусов Л. П. Производственная безопасность при использовании тяжелой техники. // Вестник аграрных наук, 2022, №4.

4. Республика Беларусь. Государственный комитет по охране труда. Ежегодный отчет о состоянии охраны труда, 2023.

5. ISO 12100:2010. Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction.

6. Иванов В. Н., Смирнов А. С. Основы теоретической механики. – Москва: Издательство МГТУ, 2017.

7. ISO 4305:1991. Мобильные краны. Определение устойчивости.

8. Михайлов А. И., Сидоров П. П. Техника безопасности при эксплуатации грузоподъемных машин. – Санкт-Петербург: Профлит, 2019.

9. Государственный комитет по охране труда Республики Беларусь. Ежегодный отчет о состоянии охраны труда в сельском хозяйстве. – Минск, 2023.

10. Столяров И. П., Кузьмин С. А. Инженерные расчеты для сельскохозяйственной техники. Гомель: Агропромтехника, 2020.

11. ГОСТ 12.3.030-83. Система стандартов безопасности труда. Машины для землеройных и дорожных работ. Требования безопасности.

12. Информация о несчастных случаях с тяжелыми последствиями, происшедших с работниками организаций Минской области в январе- августе 2022 г. https://myadel.gov.by/uploads/files/23-09-2022-3.pdf

13. Охрана труда в Беларуси (https://otb.by/news/4713-o-ns-ekspluatatcija-transportnykh-sredstv-v-mogilevskoi-oblasti-za-9-mesiatcev-2022-goda)

Summary. The introduction of electronic systems for monitoring the stability of equipment, as well as regular training of operators, allows you to increase the reliability of the operation of machines and minimize the human factor.

УДК 631

Ткачева Л.Т., кандидат технических наук, доцент;
Бренч М.В., старший преподаватель
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ПРОБЛЕМЫ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Аннотация. Дана характеристика основных источников водопотребления в сельскохозяйственном производстве. Обозначены проблемы использования подземных вод для нужд сельского хозяйства. Показана необходимость предварительной водоподготовки и водоочистки подземных вод, используемых в растениеводстве и для водоснабжения животноводческих (птицеводческих) ферм и комплексов.

Abstract. The main sources of water consumption in agricultural production are described. The problems of using groundwater for agricultural needs are outlined. The need for preliminary water treatment and water treatment of groundwater used in crop production and for water supply to livestock (poultry) farms and complexes is shown.

Ключевые слова. Водопотребление, качество воды, подземные воды, водоподготовка, очистка воды, соли кальция, марганца, железа, обезжелезивание.

Keywords. Water consumption, water quality, groundwater, water treatment, water purification, calcium, manganese, iron salts, iron removal.

Количество потребляемой воды зависит от типа производства, от потребностей сельскохозяйственных культур, пород выращиваемых животных и корма для них. По типу использования воды в сельском хозяйстве можно выделить несколько категорий потребителей:

– полив культур, оранжерей и теплиц;
– приготовление удобрений;
– поение животных и приготовление корма для них;
– водоснабжение пастбищ;
– разведение рыбы;
– вода, сопутствующая технологическим процессам, например, вода для производства пара, оборотная вода систем охлаждения, нагрева, кондиционирования и т. п.;
– системы пожаротушения.

Вода является необходимым компонентом для осуществления всех физиологических процессов, происходящих в растениях: фотосинтеза, передвижения органических соединений, поглощения минеральных веществ в виде почвенных растворов, а также вода регулирует температуру растений путем испарения с поверхности листьев. Растения используют воду для метаболического и физиологического функционирования. Любое растение, не получающее нужное количество воды, постепенно угасает. На

жизнедеятельность растений влияет не только количество, но и качество воды, подаваемой для полива. Кроме того, от химического и физического состава воды зависит и правильное функционирование систем полива.

Для полива полей используют воды различного происхождения: речные, озер, водохранилищ, подземные, возвратные (сточные, т.е. воды, поступающие из коллекторно-дренажной сети, тепло- и энергоцентралей, промышленных предприятий). Независимо от их происхождения все воды, используемые для полива должны отвечать одному общему требованию – не ухудшать свойства почв.

Снижение общей минерализации или селективное удаление каких-либо солей из воды требуют значительных финансовых затрат. Как правило, подготовка воды для полива полей ограничивается применением технологий механической фильтрации для снижения содержания механических примесей в поливной воде. Однако качество поливной воды можно улучшить, корректируя слишком большую жесткость и щелочность, за счет использования физиологически кислых удобрений и (или) минеральных кислот. Реагенты можно вводить вручную в буферный резервуар, а можно автоматизировать процесс и использовать установку(и) автоматического дозирования концентрированных растворов удобрений и (или) кислот.

Вода – единственный поставщик питательных веществ и прочих добавок в гидропонике. Растения, выращиваемые гидропонным способом более восприимчивы к качеству потребляемой воды, чем растения, высаженные в грунт. Качество воды является важным фактором, который влияет на возможность и целесообразность успешного выращивания тепличной продукции и растений на гидропонике, по интенсивным технологиям. Типичная овощная теплица требует 8 000 $м^3$ воды на гектар в год. Химический состав поливной воды определяет ее качество и возможность применения в закрытом грунте. Повышение концентрации солей приводит к уменьшению количества основных макроэлементов, которые можно вносить в питательный раствор, сохраняя оптимальную электропроводность воды для полива. Обычно приходится учитывать только содержание кальция и магния, хотя иногда вода, используемая для подпитки гидропонной системы может содержать довольно много железа.

Отечественное рыбоводство развивается в основном на пресных водах, но не во всех регионах можно обеспечить рыбоводческие хозяйства прогреваемой пресной водой, необходимой для традиционных объектов рыбоводства - карпа, толстолобика и т.п. Результаты разведения и выращивания рыбы в большой степени зависят от качества прудовой воды, определяемого растворенными в ней газами, солями, и взвешенными в виде мути минеральными частицами и органическими веществами.

Для сельскохозяйственных животных и птиц очень существенным является качество поступающей в их организм воды. Вода содержится внутри и

вне клеток организма животных и птиц, в сосудистом русле и тканях и позволяет ему нормально функционировать, обеспечивает протекание окислительно-восстановительных и обменных процессов, выведение продуктов метаболизма и оптимальный гомеостаз. В организм животных и птиц она поступает непосредственно из источника, а также с кормами и отчасти за счет внутриклеточного распада органических веществ. Для сохранения здоровья и высокой продуктивности сельскохозяйственных животных необходимо не только полноценное и сбалансированное кормление, но и достаточное поение, а также контроль качества воды. Сильно минерализованная вода приводит к гидрофильности тканей, понижению диуреза, задержки жидкости в организме.

Учитывая, что для ряда регионов характерны значительные концентрации растворенных в воде минеральных веществ (солей кальция, марганца, железа), а также большое потребление жидкости высокопродуктивными животными, следует проводить предварительное обследование источников питьевой воды (качественный и количественный анализ химического состава и санитарного состояния) с дальнейшей корректировкой рациона, содержимого премиксов и подкормок.

Основными задачами водоподготовки и очистки воды для водоснабжения животноводческих (птицеводческих) хозяйств являются:

– достижение оптимального солевого состава воды, подаваемой для поения животных;

– обеспечение санитарной безопасности питьевой воды;

– предотвращение вторичного загрязнения воды в трубопроводах и поильных системах.

Таким образом, "хорошая" вода помогает процессу усвоения питательных веществ в организме птицы и животных. В то же время она может быть источником загрязнения. Кроме того, её химические особенности (например, слишком жёсткая, с большим уровнем железа, кальция, и т.д.) могут препятствовать усвоению корма или эффективному поглощению лекарственных препаратов, вакцин, витаминов и т.д., следовательно, правильное использование качественной воды при выращивании и содержании птицы позволят повысить эффективность производства.

Система водоснабжения в сельском хозяйстве включает: водозабор и насосную станцию, очистное и фильтровальное оборудование, емкость для хранения очищенной воды, система водоводов.

К основным видам водозаборов в сельском хозяйстве относятся:
поверхностная вода из открытых источников (рек и озер), артезианские скважины (подземные воды), колодезная вода.

Поверхностная вода из открытых источников (рек и озер) считается наиболее «грязной», поскольку содержит биологические остатки, микроорганизмы, соли кальция и магния, нитраты и фосфаты. Требует тщательной механической очистки.

Колодезная вода занимает промежуточное положение между поверхностной водой и водой из артезианских скважин. Колодезная вода менее загрязнена механически, может содержать соединения железа и остатки сельскохозяйственных удобрений.

Пресные подземные воды являются важнейшим полезным ископаемым нашей страны. Жизнеобеспечение в Беларуси и работа ее народнохозяйственного комплекса на 95 % основаны на эксплуатации пресных подземных вод. По своему качеству пресные подземные воды Беларуси удовлетворяют основным требованиям европейских стандартов. Единственная природная проблема – повышенное содержание в них железа и нередко марганца. Максимальное содержание указанных химических элементов в подземных водах характерно для зоны Полесья, где вода в 90 % эксплуатационных скважин имеет повышенное содержание железа.

На незагрязненных участках пресные подземные воды по качеству, как правило, удовлетворяют требованиям ГОСТа (СанПиН 10-124 РБ). Исключение составляет повышенное содержание железа, которое осложняет работу многих групповых водозаборов и одиночных скважин. На территории Беларуси более 70% артезианских скважин имеют воду с содержанием железа, превышающим уровень предельно допустимого. Качество пресных подземных вод ухудшает также дефицит (т.е. содержание ниже физиологически оптимального уровня) фтора и йода. Однако все эти особенности связаны с природными условиями Беларуси.

Сегодня на качество пресных подземных вод Беларуси все большее влияние оказывает хозяйственная деятельность человека. На территории более 6 млн. га сельхозугодий, в окрестностях всех без исключения городов и населенных пунктов, соледобывающих рудников (Солигорск), обогатительных заводов (Гомель), птицеферм и животноводческих комплексов с их высокотоксичными стоками практически все грунтовые воды являются некондиционными. В последние десятилетия увеличиваются масштабы загрязнения и более глубоких напорных водоносных горизонтов, на которых базируется централизованное водоснабжение.

Качество артезианских вод в различных регионах может быть разным, но как правило, они содержат минимальное количество механических примесей. Однако в чистом виде артезианская вода, насыщенная солями жесткости, способна вызвать эрозию почвы и ускоренный износ оборудования. Поэтому скважины требуют установки фильтров для умягчения (удаления солей жесткости) и эффективных методов обезжелезивания воды.

Качество воды, используемой для животноводческих ферм, не всегда в полной мере отвечает санитарно-гигиеническим требованиям, т.к. открытые водоемы подвержены загрязнению, а в глубоких подземных источниках в воде, как правило, содержится большое количество минеральных солей. При употреблении загрязненной или высокоминерализованной воды у животных (птицы) снижается продуктивность и возникают различные забо-

левания. От качества воды зависит не только продуктивность животных, но и качество продукции, особенно молока.

На жизнедеятельность растений влияет не только количество, но и качество воды, подаваемой для полива. От химического и физического состава воды зависит и правильное функционирование систем полива, особенно при выращивании тепличной продукции и растений на гидропонике, по интенсивным технологиям. Поэтому промышленная очистка воды в растениеводстве и сельском хозяйстве является необходимым комплексом мероприятий для производства продукции.

Учитывая, что для ряда районов республики Беларусь характерны значительные концентрации растворенных в воде минеральных веществ (солей кальция, марганца, железа), а также большое потребление жидкости высокопродуктивными животными, работы по водоподготовке и очистке воды в настоящее время являются актуальными и перспективными.

Список использованной литературы

1. Шимова, О. С. Основы экологии и экономика природопользования: Учебник / О.С. Шимова, Н.К. Соколовский. 2-е изд., перераб. и доп. - Мн.: БГЭУ, 2002. – 367 с.

2. Гуринович, А.Д. Ретроспективный анализ становления системы управления сельскохозяйственным водоснабжением в Республике Беларусь / А.Д. Гуринович, Е.В. Хмель / Материалы 7-й Республиканской научно-практической конференции. – Минск: БНТУ, 2010. – 32 с.

3. Окружающая среда и природные ресурсы Республики Беларусь: Статистический сб. Минстат Республики Беларусь, НИИ статистики. Минск, 1995–2015 гг.

Summary. The quality of artesian waters in different regions may vary, but as a rule, they contain a minimum amount of mechanical impurities. However, in its pure form, artesian water saturated with hardness salts can cause soil erosion and accelerated wear of equipment. Therefore, wells require the installation of filters for softening (removal of hardness salts) and effective methods of water deironing.

УДК 534.322.3

Гаркуша А.В., ст. преподаватель
Мисун Л.В., доктор технических наук, профессор
Мисун Ал-й Л., кандидат технических наук, доцент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ШУМА В КАБИНАХ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Аннотация. В статье рассмотрены активные и пассивные способы защиты от шума операторов мобильной сельскохозяйственной техники. Проведен анализ наиболее эффективных средств защиты от шума.

Abstract. The article examines active and passive methods of noise protection for mobile agricultural machinery operators. An analysis of the most effective means of noise protection is conducted.

Ключевые слова: шум, мобильная сельскохозяйственная техника, кабина, источники шума, звукоизоляция, шумозащита.

Keywords: noise, mobile agricultural machinery, cabin, noise sources, sound insulation, noise protection.

Для снижения шума в кабине мобильной сельскохозяйственной техники традиционно используются средства пассивной шумозащиты, основанные на принципах отражения и поглощения звука. Применение активной шумозащиты показывает её невысокую эффективность [1-3], так как она работает только в низкочастотном диапазоне, в свою очередь, на низких частотах пассивная шумозащита, как правило, не эффективна. В силу этих причин, активная шумозащита не нашла широкого применения для снижения шума в кабинах мобильной сельскохозяйственной техники (МСХТ).

Пассивная шумозащита включает такие основные принципы глушения воздушного и структурного шума как звукоизоляции, звукопоглощение, виброизоляция и вибропоглощение.

На практике применяются звукоизолирующие, устанавливаемые в помещениях, кабины и стационарные, транспортные, устанавливаемые на транспортных машинах [1]. Первые находятся в условиях диффузного звукового поля помещения, вторые в условиях неравномерного распределения звука на внешних элементах ограждения, вследствие его дифракции. Эффективность стационарных кабин может достигать 25 дБА [1]; а снижение уровня звука транспортными кабинами колеблется в широком диапазоне в зависимости от акустических свойств кабин.

К акустическим свойствам кабины можно отнести: звукоизоляциюкабины, звукопоглощение в кабине, дифракцию на внешних элементах ограждения кабины.

Сегодня производителям тракторов сельскохозяйственного назначения хорошо известны и максимально используются, пути улучшения акустических качеств кабин: увеличение звукоизоляции – элементов ограждения (увеличение поверхностной массы, акустическая герметизация, увеличение числа слоев ограждающей конструкции; двойные ограждения), улучшение звукопоглощающих свойств (увеличением эквивалентной площади звукопоглощения в кабине), виброизоляция кабины, вибродемпфирование металлических элементов ограждения кабины. Все эти средства хорошо отработаны, поэтому идти в дальнейшем по пути их улучшения – это получать незначительное (2–3 дБА) снижение шума в кабине.

Исследования Г.М. Курцева [4] доказали, что шум в кабине, в первую очередь, зависит от компоновочной схемы машины. Необходимо выбирать такую компоновочную схему, когда кабина акустически развязана с источниками шума установленными на МСХТ. Это возможно, когда кабина проектируется как отдельная конструкция машины. Такие кабины можно назвать локальными и их расчет, и проектирование требует внесения некоторых поправок в существующие методики расчета шума.

Список использованной литературы

1. Иванов, Н. И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: учебник/ Н.И. Иванов. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Логос, 2015. – 432 с.

2. Исследования техники шумоподавления в акустических кабинах. KamataM. Trans. Jap. Soc. Mech. Eng. C, 1997, 63, 1983-1988.

3. Снижение акустического шума в кабине. Hoshino Hiroaki, Ishii Hideaki (Nissan Diesel Motor Co., Ltd, 1-1 Ooaza, Ageo, Saitama, 362 8523 Japan). Nihon kikai gakkai ronbunshu. C=Trans. Jap. Soc. Mech. Eng. C. 2000. 66, № 645, с 93–100. (Японский.; рез. английский).

4. Влияние компоновочной схемы транспортных машин на шум в расчетной точке. Курцев Г. М. Доклады и тезисы докладов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, "Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности", Санкт-Петербург, 16-18 июня, 1998. Т. 3. [СПб]. [1999], 212–213.

5. Мисун, А.Л. Техническое решение и основные показатели звукоизоляции двухслойной конструкции из стекла кабины мобильной сельскохозяйственной техники/ А.Л. Мисун, И.Н. Мисун, А.Г. Кузнецов// Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр., г. Горки, Белорус. гос. с.-х. акад. – 2021. – Вып.6. – С. 29–32.

6. Техническое решение для снижения уровня воздействия источников шума на акустические характеристики кабины трактора в послегарантийный период эксплуатации/ А.Л. Мисун, А.В. Гаркуша, А.П. Рудковская [и др.]// Обеспечение безопасной жизнедеятельности на современном этапе развития общества: материалы республ. науч.-практ. конф. г. Горки, 21–22 апр. 2022г./ Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: В.Н. Босак (гл. ред.) [и др.]. – Горки, 2022. – С. 92–94.

7. Физиологические и медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: пособие/ Ал-й Л. Мисун, Л.В. Мисун, Ал-р Л. Мисун [и др.]. – Минск: Белорус. гос. агр. техн. ун-т, 2024. – 312 с.

8. Климова, М.Г. Физическое воздействие шума на здоровье водителей/ М.Г. Климова, Н.К. Христофорова // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности, 2012. – №11. – С. 38–46.

Summary. An analysis of active and passive methods of noise protection for mobile agricultural machinery operators is conducted. The most effective means of noise protection are presented.

УДК 331.45

Севастюк Т.В.[1], старший преподаватель;
Гаркуша А.В.[1], старший преподаватель;
Раубо В.М.[1], кандидат экономических наук, доцент;
Савельева О.В.[2], преподаватель
[1]*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*
[2]*Учреждение образования «Волковысский государственный аграрный колледж», г. Волковыск, Республика Беларусь*

САМОКОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК С ПОМОЩЬЮ ПРИЛОЖЕНИЯ «ОХОТА НА РИСКИ»

Аннотация. В статье рассмотрена возможность внедрения приложения «Охота на риски» в систему самоконтроля и управление рисками в охране труда на предприятии АПК.

Abstract. The article considers the possibility of implementing the Risk Hunting application into the system of self-monitoring and risk management in labor protection at an agricultural enterprise.

Ключевые слова: приложения «Охота на риски», самоконтроль, охрана труда, безопасность труда.

Keywords: Risk Hunting applications, self-monitoring, occupational health and safety, occupational safety.

Одним из фундаментальных механизмов предотвращения нарушений правил безопасности в процессе трудовой деятельности является самоконтроль. Именно с помощью самоконтроля человек проверяет адекватность своего поведения, правильность поступков, совершает корректирующие действия. Особенно большое значение придается самоконтролю при работе человека со сложным технологическим оборудованием, управлении автоматизированными комплексами. При этом значение самоконтроля не ограничивается лишь обеспечением безопасности и безаварийности труда. Без него немыслимо достижение требуемого уровня производительности труда, качественных показателей продукции и процессов.

Самоконтроль и управление рисками в охране труда на предприятии АПК – это важные элементы системы обеспечения безопасности работников и предотвращения несчастных случаев и профессиональных заболеваний. Рассмотрим основные аспекты этих процессов.

Самоконтроль – это процесс самостоятельной проверки и оценки соблюдения требований охраны труда работниками и руководителями на всех уровнях предприятия. Цель самоконтроля – своевременное выявление нарушений, предупреждение аварийных ситуаций и создание безопасных условий труда [1].

Основные задачи самоконтроля:

– проверка соблюдения правил и норм охраны труда;

– контроль использования средств индивидуальной защиты (СИЗ);

– оценка состояния рабочих мест;

– выявление потенциально опасных факторов;

– документирование результатов проверок.

Методы самоконтроля:

– визуальный осмотр рабочих мест;

– анкетирование, опрос работников и фиксирование рисков с помощью приложения «Охота на риски»;

– анализ отчетов о происшествиях и несчастных случаях;

– проведение инструктажей и тренингов.

Управление рисками – систематический процесс идентификации, оценки, контроля и минимизации рисков, связанных с охраной труда.

Этапы управления рисками:

1. Идентификация рисков – выявление опасных факторов на рабочих местах (механические, химические, биологические, психофизиологические и др.).

2. Оценка рисков – определение вероятности возникновения опасного события и степени его последствий.

3. Разработка мер по снижению рисков – технические, организационные, санитарно-гигиенические меры.

4. Внедрение мер контроля и самоконтроля– применение средств защиты, изменение технологических процессов, обучение персонала.

5. Мониторинг и пересмотр рисков – регулярный контроль эффективности принятых мер и корректировка при необходимости.

Практическое использование новых информационных технологий по обеспечению безопасности при профессиональной деятельности позволяет по-новому взглянуть на управление охраной труда, повысить культуру безопасности труда.

Приложение «Охота на риски» позволяет фотографировать риски: ситуации и места, где что-то может пойти не так. Фотографии загружаются в систему и обрабатываются риск-менеджерами. С помощью приложения «Охота на риски» можно сделать свое подразделение безопасным. Приложение «Охота на риски» может стать эффективным инструментом для повышения уровня безопасности на предприятии и вовлечения работников в процесс управления рисками [2].

Задачи, которые можно решить с помощью приложения «Охота на риски»:

1. Максимально вовлечь работника организации:

– создание пользовательского интерфейса: разработка интуитивно понятного и доступного интерфейса, который позволит работникам легко взаимодействовать с приложением;

– геймификация процесса: внедрение игровых элементов (баллы, уровни, награды) для повышения интереса работников к выявлению рисков;

– обратная связь: возможность оставлять комментарии и предложения по улучшению условий труда, что позволит работникам чувствовать свою значимость и вовлеченность.

2. Облегчить процесс обнаружения, обработки рисков и управления ими:

– инструменты для быстрого выявления рисков: внедрение функций для простого и быстрого сообщения о выявленных рисках (фото, текстовые описания);

– автоматизация обработки заявок: создание системы автоматического распределения задач по обработке выявленных рисков между ответственными лицами;

– аналитика и отчеты: генерация отчетов о выявленных рисках, их статусе и принятых мерах, что позволит руководству оперативно реагировать на проблемы.

3. Создать систему устойчивой мотивации работников к выявлению рисков:

– система вознаграждений: разработка программы поощрения работников за активное участие в выявлении и устранении рисков (например, премии или дополнительные дни отдыха);

– обучение и развитие: предоставление доступа к обучающим материалам по охране труда и управлению рисками, что повысит уровень знаний работников;

– регулярные мероприятия: организация конкурсов или акций по безопасности труда с использованием приложения для создания здоровой конкуренции среди сотрудников.

Дополнительные функции приложения:

– интерактивные карты рисков: визуализация местоположения выявленных рисков на территории предприятия;

– календарь мероприятий: уведомления о предстоящих обучениях, инструктажах и других мероприятиях по охране труда;

– функция обратной связи: возможность работникам оставлять отзывы о проведенных мероприятиях и предложениях по улучшению системы охраны труда.

Внедрение приложения «Охота на риски» в систему самоконтроля и управление рисками в охране труда на предприятии АПК может значительно повысить уровень безопасности за счет вовлечения работников в процесс управления рисками. Эффективная реализация указанных задач поможет создать культуру безопасности, где каждый сотрудник будет чувствовать свою ответственность за сохранение здоровья и жизни как своих коллег, так и себя.

Список использованной литературы

1. О важности самоконтроля в сельскохозяйственной отрасли / В. П. Аноничев, Е. С. Андрухович, Г. И. Белохвостов, Т. В. Севастюк, Е. В. Шелегова // Обеспечение безопасности на современном этапе развития общества: материалы республиканской студенческой научно-практической конференции, Горки, 21–22 апреля 2022 г. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 3–4.

2. Кабанов, П. Е. Максимально вовлечь работников в процесс управления рисками – повысить культуру безопасностию / П. Е. Кабанов // Охрана труда. Технологии безопасности – 2024. – № 1. – С. 13–14.

3. Об охране труда: Закон Республики Беларусь, 23 июня 2008 г., № 356-З: в ред. Закона Республики Беларусь от 18.12.2019 // КонсультантПлюс: Беларусь [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр». – Минск, 2022.

4. Трудовой кодекс Республики Беларусь: 26.07.1999 № 296-З: принят Палатой представителей 8 июня 1999 г.: в ред. Закона от 08.07.2024 // КонсультантПлюс: Беларусь [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр». – Минск, 2025.

5. Об утверждении Инструкции о порядке обучения, стажировки, инструктажа и проверки знаний, работающих по вопросам охраны труда: постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь, 28 ноября 2008 г. № 175: в ред. постановления от 29.05.2020 // КонсультантПлюс: Беларусь [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр». – Минск, 2025.

6. Об утверждении Инструкции о порядке осуществления контроля за соблюдением работниками требований по охране руда в организации и структурных подразделениях: постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь, 15 мая 2020 г. № 51: в ред. постановления от 20.09.2024 // КонсультантПлюс: Беларусь [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр». – Минск, 2022.

7. Семчин, В. П. О самоконтроле за соблюдением требований по охране труда / В. П. Семчин // Охрана труда. – 2021. – № 12. – С. 21–28.

Summary. The implementation of the mobile application "Risk Hunting" in the system of self-monitoring and risk management in labor protection at an agricultural enterprise can significantly increase the level of safety.

УДК 338.242

Карпович А.М., старший преподаватель
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ПРЕДПРИЯТИЕ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА КАК ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА

Аннотация. В данной статье рассмотрены проблемы создания предприятий замкнутого цикла на современном этапе развития. Отмечены основные проблемы, возникающие при формировании этих технологических процессов.

Abstract. This article examines the problems of creating closed-loop enterprises at the current stage of development. The main problems that arise during the formation of these technological processes are noted.

Ключевые слова. Замкнутый цикл, экологическое благополучие, производство, загрязнение, вредные выбросы.
Keywords. Closed loop, environmental sustainability, production, pollution, harmful emissions.

Современное общество одним из своих важнейших базисов имеет стремление на создание экологически безопасной среды. Постоянно растущий уровень благосостояния требует соответствующего роста добычи и потребления ресурсов. Одновременно с этим, повышение длительности жизни приводит к увеличению требований к качеству жизненной среды. Оба эти процесса создают противоречивую ситуацию. Рост промышленности сопровождается увеличением негативного влияния на окружающую среду, качество которой при этом должно расти.

Благодаря запросу на улучшение экологического благополучия, широкое развитие получили технологии, направленные на улучшение качества окружающей среды. Нормирование вредных выбросов от промышленных предприятий, устанавливает минимальное загрязнение окружающей среды, которое не окажет негативного влияния на живые организмы. С каждым годом уровень контроля за вредными выбросами, а также предельные концентрации выбросов, становятся все более жесткими [3].

Запрос на формирование “зеленой промышленности”, которая оказывает минимальное воздействие на окружающую среду, приводит к появлению специфических технологий и технологических процессов. Одним из таких запросов является формирование так называемого «замкнутого цикла» и разработка предприятий, работающих по этой технологии.

Технология замкнутого цикла представляет собой цикл, который полностью основан на использовании возобновляемых ресурсов. В отличие от классического производства, обоснованного на потреблении ресурсов с сопровождающимися выбросами вредных веществ, здесь в основе лежит использование возобновляемых источников энергии и ресурсов [5].

Эта технология является составной частью Четвертой промышленной революции, которая значительно повышает рациональность использования доступных для человечества ресурсов, а также улучшает экологическое благополучие среды.

Современные предприятия в большинстве своем работают по линейной или «незамкнутой» модели производства. Вторичное использование отходов является второстепенной задачей, несмотря на значительный потенциал их повторного использования.

Несмотря на все вышесказанное, предприятия замкнутого цикла несут одновременно с положительным и некоторую негативную составляющую.

Рассмотрим основные проблемы, которые встречаются при формировании хотя бы отдельного предприятия с замкнутым циклом, не говоря уже обо все отрасли или экономике в целом.

Первой проблемой является то, что каждое предприятие в своей работе использует внешние источники ресурсов для производства конкретного вида продукции, что сопровождается формирование конкретных вредных выбросов. Промышленность не может просто взять и исключить выпуск конкретного предмета, даже не смотря на формируемое при этом загрязнение. Ведь эта продукция может быть критически важной в других производства и их замена невозможна.

Изменения выпускаемой продукции требует значительных изменений с потребностями общества, что является достаточно сложной задачей. Теоретически, можно произвести новый вид продукции, который будет давать меньше выбросов, но его стоимость может полностью перечеркнуть получаемые преимущества.

Теоретически можно осуществить сбор всех видов загрязнения, но останется вопрос их дальнейшего использования. Дальнейшее складирование нецелесообразно, так как будет потенциально опасно для окружающей среды в случае чрезвычайных ситуаций. Одновременно с этим необходимо будет тратить определенное количество финансов на само хранение.

Перспективным является использование вредных веществ в различных производствах, требующих эти вещества. Вместе с тем здесь возникает вопрос транспортировки этих веществ к конкретному месту использования. Следствием этого является рост различных перевозок, которые также несут негативное воздействие на окружающую среду. Стоит отметить, что процесс транспортировки необходимых для работы ресурсов также несет негативное воздействие на окружающую среду [2].

В отдельных случаях возникает идея вторичного использования отходов прямо в месте их производства, однако данное решение, как показывает практика, несет лишь формирование комплекса проблем. Здесь необходимо упомянуть, что количество отходов обычно недостаточно, чтобы разворачивать достаточно успешное производство по их утилизации. Попытка сформировать на предприятии подразделения по утилизации отходов приводит к росту финансового бремени, а также требует значительных изменений в технологических процессах. Ведь количество этих отходов может быть ниже рентабельности их использования.

Попытка восстановления имеющихся ресурсов для повторного их использования может требовать сложных химических преобразований. Вторичное использование материалов в других производствах позволяет уменьшить негативное воздействие на окружающую среду. Однако, невозможно даже теоретическое создание производства, которое будет использовать все создаваемые отходы.

Современная экономика представляет собой систему различных предприятий, которые работают на различном оборудовании и по различным

технологиям. Даже в самых развитых странах, высокотехнологическое производство может соседствовать с теми, которые работают на оборудовании вековой давности, что приводит к соответствующему воздействию на окружающую среду. Проблемой производств, построенных на предыдущих технологиях, является то, что их реконструкция и внедрение современных технологий является зачастую невыполнимой задачей с точки зрения финансов. Фактически, более простым способом является построение нового производства на новых территориях с соответствующим переобучением персонала [1].

Основой предприятия замкнутого цикла являются возобновляемые источники энергии. Современная альтернативная энергетика позволяет получать энергию, используемую в различных производствах. Однако, альтернативная энергия, несмотря на экологическое благополучие несут и широкий ворох проблем.

Главной проблемой является утилизация используемых устройств. Солнечные панели и лопасти ветряков, а также иные агрегаты выполняются из очень специфических материалов. Эти материалы устойчивы к природному воздействию и требуют специальных технологий для их утилизации, что сопровождается большим шлейфом вредных выбросов.

Здесь стоит отметить, что производство этих агрегатов также не является экологически «чистым». Добыча редкоземельных металлов, производство пластмасс всегда сопровождается негативным воздействием на окружающую среду.

Негативную составляющую альтернативных источников энергии можно было бы считать незначительным фактором, если их влияние суммарно меньше чем аналогичные традиционные технологии. Однако, массовое внедрение альтернативных источников энергии показало наличие недостатков, которые ставят под вопрос само использование их в значительном масштабе [4].

Практика многих европейских сран показала, что альтернативные источники энергии при их массовом использовании должны быть не единственным массовым источником энергии. Природные условия, являющиеся источником генерации энергии, несмотря на свое постоянство во многих местах имеют минимумы и максимумы. Скачок или падение количество производимой энергии может привести к значительным проблемам в распределяющих сетях.

За последнее десятилетие известно достаточно фактов нарушения нормальной работы распределяющих сетей, которые используют альтернативные источники генерации в значительном объеме. Практика показывает, что альтернативные технологии на современном этапе развития науки и техники может нормально существовать только при равнозначном

использовании традиционных источников генерации. Как только альтернативные источники становятся массовыми и не могут быть поддержаны традиционными аналогами, любое аномальное природное явление приводит к обрушению работы сетей [3, 5].

Опираясь на современные технологии, предприятие “замкнутого цикла” может существовать лишь с некоторыми оговорками. Использование альтернативных и традиционных источников энергии, наличие загрязнения окружающей среды, которое меньше чем традиционные производства и многое другое. Перспективные технологии позволяют надеяться на появление более экологически благополучных производств, но при этом всегда неоьбходимо их рассматривать с различных точке зрения. Ведь ранее многие “перспективные” технологии также считались абсалютно безопасными, но через некоторое время обнаружился их вред.

Список использованной литературы

1. Боева, О. С. Формирование экономики замкнутого цикла в сфере обращения с отходами: необходимость и перспективы / под общей редакцией О. М. Дюжиловой, Г.Г. Скворцовой. Экономика и управление предприятиями, отраслями, комплексами на современном этапе глобализации: Сборник научных трудов V Международной научно практической конференции. В 2-х частях. 2020. С. 102–106.

2. Дорохина, Е. Ю. Замкнутый цикл как форма хозяйствования в рамках промышленной экологии // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 8-5. С. 772–776;

3. Карпович, А. М. Альтернативная энергетика как проблема обеспечения безопасности региона / А. М. Карпович // Комплексные проблемы техносферной безопасности. Научный и практический подходы к развитию и реализации технологий безопасности: сборник статей по материалам XVII Международной научно-практической конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2021. – С. 141–146.

4. Ратнер, С. В. Циркулярная экономика: теоретические основы и практические приложения в области региональной экономики и управления // Инновации. - 2018. – № 9(239).

5. Череповицын А. Е., Лебедев А. П. Возможности использования технологий замкнутого цикла в нефтегазовом комплексе // Вопросы инновационной экономики. – 2022. – Т. 12. – № 2. – С. 1185–1198.

Summary. Based on modern technologies, a “closed-loop” enterprise can exist only with some reservations. The use of alternative and traditional energy sources, the presence of environmental pollution, which is less than traditional production, and much more. Promising technologies allow us to hope for the emergence of more environmentally friendly industries, but at the same time it is always necessary to consider them from different points of view. After all, previously many “promising” technologies were also considered absolutely safe, but after a while their harm was discovered.

УДК 331.45

Корчик С.А., старший преподаватель;
Молош Т.В., кандидат технических наук, доцент;
Чижик М.В., студент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ФОРМИРОВАНИЕ КОРПОРАТИВНОЙ КУЛЬТУРЫ КАК ЭЛЕМЕНТА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА

Аннотация. Современная система управления охраной труда является одним из ключевых элементов эффективного функционирования предприятия. В условиях динамичного развития технологий, увеличения сложности производственных процессов и ужесточения нормативных требований вопрос обеспечения безопасности труда становится всё более актуальным. Создание безопасной рабочей среды, где здоровье и благополучие сотрудников являются приоритетом, требует от руководства предприятия не только соблюдения обязательных стандартов, но и внедрения инновационных подходов к управлению охраной труда.

Abstract. The modern system of management of labor protection is one of the key elements of effective functioning of the enterprise. With the dynamic development of technology, increasing complexity of production processes and stricter regulatory requirements, the issue of safety at work is becoming increasingly relevant. Creating a safe work environment where the health and well-being of employees is a priority requires the management of the company not only to comply with mandatory standards, but also to implement innovative approaches to safety management.

Ключевые слова. Система управления охраной труда, безопасность, корпоративная культура, риски, охрана труда.

Keywords. Management system of labor safety, security, corporate culture, risks, labor protection.

Современные подходы к управлению охраной труда в организациях всё чаще акцентируют внимание не только на технических и нормативных аспектах, но и на человеческом факторе. Одним из ключевых элементов, способствующих эффективному функционированию системы охраны труда, становится корпоративная культура.

В условиях ускоренного технологического прогресса ключевыми аспектами повышения безопасности труда являются систематизация процессов управления рисками, внедрение инноваций и оптимизация культуры безопасности. Компании сталкиваются с необходимостью интеграции новых подходов, чтобы минимизировать влияние человеческого фактора и повысить эффективность системы охраны труда [1].

В организациях с развитой культурой безопасности сотрудники:

- осознают риски и действуют на упреждение;
- активно участвуют в мерах по улучшению условий труда;
- не боятся сообщать о нарушениях и предлагать улучшения.

Одной из основополагающих практик является анализ рисков. Наиболее результативными инструментами являются методологии HAZOP и FMEA, которые позволяют не только выявить критически опасные точки, но и составить прогноз возможных негативных последствий. Эти инструменты дополняются современной концепцией Bow-Tie, объединяющей анализ первопричин и возможных последствий. Введение системы автоматизированного анализа, основанной на алгоритмах искусственного интеллекта, значительно сокращает время на выявление угроз и увеличивает точность оценки.

Инновационные технологии играют неоценимую роль в модернизации системы управления охраной труда. Использование датчиков интернета вещей (IoT) позволяет в реальном времени отслеживать параметры среды: температуру, уровень шума, вибрации, концентрацию токсичных веществ. Примером успешного применения является автоматизированная система сигнализации, мгновенно предупреждающая сотрудников и руководство о превышении допустимых норм. Интеграция искусственного интеллекта в мониторинговые системы обеспечивает адаптацию решений к изменяющимся условиям и прогнозирование аварийных ситуаций. Инновационные технологии виртуальной и дополненной реальности трансформируют процесс обучения персонала. Безопасные симуляционные среды позволяют сотрудникам приобретать практический опыт, значительно повышая их профессиональный уровень.

Обучение и развитие персонала остаются важнейшими элементами системы охраны труда. Здесь ключевую роль играют регулярные тренировки, семинары и курсы повышения квалификации. Современные программы обучения включают не только традиционные лекционные занятия, но и практические сценарии, в которых моделируются реальные угрозы. Модульные программы, дополненные электронными обучающими платформами, позволяют адаптировать обучение под конкретные производственные условия. [2]

Культура безопасности является стратегической задачей для предприятия. Создание эффективной системы охраны труда немыслимо без активного участия руководства, которое обязано личным примером демонстрировать свою заинтересованность в вопросах безопасности. Одним из эффективных подходов является внедрение системы мотивации сотрудников, включая бонусы за выполнение норм безопасности, а также признание достижений в области охраны труда. Построение доверительной среды, где сотрудники могут свободно сообщать о потенциальных угрозах, способствует повышению прозрачности процессов и их дальнейшему улучшению.

Формирование культуры безопасности способствует:

– снижению травматизма и профессиональных заболеваний;

– повышению производительности труда за счёт уверенности в безопасной рабочей среде;

– укреплению репутации компании среди партнёров и соискателей.

Корпоративная культура становится своеобразным внутренним регулятором, который работает даже вне зависимости от внешнего контроля или давления со стороны надзорных органов.

Формирование корпоративной культуры в области охраны труда возможно только при системном подходе. Среди ключевых мероприятий:

1) лидерство и пример руководства – руководители всех уровней должны демонстрировать личную приверженность вопросам охраны труда;

2) обучение и информирование персонала – регулярные тренинги, инструктажи, обучение стандартам и правилам безопасности;

3) обратная связь и вовлечение сотрудников – вовлечение работников в процесс принятия решений, касающихся охраны труда, проведение опросов и обсуждений;

4) мотивация и признание – поощрение безопасного поведения, признание достижений в области охраны труда;

5) системный анализ инцидентов – не наказание, а выявление причин и предотвращение повторения ситуаций.

Корпоративная культура – это не просто дополнение к системе управления охраной труда, а её основа. Без изменения отношения людей к вопросам безопасности невозможно построить по-настоящему устойчивую и эффективную систему. Формируя культуру охраны труда, организация инвестирует в здоровье, благополучие и стабильность своего будущего.

Цифровизация управления охраной труда предоставляет организациям возможности интеграции всех процессов в единую систему. Такие платформы позволяют вести учет данных о происшествиях, анализировать показатели безопасности и оптимизировать процессы на основе полученных выводов. Внедрение дашбордов, на которых в реальном времени отображаются ключевые параметры, облегчает работу ответственных за охрану труда специалистов и ускоряет принятие управленческих решений [3].

Особое внимание следует уделять профилактике профессиональных заболеваний. Системы медицинского мониторинга в реальном времени, внедрение программ раннего выявления и устранения профессиональных рисков помогают не только предотвратить проблемы со здоровьем работников, но и уменьшить финансовые потери от временной нетрудоспособности сотрудников.

Таким образом, повышение безопасности труда требует комплексного подхода, сочетающего современные технологии, системный анализ, обучение персонала и развитие культуры безопасности. Постоянное совершенствование процессов управления охраной труда становится стратегической задачей, от которой напрямую зависит не только благополучие сотрудников, но и успешность деятельности организации.

Формирование корпоративной культуры, где охрана труда становится приоритетным направлением, требует долгосрочной стратегии, включающей мотивацию персонала, развитие доверительных коммуникаций и

активное участие руководства. Подход, основанный на интеграции технологий, обучении и ответственности, позволяет создать рабочую среду, в которой здоровье и безопасность сотрудников являются главными ценностями. Только такой комплексный подход обеспечит устойчивое развитие предприятия в условиях растущей сложности производственных процессов и высоких требований к эффективности.

Список использованной литературы

1. СТБ ISO 45001-2020– Международный стандарт системы управления охраной труда.

2. Хайруллина Л.И., Тучкова О.А., Гадельшина Д.Н. Культура безопасности производства: важнейший элемент системы управления охраной труда // Электронный научный журнал «Век качества». 2021. №4. С. 185–199. Режим доступа: http://www.agequal.ru/pdf/2021/421010.pdf

3. Акимов В. А., Дурнев Р. А. Культура безопасности жизнедеятельности как системообразующий фактор снижения рисков чрезвычайных ситуаций в современных условиях // Технологии гражданской безопасности – 2018 – С. 26–30. Аюбов Э. Н., Новиков О. Н., Лукьянович А. В., Пашков в А. А. Формирование культуры безопасности жизнедеятельности населения: основные аспекты и перспективы // Технологии гражданской безопасности – 2016 – № 4 – С. 26–31.

Summary. Thus, improving safety at work requires a comprehensive approach combining modern technologies, systems analysis, staff training and the development of a safety culture. Continuous improvement of the processes of management of work safety becomes a strategic task, on which not only the well-being of employees, but also the success of the organization directly depends.

УДК 628.5:637.6

Жаркова Н.Н., старший преподаватель

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ГИГИЕНЫ СОДЕРЖАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПТИЦЫ

Аннотация: в статье отражена суть гигиены содержания сельскохозяйственной птицы.

Summary: the article reflects the essence of poultry hygiene.

Ключевые слова: птицеводство, гигиена, микроклимат, микроорганизмы, обеззараживание.

Key words: poultry farming, hygiene, microclimate, microorganisms, disinfection.

Увеличение производства продукции и насыщение рынка мясом птицы, яйцами возможно, если строго соблюдаются зоогигиенические правила ведения птицеводства. Эффективность птицеводства зависит от функ-

ционирования всех звеньев технологического процесса получения продукции на предприятиях отрасли [1]. Ухудшение зоогигиенических параметров в помещениях для птицы и увеличение бактериальной контаминации воздуха оказывает отрицательное влияние на здоровье птицы. Большая концентрация птиц на ограниченных площадях, низкий уровень санитарной культуры, несвоевременная организация и проведение ветеринарно-санитарных и профилактических действий формируют в воздушной среде популяции микроорганизмов. По мнению ученых, специалистов животноводства и технологов, продуктивность животных на 50...60 % определяется кормами, на 15...20 % – уходом и на 10...30 % – микроклиматом в животноводческом помещении [2]. Один из важных звеньев этого процесса – микроклимат птицеводческих помещений. Если обеспечивается оптимальный микроклимат в птичниках, то повышается сохранность поголовья птицы и её продуктивность. Отклонение параметров микроклимата от установленных оптимальных пределов приводит к сокращению прироста живой массы на 20...35 %, увеличению отхода молодняка до 5...40 %, уменьшению яйценоскости кур – на 30...35 %, расходу дополнительного количества кормов, сокращению срока службы оборудования, машин и самих зданий, снижению устойчивости животных к заболеваниям, негативно влияет на обслуживающий персонал.

Степень общей микробной обсемененности помещений в значительной мере зависит от регулярности механической очистки, дезинфекции, а также организации профилактического перерыва. По данным О.М. Леесмент [3], на крупных птицефабриках было продиагностировано до 25 инфекций. Против многих из них не было эффективных вакцин. Основная часть заболеваний, встречающихся в промышленном птицеводстве, передается восприимчивому организму аэрогенным путем. Наиболее быстрое аэрогенное распространение инфекции происходит в многоэтажных птичниках, так как многоточечный выброс отработанного воздуха приводит к поступлению в цеха из внешней среды и смежно расположенных этажей «грязных воздушных масс». Наличие в воздухе представителей патогенной микрофлоры говорит о неблагополучном его состоянии в санитарном отношении. Особое значение – это обстоятельство приобретает при промышленном ведении птицеводства. О допустимых нормативах содержания микрофлоры в птичниках до настоящего времени нет единого мнения. О санитарно-гигиенической чистоте воздуха птичников принято судить по результатам микробиологического анализа. Показатель общей бактериальной обсемененности микроорганизмов в 1 $м^3$ воздуха помещений используют как количественную характеристику [4]. Допустимой микробной контаминацией воздуха в помещении для кур считает 220 000 КОЕ/$м^3$(колониеобразующих единиц), для цыплят 1–30 суточного возрас-

та – до 120 000, 31–60 дневного – до 150 000, 61–150 дневного – до 180 000 КОЕ/м^3. Исследования, проведенные [5], показали, что в реальности общая бактериальная загрязненность воздуха птичников выше названных цифр в 11–18 раз. Особенно высокий уровень загрязненности воздушной среды помещений отмечается к концу срока выращивания бройлеров – до 18 840 тыс. клеток на 1 м^3.

При строительстве птицефабрик и птицеферм должны строго соблюдаться требования по охране предприятий от заноса инфекции. Территория птицеводческих предприятий включает секторы: производственный – предназначается для содержания птицы и инкубации яиц, и административно-хозяйственный. На специализированных комплексах птицу размещают по зонам: маточное стадо, инкубаторий и ремонтный молодняк; промышленное стадо, включающее кур-несушек или молодняк, выращиваемый на мясо. Для дезинфекции транспорта перед въездом в хозяйство во всю ширину ворот устраивают кювет с дезраствором и ветсанпропускник, в проходной обязательны дезковрики. [6]

В птицеводстве применяют напольную и клеточную системы содержания. При напольной системе птицу содержат в помещениях на полу с использованием глубокой подстилки, а также на сетчатых или планчатых полах. Клеточную систему содержания применяют на крупных птицефермах и птицефабриках.

Помещения для размещения птицы должны быть достаточно просторными, светлыми, теплыми, сухими и чистыми, с бесперебойно действующей вентиляцией, а также хорошо оборудованными гнездами, кормушками, поилками, насестами и пр. Перед комплектованием стада проводят ветеринарно-санитарную обработку птицы. В стадо отбирают хорошо развитую и здоровую птицу. При содержании кур на глубокой подстилке ее меняют 1-2 раза в год. Влажность подстилки не должна превышать 20–25 %. При более высокой влажности в ней замедляются микробиологические процессы, самонагревание становится слабее и повышается влажность воздуха в помещении. Чтобы предотвратить это, подстилку рыхлят на всю глубину и добавляют в нее известь–пушонку из расчета 0,3-0,5 кг на 1м^2 пола. При работе с известью птицу удаляют из помещения. При клеточном содержании кур-несушек используют металлические клетки, установленные в 4-5 ярусов и оборудованные поилками и кормушками. Помет кур проваливается через сетчатый пол клетки на пометную площадку под каждым ярусом или на постоянно движущуюся транспортерную ленту. Помет удаляют из-под клеток и собирают в приемниках за пределами помещения. Снесенные курами яйца выкатываются по наклонному полу за пределы клеток в особый желоб, откуда их забирают операторы. При клеточном содержании срок хозяйственного использования кур составляет 12 мес.

Рассматривая гигиену выращивания молодняка, можно отметить, что первые два месяца цыплят выращивают, применяя или напольный способ в типовом птичнике (цыплятнике) или в цехах с клеточным содержанием. Типовые цыплятники – это широкогабаритные помещения, которые разделяют по полу на секции ограждениями. Внутри ограждения могут стоять кормушки и поилки, и там же подвешивают брудеры (электрические обогреватели). Под каждым обогревателем может собираться 400-500 цыплят. Когда цыплята подрастают, обогреватель поднимают выше или, используя реле, постепенно снижают температуру воздуха с 35-34 ºС в первые сутки и до 22-20 ºС к концу первого месяца. Широкогабаритный птичник вмещает около 20 тыс. голов. В первый месяц выращивания на 1м^2 пола приходится 26, а во второй – 16 цыплят. Доращивают молодняк с 2-месячного возраста на глубокой подстилке, сетчатых, планчатых полах или в клетках. Плотность посадки цыплят на 1 м^2 пола составляет: в возрасте 61–150 дней – 9 голов, 151–180 дней – 5,5 голов. Для ремонтного молодняка старше 60 дней устраивают насесты на высоте 50-60 см от пола, выдерживают температуру воздуха в помещениях в пределах от 16 до 18 ºС. При выращивании цыплят в клетках применяют клеточные батареи до 5 ярусов. Батареи имеют электрообогрев, систему водоснабжения, кормления, уборки помета. Клетки делают определенных размеров для каждого возраста цыплят. При выращивании молодняка должен отсутствовать шум, входить в помещение запрещается посторонним лицам. В соответствии с зоотехническими нормами должно бесперебойно проходить кормление и поение птицы. Когда партию молодняка переводят в основное стадо, перед посадкой очередной партии цыплят в клетки, обязательно устраивают санитарный перерыв не менее 10 дней, а при напольном содержании профилактический перерыв составляет 14 дней. [7]

Рассматривая гигиену выращивания цыплят-бройлеров, следует отметить что мясные цыплята в возрасте 40-45 дней весят больше 1,5 кг. Выращивают их при напольной и клеточной системах содержания. Для цыплят в возрасте от 30 дней круглосуточно работает принудительная вентиляция, обеспечивающая 14-кратный воздухообмен, подается 2,6м^3 воздуха в 1 ч на 1 кг массы птицы. При выращивании бройлеров в первые 20 дней поддерживают круглосуточное освещение, в возрасте 20–40 дней и до окончания периода откорма – на уровне 17 часов. После завершения процесса выращивания пол и стены очищают от помета, из помещения убирают подстилку и инвентарь, затем 2–3% раствором формальдегида с помощью дезинфекционных установок все моют и дезинфицируют, расходуя на 1 м^2 пола 1 л раствора, а на 1м^2 стен и потолка – 0,5 л. Кормушки, поилки и брудеры во время очистки и дезинфекции помещения не разбирают. После дезинфекции в помещении открывают окна, двери, включают

вентиляцию и проветривают и просушивают в течение двух суток, в случае необходимости проводят дезинсекцию. Перед входом в каждый птичник устанавливают дезбарьер.

Таким образом, санация производственных зон для содержания и выращивания птицы, оборудования и подсобных помещений является важной составной частью общего технологического процесса функционирования любого птицеводческого хозяйства, что непосредственно связано с состоянием здоровья птицы и ее продуктивностью.

Список использованной литературы

1. Фисинин В.И. Птицеводство России – стратегия инновационного развития. М., 2009: ВНИТИП, РАСХН, 148 с.

2. Самарин, Г. Н. Управление средой обитания сельскохозяйственных животных и птицы (монография) / Г. Н. Самарин. – Великие Луки: ВГСХА, 2008. – 215 с.

3. Леесмент, О. М. Предупреждение заболеваний птиц. – М.: Колос, 1970. – 96 с.

4. Кузнецов, А. Ф. Гигиена содержания животных: Справочник. 2-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2004. – 640 с.

5. Черник, М. И. Микробная обсемененность поверхностей и воздуха птичников//Птицеводство Беларуси – 2008. – № 2. – С. 13–16.

6. Санитарно-гигиеническая оценка микроклимата животноводческих и птицеводческих помещений: учеб.пособие / Новосибирский государственный аграрный университет. Биологотехнолог.фак.; сост.: А. А. Пермяков, А. Г. Незавитин, Л. А. Литвина. – 4-е изд. перераб.и доп. – Новосибирск : ИЦ «Золотой колос», 2016. – 188с.

7. Ромашев К.М. Ветеринарно-санитарные мероприятия в хозяйствующиж субъектах [Электронный ресурс]/ К. М. Ромашев. – Электрон. текстовые данные. – Алматы: Нур- Принт, 2013–235 с.

Summary. The rehabilitation of production areas for keeping and raising poultry, equipment and utility rooms is an integral part of the overall technological process of the functioning of the poultry farm and has a significant impact on the health of poultry and its productivity.

УДК 331.452

Корчик С.А., старший преподаватель;
Шелегова Е.В., магистрант; **Катушёнок И.А.,** студент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА РАБОТНИКОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ВНЕДРЕНИЕМ ПОВЕДЕНЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация. В статье рассматривается внедрение концепции поведенческой безопасности как одного из эффективных подходов к снижению производственно-

го травматизма в сельском хозяйстве. Проанализированы особенности травмоопасного поведения работников аграрного сектора, определены ключевые элементы поведенческих программ, описан алгоритм внедрения поведенческого аудита на предприятиях АПК. Сделан вывод о высокой эффективности формирования культуры безопасного поведения как долгосрочного инструмента управления профессиональными рисками.

Abstract. The article considers the introduction of the concept of behavioral safety as one of the effective approaches to reduce occupational injuries in agriculture. The characteristics of traumatic behavior of workers in the agricultural sector were analyzed, key elements of behavioral programs were defined and an algorithm for implementing behavioral audit at APK enterprises was described. The conclusion was drawn that the formation of a culture of safe behavior as a long-term tool for professional risk management is highly effective.

Ключевые слова. Поведенческая безопасность, охрана труда, сельское хозяйство, производственный травматизм, поведенческий аудит, культура безопасности.

Keywords. Behavioral safety, occupational safety, agriculture, industrial injuries, behavioral audit, safety culture.

Сельское хозяйство традиционно относится к числу отраслей с повышенным уровнем профессиональных рисков. Несмотря на развитие технологий и механизации, значительная часть несчастных случаев происходит по причине так называемого «человеческого фактора» – ошибочных или опасных действий самих работников. В этой связи важным направлением становится внедрение подходов поведенческой безопасности, направленных на формирование осознанного безопасного поведения и повышение уровня культуры охраны труда.

Несчастные случаи на производстве не являются предопределенными судьбой и не происходят случайно; за ними всегда стоят определенные причины, приводящие к трагическим или фатальным последствиям. По известной пирамиде Гейнриха, одному смертельному инциденту предшествуют более 10 серьезных травм, 30 случаев с материальным ущербом и 600 ситуаций, которые не привели к повреждениям или травмам. Как видно из этой статистики, на каждый зафиксированный инцидент приходится порядка 15 случаев небезопасных действий или условий, которые к несчастным случаям не привели. [1]

Основными причинами несчастных случаев в сельскохозяйственных организациях остаются:

- игнорирование инструкций и правил безопасности,
- работа без средств индивидуальной защиты (СИЗ),
- спешка при выполнении работ в условиях сезонного давления,
- низкий уровень осведомленности о рисках,
- отсутствие обратной связи между руководством и работниками.

Согласно данным Департамента государственной инспекции труда, до 80% всех несчастных случаев в АПК связаны с нарушениями безопасного поведения, а не с техническими отказами.

В современных организациях обеспечение безопасности труда является приоритетной задачей. Раньше преобладала модель жесткого контроля и наказаний за нарушения. Однако современные исследования демонстрируют, что наиболее эффективным методом предотвращения несчастных случаев является система безопасности, основанная на поведении.

Поведенческая безопасность (Behavior-Based Safety, BBS) – это системный подход к управлению охраной труда, основанный на наблюдении за поведением работников, идентификации опасных действий и формировании положительных привычек через обучение, мотивацию и обратную связь [2].

Существует четыре основных компонента влияющих на успешную реализацию программы поведенческой безопасности:

- наблюдение без осуждения;
- поощрение безопасного поведения;
- вовлеченность работников в процессы анализа;
- обратная связь по результатам наблюдений;
- постоянное улучшение.

BBS (Behavior-Based Safety) – это процесс, направленный на привлечение всех сотрудников к выявлению и изменению небезопасных моделей поведения с целью предотвращения несчастных случаев и травм на рабочем месте, а также оценки их личного вклада в происшествия. Основная задача программы BBS заключается в формировании у работников навыков безопасного поведения, а не в наказании за небезопасные действия. Современные методики обеспечения безопасности сосредоточены на подходах, способствующих развитию у сотрудников безопасного поведения, что может приводить к более устойчивым результатам.

Для внедрения концепции BBS в организациях АПК предлагаются следующие решения:

1. Анализ текущей ситуации – оценка уровня производственного травматизма, выявление типичных поведенческих нарушений.

2. Обучение наблюдателей – подготовка специалистов, способных проводить наблюдения и корректно фиксировать поведенческие индикаторы.

3. Разработка поведенческих чек-листов – составление списков ключевых наблюдаемых действий (например, использование СИЗ, соблюдение дистанции при работе с техникой и животными).

4. Полевые наблюдения – регулярные обходы на производственных участках с фиксацией безопасного и опасного поведения.

5. Обратная связь и обучение – проведение коротких разборов с коллективом, обучение альтернативным безопасным действиям.

6. Анализ и корректировка программы – регулярный анализ собранных данных, адаптация программ обучения. [4]

Успешная реализация программы, особенно в области безопасности, затруднена прежде всего необходимостью изменения мышления всех сотрудников, от рядовых до руководителей. Людям свойственно фокусироваться на недостатках, поэтому главная задача подхода, ориентированного на поведенческую безопасность, – это выявление и поощрение правильных, безопасных действий.

Тестовое внедрение подобных программ на сельскохозяйственных предприятиях России и Беларуси показало:

– снижение количества нарушений по охране труда до 40% в течение первого года;
– снижение уровня травматизма на 25–30%;
– рост вовлеченности работников в вопросы безопасности;
– повышение доверия между персоналом и руководством.

Кроме того, внедрение BBS способствует формированию позитивной культуры безопасности, когда каждый работник чувствует личную ответственность за свою безопасность и безопасность своих коллег.

Поведенческая безопасность представляет собой действенный инструмент повышения охраны труда в сельскохозяйственных организациях. Ее внедрение позволяет не только сократить травматизм, но и сформировать устойчивую культуру безопасного труда. Для сельского хозяйства, где человеческий фактор играет ключевую роль, это направление становится особенно актуальным и перспективным.

Список использованной литературы

1. Жук, И. В. Внедряем BBS-систему поведенческой безопасности / И. В. Жук // ОТТБ. – 2024. №6. – С 10–17.

2. Гуров В. А., Смирнова Е. В. "Поведенческая безопасность на производстве", Журнал "Безопасность труда в промышленности", 2021.

3. Reason J. "Human Error", Cambridge University Press, 1990.

4. Литвинов, С. М. "Поведение и травматизм: пути управления", Вестник охраны труда, 2020.

5. Шнейдер, К. "Культура безопасности: от концепции к практике", Переводная литература, 2019.

Summary. In recent decades, the world has learned to rethink approaches to security. Several studies have confirmed that the use of fines and penalties for violations not only does not reduce injuries, but can also aggravate the situation. Instead of creating a culture of security based on fear, it is more effective to create conditions for the development of safe behavior.

УДК 613

Бренч М.В., старший преподаватель;
Процко Л.Е., ассистент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

К ВОПРОСУ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОЦЕССА ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Аннотация. В Республике Беларусь проблема обеспечения населения доброкачественной питьевой водой в последние годы приобрела особую актуальность в связи с чрезмерным загрязнением водных объектов и источников водоснабжения. По результатам проведенного химического анализа воды установлено, что при использовании новой конструкции эжектора содержание железа в воде снижается до полного его удаления, а химический состав и концентрация полезных веществ остаются в допустимых пределах.

Abstract. In the Republic of Belarus, the problem of providing the population with benign drinking water in recent years has acquired particular relevance due to excessive pollution of water bodies and water sources. According to the results of the chemical analysis of water, it was found that when using the new design of the ejector, the iron content in the water decreases until it is completely removed, and the chemical composition and concentration of useful substances remain within acceptable limits.

Ключевые слова. Чистая вода, пресные воды, подземные воды, примеси, обезжелезивания подземных вод.

Keywords. Clean water, fresh water, groundwater, impurities, and iron removal of groundwater.

Проблема чистой воды и охрана водных ресурсов становится все более острыми по мере исторического развития общества, стремительно увеличивается влияние на природу, вызываемое научно-техническим прогрессом. Вода является исчерпаемым и потенциально возобновляемым природным ресурсом. Сегодня воды, пригодной для питья, промышленного производства и орошения, не хватает во многих районах мира. Но с развитием промышленности и ростом населения появилась необходимость гораздо тщательнее управлять водоснабжением, чтобы избежать вреда для здоровья человека и окружающей среды.

Пресные воды Белоруссии традиционно служат основным источником питьевого водоснабжения. Обычно для централизованных систем питьевого водоснабжения используются маломинерализованные, бактериально чистые, отвечающие требованиям стандартов на питьевую воду, артезианские воды, подаваемые потребителю без очистки. Проблема применения подземных водоисточников, вода которых по показателям качества не отвечает кондиции питьевой, возникает при отсутствии альтернативных

экономически приемлемых вариантов обеспечения населения водой дли питья. Причем она становится все более актуальной, поскольку сложившаяся за последние десятилетия во всем мире тенденция ухудшения качества источников питьевого водоснабжения в результате хозяйственной деятельности человека охватила не только поверхностные, но и более естественно защищенные – подземные воды.

Подземные воды – богатство нашей страны. Они обеспечивают белорусов жидкостью хорошего качества. Позволяют поддерживать достаточно высокий уровень жизни. При этом большинство людей даже не задумываются о том, как экономить воду. Получают чистую жидкость при первой необходимости безо всяких усилий. Всего в стране выявлено около 200 месторождений пресных вод, используется около двух третей из них. Они же обеспечивают жидкостью 89 городов нашей страны, множество крупных населенных пунктов, предприятий, хозяйств. Сегодня все районы нашей столицы берет воду именно из подземных источников. На хозяйственно-питьевые нужды расходуется около 70 % жидкости, добываемой в стране.

Казалось бы, подземные воды, т.е. воды, которые добываются из земных недр, должны быть идеально чистыми, никакие примеси содержаться в них не могут. Однако это, к сожалению, заблуждение. Какие примеси чаще всего находятся в подземных водах нашей страны? Это, прежде всего:

– железо (более чем из 70 % артезианских скважин страны получают воду, содержание железа в которой выше нормы, высокое содержание углекислоты препятствует переходу двухвалентного железа в трехвалентное и выпадению соединений железа в осадок. Согласно нормам содержание железа в воде хозяйственно-питьевых водопроводов, имеющих сооружения для улучшения качества воды не должно превышать 0,3 мг/л. Ещё более жесткие требования к содержанию железа в воде предъявляют отдельные пищевые производства);

– нитраты (следствие сельскохозяйственных и коммунально-бытовых выбросов, способны мигрировать на значительные расстояния);

– сульфаты (также следствие с/х и коммунально-бытовой деятельности, способствуют накоплению в воде сероводорода, дающего неприятный запах);

– соли жесткости (это соли магния и кальция, как раз те, благодаря которым образуется налет).

Все вышеперечисленные примеси, содержащиеся в подземных водах, способны нанести человеку серьезный вред. Так, железо имеет свойство накапливаться в организме, способствуют развитию самых различных заболеваний. Нитраты вызывают кислородное голодание практически всех человеческих органов, приводят к авитаминозу, нарушают работу

щитовидной железы. Пить, использовать в пищевых целях такую воду недопустимо.

Загрязняются подземные воды различными путями. Конечно же, сказывается и экологическая обстановка в целом, и наличие/отсутствие вблизи скважин поселений людей, производств, сельскохозяйственных угодий и хозяйств. Понятно, то все вышеперечисленное негативно сказывается на качестве жидкости. Нередко скважины, работающие долгие годы, приходится закрывать, запрещать их использование из-за большого количества примесей в них.

Очевидно, что необходимо уделять должное внимание существующей проблеме обезжелезивания подземных вод. Для этого нужно проводить мероприятия по оптимизации существующих процессов и технологий водоподготовки, а также разрабатывать новые направления в решении этих проблем.

Для подземных вод с высоким содержанием железа был разработан метод обезжелезивания воды с применением эжекционных аппаратов. Используется следующая схема обработки воды: вода, подлежащая обезжелезиванию, под напором насосов подается на эжектор, который является главным элементом схемы и устанавливается вертикально над загрузкой осветительных фильтров. Количество агрегатов и количество ступеней определяются экспериментально-расчетным методом в зависимости от качества исходной воды.

Суть метода состоит в беспрерывном дроблении капель воды в потоке эжектируемого воздуха до мелкодисперсного эффекта абсорбции кислорода с одновременным достижением высоких скоростей окисления двухвалентного железа в трехвалентное.

В подземных водах железо чаще всего встречается в растворённом состоянии в виде двууглекислого соединения $FeSO_4$. Метод обезжелезивания зависит от формы содержания железа в воде. В настоящее время применяют следующие методы обезжелезивания: безреагентный, осуществляемый путём аэрации, отстаивания и фильтрования; реагентный (коагулирование, хлорирование, известкование); метод катионного обмена, применяемый в том случае, если кроме обезжелезивания необходимо производить и умягчение воды; с помощью катализаторов. Правильно выбрать метод можно только пробным обезжелезиванием.

Важнейшим элементом процесса эжектирования является степень дробления капель воды. До настоящего времени не решен вопрос о влиянии геометрических характеристик эжектора на степень дробления. Это позволило бы рассчитать оптимальные линейные размеры эжектора, что в свою очередь способствовало бы увеличению эффективности процесса обезжелезивания воды.

Существующие конструкции эжекторов имеют существенные недостатки, основным из которых является расположение сопел не наклонно,

вследствие чего потоки активной среды движутся прямолинейно, не происходит их дополнительного закручивания и усиления действия друг друга, что приводит к ухудшению качества процесса смешения сред.

Нами предложена новая конструкция газожидкостного эжектора, отличительной особенностью которого является улучшение процесса смешения сред и, как следствие – повышение эффективности работы эжектора. Поставленная цель достигается тем, что в эжекторе, содержащем горловину, патрубок для подвода активной среды и коллектор с соплами, расположенными концентрично и наклонно к плоскости осевого сечения горловины, угол наклона каждого последующего сопла больше предыдущего, считая от сопла с минимальным углом наклона.

По результатам проведенного химического анализа воды установлено, что при использовании новой конструкции эжектора содержание железа в воде снижается до полного его удаления, а химический состав и концентрация полезных веществ остаются в допустимых пределах.

Список использованной литературы

1. Николадзе, Г. И. Обработка подземных вод для хозяйственно-питье-вых нужд//Водоснабжение и санитарная техника. – 1998, №6. – С. 4–9.

2. Патент на изобретение BY № 10537 F 04 F 5/00. Эжектор/ Груданов В. Я. и др. – С1 2008.04.30.

Summary. According to the results of the chemical analysis of water, it was found that when using the new design of the ejector, the iron content in the water decreases until it is completely removed, and the chemical composition and concentration of useful substances remain within acceptable limits.

УДК 534.322.3

Гаркуша А.В., старший преподаватель;
Севастюк Т.В., старший преподаватель**;**
Гаркуша К.В., сарший преподаватель
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАБИНЫ ТРАКТОРОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Аннотация. В статье проведен анализ требований к рабочему месту механизатора, которые улучшают условия труда и эргономические показатели.

Abstract. The article analyzes the requirements for the operator's workplace, which improve working conditions and ergonomic indicators.

Ключевые слова: кабина трактора, эргономика, рабочее место, условия труда, обзорность.

Keywords: tractor cabin, ergonomics, workplace, working conditions, visibility.

Создание безопасных для здоровья механизаторов условий труда возможно только при создании защиты от воздействия многих неблагоприятных производственных факторов. Эти защитные функции должна выполнять кабина, устанавливаемая на тракторе.

Условия труда механизатора, организации рабочего места и технологического процесса в большей степени зависит от нормативных документов, которые устанавливают на них требования. Для оценки рабочих мест механизаторов, разработано много методик, ГОСТов и других нормативных документов. Требования, изложенные в стандартах, технических условиях и других нормативно-технических документах на сельскохозяйственные машины, тракторы и производственные процессы, способствуют улучшению качества выпускаемой продукции, увеличению безопасности обслуживания.

Требования к рабочему месту механизатора, организации управления и средствам отображения информации сведены в ряд стандартов [1-3], которые устанавливают нормы к конструкции сиденья оператора, размещению органов управления, величине усилий на них, способам приведения в действие [4].

Согласно [1] кабина трактора должны быть оборудованы хладоновыми или другими кондиционерами. Допускается установка других устройств нормализации микроклимата.

ГОСТ 12.2.019 2015 [1] регламентирует и силы сопротивления перемещению органов управления. Стандарт определяет также размеры и взаимное расположение сидения, педалей муфты сцепления и тормоза при выбранном свободном ходе.

Не маловажным требованием, предъявляемым к кабине, является её внутренние размеры, которые изложены ГОСТ ISO 26322-1 «Тракторы для сельского и лесного хозяйства. Безопасность. Часть 1. Тракторы стандартные». Сравнительные нормативные требования к размерам кабины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительные нормативные требования к размерам кабины

Марка машины	Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм	Объем, м
БЕЛАРУС-1221	1800	1600	1500	4,3
БЕЛАРУС-82.1	1350	905	1410	1,72
John Deere 5725	1900	1600	1500	4,3
К-700,К-744	1370	1770	1400	3,39
Нормативные требования	–	–	1500	2,0

Как видно из таблицы 1 не все представленные марки кабин сельскохозяйственных машин соответствуют нормативным требованиям. Несоответствие высоты кабин нормативным требованиям на ряду с неудобным расположением рычагов поста управления заставляют механизатора принимать неудобную вынужденную позу. Это приводит к преждевременной

утомляемости оператора и как следствие к снижению работоспособности его и производительности трактора в целом.

Внешняя окраска тракторов не полностью соответствует функциональным значениям того или иного узла или части машин. Для внешней окраски тракторов применяются темные в лучшем случае желтые однотонные цвета. Окраска внутренних поверхностей практически всегда выполняется тем же цветом, что и снаружи.

Органы управления имеют темную, чаще черную окраску без информации об их функциональных возможностях.

С увеличением энерговооруженности тракторов, применением универсальных сельскохозяйственных орудий, возрастает количество органов управления. На тракторах типа «Кировец» более 30 рычагов и педалей управления, которые имеют около 120 рабочих положений.

За смену работы в «борозде» оператор производит до 10000 переключений органов управления.

Так как во время работы на тракторах оператор находится в положении сидя, важным элементом рабочего места является сиденье. Согласно нормативным требованиям [5] на тракторе должно быть установлено одноместное мягкое сиденье с амортизацией и приспособлением для подгонки его по месту, регулировки положения в горизонтальном направлении и угла между спинкой и сиденьем. На практике только некоторые марки тракторов оборудованы сиденьем, отвечающим требованиям ГОСТа.

Важное значение для безопасного и качественного производства работ, имеет обзорность с рабочего места оператора.

Установлено, что недостаточная обзорность не позволяет оператору следить за работой сельскохозяйственной машины без изменения рабочей позы. Чтобы увидеть движение правого колеса в междурядьи при вспашке, оператор наклоняется вперед и вправо, приподнимается с сиденья, или даже высовывается в окно. Причем, во временном отрезке эти асимметричные позы занимают до половины рабочего времени в зависимости от марки трактора и вида выполняемой операции. При этом происходит перенапряжение зрительных органов и определенных групп мышц.

Процесс производства в сельском хозяйстве круглогодичен. Операторы испытывают воздействие факторов, связанных с технологическим процессом, таких как шум, вибрация, пыль, газы, минеральные удобрения, ядохимикаты и влияние среды – температурные воздействия [6].

Таким образом, из большинства серийно выпускаемых тракторов рабочее место оператора, органы управления, обзорность и другие параметры могут влиять на условия труда и состояние здоровья работающего.

Список использованной литературы

1. Система стандартов безопасности труда. Тракторы и машины самоходные сельскохозяйственные. Общие требования безопасности : ГОСТ 12.2.019 2015.– М.: изд-во стандартов, 2015. – 18 с.

2. Система стандартов безопасности труда. Тракторы и машины самоходные сельскохозяйственные. Общие требования безопасности: ГОСТ 12.2.019-86 ССБТ. – М.: изд-во стандартов, 1983. – 23 с.

3. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования: ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. – М.: изд-во стандартов, 1978. – 9 с.

4. Система стандартов безопасности труда. Система человек-машина. Рабочие места оператора. Взаимные расположения элементов рабочего места. Общие эргономические требования: ГОСТ 22269-76. – М.: изд-во стандартов, 1976. – 4 с.

5. Система стандартов безопасности труда. Сиденье тракторное. Общие технические условия: ГОСТ 20062-74 . – М.: изд-во стандартов,1974. – 4 с.

6. Снижение риска травмирования оператора технических средств в агропромышленном комплексе/ А.В. Гаркуша, Т.В. Севастюк, Е.А. Андрухович // сб. материалов Всерос. (Нап.) науч.-практ. конф. с междунар. участием, посв. 60-летию создания кафедры технического сервиса (ремонта машин и технологии конструкционных матерналов). Чебоксары, 26 января 2024 года. / ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ. – Чебоксары, 2024. – С. 208–210.

7. Особенности герметизации кабины МСХТ/ Е. С. Андрухович, А. В. Гаркуша, Т. В. Севастюк, А. Н. Гурина //Сборник научных трудов Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства : сб. науч. тр. / редкол.: В. В. Гусаров (гл. ред.) [и др.]. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 23–25.

8. Применение LIDAR как способ снижения травматизма при эксплуатации МТА/ Т. В. Севастюк, А. Н. Гурина, В. М. Раубо, Л. Е. Процко, О. В. Савельева, Е. С. Андрухович // Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники материалы Междунар. науч-практ. конф., Саратов, 15–16 мая 2024г. / ВО Вавиловский университет. Вып 37. – Саратов, 2024 – С. 66–70.

Summary. An analysis of regulatory requirements for the ergonomic indicators of a machine operator's workplace was conducted.

УДК 620.9

Гаркуша К.В., старший преподаватель;
Волосюк А.А., Романова В.А., Пешкур Ю.А., Хруль К.С., студенты
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

АНАЛИЗ МИРОВОГО ОПЫТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Аннотация. В статье приведен анализ мирового опыта использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии. Рассмотрены потенциальные возможности использования нетрадиционных возобновляемых источников в Республике Беларусь

Abstract. The article provides an analysis of world experience in the use of non-traditional renewable energy sources. Potential opportunities for the use of non-traditional renewable energy sources in the Republic of Belarus are considered.

Ключевые слова: источники энергии, мировой опыт, энергосбережение, топливно-энергетический баланс.
Keywords: energy sources, world experience, energy saving, fuel and energy balance.

Сейчас, практически во всех странах мира увеличивается выработка электрической и тепловой энергии с использованием нетрадиционных возобновляемых источников энергии (НВИЭ) ветровой, солнечной, использования биомассы, геотермальной и др. Однако, величина выработки энергии от подобных источников невелика. Развитие НВИЭ связано с постоянным истощением и удорожанием традиционных энергоресурсов таких как: нефть, газ, уголь. Еще одна важна проблема, которая связана увеличивается выработка электрической и тепловой энергии с использованием НВИЭ – обострившимися проблемами экологии, востребованность надежного, а также эффективного энергоснабжения отдаленных, специфических потребителей.

Энергоснабжение сельского хозяйства – одной из насущных проблем. Его суть заключается в обеспечении электроэнергией и теплом жилого дома (или нескольких домов) и производственных предприятий. Нагрузка сельского хозяйства относительно мала, но, для подключения к энергосистеме требуется строительство высоковольтной линии электропередачи и понизительной подстанции.

Потенциал использования нетрадиционных возобновляемых источников в Республике Беларуси и в других странах велик. Но для эффективного их использования требуется умение рассчитать возможности выработки энергии от подобных источников, а также определить экономическую целесообразность выработки НВИЭ по сравнению с использованием традиционного топлива.

В настоящее время ветер способен вносить определенный вклад в топливно-энергетический баланс (ТЭБ) страны.

Технический потенциал выработки электроэнергии ветроэнергетическими установками (ВЭУ) в мире составляет 20000 ТВт-ч в год [1,3]. Мощность ВЭУ в мире достигла 2700 МВт, количество ветроагрегатов и установок различных конструкций и назначения превышает 2,4 млн. [3]. Возможности ВЭУ составляют 11...13 % всех возобновляемых источников энергии и в перспективе смогут покрыть до 3 % общего энергопотребления [4]. В мировой энергетике наметилась тенденция к использованию ветроэнергетического потенциала в ТЭБ, увеличению единичной мощности ветроагрегатов с одновременным совершенствованием их конструкции: уменьшение массы лопастей в не сколько раз и возрастание прочности, полная автоматизация управления ветро-агрегатом (ВА), групповое размещение ВЭУ в виде станций, продвижение подобных комплексов в шельфовую зону морей [4].

Конструкции ВЭС постоянно совершенствуются: уменьшаются механические потери, улучшаются их аэродинамика и электрические параметры, и т.д. ВЭУ можно разделить на две категории: промышленные и для частного использования (работающие параллельно с сетью и автономные).

Интенсивность солнечного излучения на поверхности Земли в зависимости от географического положения местности изменяется от 2300 кВтч/м^2 в Африке до 700 кВтч/м^2 в Скандинавии [4]. Использование солнечной энергии осуществляется пассивно (специальная конструкция зданий) или активно (низкотемпературные солнечные коллекторы, фотоэлектрические преобразователи, СЭС).

Наиболее перспективным в ближайшее время направлением использования солнечной энергии является подогрев воды в системах отопления и горячего водоснабжения. Значительный потенциал энергосбережения в данной области связан с тем, что на нужды теплоснабжения сегодня приходится около половины от всего объема потребления ТЭР в Республике Беларусь.

Список использованной литературы

1. Гаркуша, К. В. Существующие схемы энергоснабжения сельского хозяйства / К. В. Гаркуша, А. А. Волосюк, Д. А. Жук // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : материалы Международной научно-практической конференции, Минск, 16-17 октября 2024 г. : в 2 ч. – Минск : БГАТУ, 2024. – Ч. 1. – С. 273–275.

2. Гаркуша, К. Э. Основы энергосбережения. Практикум [Текст] : учебно-методическое пособие для студентов УВО по группе специальностей 74 06 "Агроинженерия", специальности 1-36 12 01 "Проектирование и производство сельскохозяйственной техники" / К. Э. Гаркуша [и др.] ; БГАТУ, Кафедра энергетики. - Минск : БГАТУ, 2023. – 108 с.: с. 94. – 10–93.

3. Шерьязов, С. К. Влияние условий энергообеспечения на выбор ветро установок / С. К. Шерьязов, А. А. Аверин // Энергообеспечение и энергосбере жение в сельском хозяйстве: тр. 5-й междунар. науч.-техн. конф. Ч. 4. Возоб новляемые источники энергии. Местные энергоресурсы. Экология. – М. : Изд-во ВИЭСХ, 2006. – С. 211–216.

4. Михалевич, А. А. Энергетическая безопасность Республики Беларусь: компоненты, вызовы, угрозы [электронный ресурс]: – Режим доступа: http://nmnby.eu/pub/0911/energy_security.pdf - Дата доступа: 17.09.2024.

5. Министерство энергетики Республики Беларусь [Электронный ресурс] – Режим доступа: https: // www. minenergo.gov.by/press/metrologicheskieproblemyi-pri-otsenke-pokazateley-energoeffektivnosti.htm – Дата доступа: 15.04.2025.

Summary. The analysis of world experience in the use of non-traditional renewable energy sources is presented. The analysis of the possibility of using non-traditional renewable sources in the Republic of Belarus is conducted.

УДК 629.353:331.45

Мисун Ал-р Л., кандидат технических наук, доцент;
Мисун Л.В., доктор технических наук, профессор;
Корниенко П.М., магистрант; **Горячко Д.В.**, **Скребец В.В.,** студенты
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ РАЗГРУЗКИ САМОСВАЛЬНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Аннотация. Проанализированы направления повышения безопасности труда водителя самосвального транспортного средства. Предложено безопасное устройство очистки кузова от прилипшего к нему груза.

Abstract. The directions of increasing the safety of the dump truck driver are analyzed. A safe device for cleaning the body from cargo stuck to it is proposed.

Ключевые слова: самосвальное транспортное средство, травматизм, безопасность, водитель, кузов.

Keywords: dump truck, injuries, safety, driver, body.

Введение. Для многих сельскохозяйственных предприятий погрузка, разгрузка, перевозка и очистка кузова от сыпучих прилипших сельскохозяйственных грузов является повседневной деятельностью, которая сопряжена с риском получения работниками травм [1]. Выполнение вышеуказанных операций производится с помощью специальных технических средств, а также и самосвальных транспортных средств (СТС) эксплуатируемых в сельском хозяйстве. При этом необходимо уделять приоритетное внимание безопасности работы СТС, так как вращающиеся, движущиеся механизмы этих технических средств. Для выполнения сельскохозяйственных работ СТС должен быть в исправном техническом состоянии, поэтому важно регулярно проводить его техническое обслуживание. Перед тем, как загрузить груз, необходимо убедиться, что СТС стоит на устойчивой почве. Серьезное значение в обеспечении безопасности ведения работ имеет длина платформы СТС, так как, чем она длиннее, тем легче его опрокинуть. В этой связи стоит отметить, что при разгрузке и очистке кузова СТС идеально подходят плотно утрамбованный грунт или гравий.

Основная часть. Погрузка, разгрузка, перевозка и очистка кузова от прилипших сыпучих сельскохозяйственных грузов – это действия, которые повышают вероятность получения производственных травм на рабочем месте. Эти травмы могут варьироваться от незначительных до серьезных. Травмированные работники создают финансовые и операцион-ные проблемы для сельскохозяйственного предприятия [2]. Обеспечение безопасности, осведомленности и вовлеченности работников во время проведения сельскохозяйственных работ поможет снизить риск получения травм.

Одним из важных направлений в погрузке, разгрузке, перевозке и очистке кузова от прилипших сыпучих сельскохозяйственных грузов является осведомленность о техническом состоянии СТС. Работники должны убедиться, что СТС остановлено, заторможено и стабилизировано, прежде чем будут предприняты какие-либо другие действия. Попытка разгрузки подвижного СТС, является серьезным нарушением техники безопасности, и может быть самым быстрым путем к серьезным или даже смертельным травмам, которых можно легко избежать, просто проявив терпение. При погрузке сыпучих сельскохозяйственных грузов не должно быть опасностей, которые могут привести к травмам.

Для повышения производственной безопасности при эксплуатации СТС в сельском хозяйстве, предлагается использовать устройство (рисунок) для облегчения его разгрузки, содержащем установленный под днищем кузова источник колебаний, включающий ударную массу и листовую пружину [3]. Устройство снабжено рычагом и захватным механизмом, причем рычаг шарнирно соединен одним концом с днищем кузова и подпружинен к нему листовой пружиной, ударная масса закреплена на другом конце рычага, а захватный механизм установлен на раме с возможностью взаимодействия с рычагом и выполнен в виде стойки и захватной лапы, при этом стойка закреплена на раме неподвижно, захватная лапа связана нижним концом с рамой посредством шарнира и подпружинена к стойке пружиной растяжения, а взаимодействующие поверхности рычага и захватной лапы выполнены скошенными.

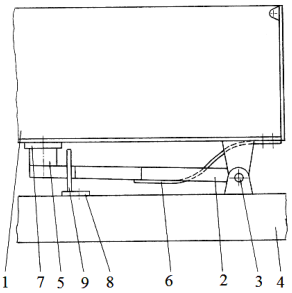


Рисунок 1 – Безопасное устройство очистки кузова от прилипшего к нему груза:
1 – днищем кузова; *2* – рычаг; *3* – ось; *4* – рама; *5* – ударная масса;
6 – рессорный лист; *7* – усилительная пластина; *8* – поперечина; *9* – захватная лапа

При разгрузке СТС кузов поднимается, поворачиваясь на оси и увлекая за собой листовую пружину. Поскольку рычаг удерживается лапой, пружина сгибается, а усилие, передаваемое ею на рычаг, возрастает. В конце подъема кузова, когда усилие достигнет максимума и преодолеет усилие сцепления между скошенными поверхностями зацепа лапы и рычага, лапа отходит от стойки, освобождая рычаг. В результате рычаг, поворачиваясь по часовой стрелке, наносит ударной массой по пластине резкий и сильный удар, способствующий очистке кузова от прилипшего к нему груза.

По окончании разгрузки кузов опускается, а рычаг под действием массы кузова и благодаря скосам на захватном механизме отжимает от стойки лапу и занимает прежнее положение. Рабочий безопасный цикл на этом заканчивается. Предлагаемое техническое устройство направлено на снижение производственного травматизма при очистке кузова от прилипшего к нему груза.

Список использованной литературы

1. Каратаева, Л. А. Дорожно-транспортный травматизм в социальном аспекте / Л. А. Каратаева, Б. Т. Абророва, М. Т. Тохирова // Молодой ученый. – 2016. – №4. – С. 278–280.

2. Мисун, Л. В., Агейчик В. А., Мисун А. Л. и др. Организационно-технические мероприятия для повышения безопасности и улучшения условий труда операторов мобильной сельскохозяйственной техники. – Минск: БГАТУ, 2012. – 192 с.

3. Патент на изобретение: RU 2218282 C1. Устройство для облегчения разгрузки самосвала / Г. Д. Главацкий, В. А. Шмаков, С. Н. Орловский, 2023.

Summary. The analysis of directions of increasing industrial safety during operation of dump trucks was conducted. The main causes of worker injuries during loading, unloading, transportation and cleaning of the body from loose stuck agricultural cargo were established. A special technical device was proposed to reduce industrial injuries during unloading and cleaning of the body.

УДК 658.345:681.3:621.315

Русских В.В., аспирант;
Белохвостов Г.И., кандидат технических наук, доцент;
Ермаков А.Н., инженер
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

К ВЫБОРУ МОДЕЛИ РАСЧЕТА НАВЕДЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА АНТЕННОМ БЛОКЕ САМОХОДНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ В ЭЛЕКТРОМАГНИТОМ ПОЛЕ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Аннотация. Для сведения травматизма к минимуму во время работы крупногабаритной сельскохозяйственной техники, были исследованы методики, позволяющие производить точный расчет напряжённости ЭМП.

Abstract. In order to minimize traumatism during the operation of large-size agricultural machinery, there were investigated the methods allowing to make an accurate calculation of EMF intensity.

Ключевые слова: охрана труда, травматизм, методика, линии электропередачи, блок, сигнализация.

Keywords: occupational safety, injuries, methodology, power lines, unit, signaling.

Ввиду отсутствия средств защиты крупногабаритной сельскохозяйственной техники (КСХТ) от опасного приближения к проводам линий электропередачи (ЛЭП) ведутся исследования и разработка устройств обнаружения и сигнализации ее приближения на недопустимое расстояние к ЛЭП [1]. Параметры этой зоны для различных ЛЭП установлены действующими правилами по охране труда в сельском и рыбном хозяйствах, утвержденные постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 5 мая 2022 г. № 29/44 [2] и ТКП 339 [3].

В настоящее время задача определения расстояний от КСХТ до проводов ЛЭП с необходимой точностью остается нерешенной.

Поэтому для поиска подходящей нам методики для ее определения были проанализированы самые популярные из них. Мы выделили 4 методики расчета ЭМП:

1 методика. В работах учёных Саратовского государственного технического университета им. Ю.А. Гагарина [4]. Для расчета напряженности магнитного поля авторы методики воспользовались законом полного тока, а в основу расчёта напряжённости электрического поля авторы приводят теорему Гаусса, которая применима в случае протяжённых проводников линии и однородности её конфигурации с расстоянием. В связи с тем, что земля является проводником, применён метод зеркальных отображений.

2 методика. Методика расчета, описанная М. А. Игаевой, А. В. Хабаровым [5], в основе которой лежит формула для определения емкости отрезка длинной линии, параллельной земле.

3 методика. Методика была предложена П.А. Долиным [6]. Автор, используя курс электротехники выводит собственное уравнение нахождения напряженности электрического поля и производит все последующие расчеты с помощью векторов.

4 методика. М.М. Жилейкин и В.А. Рощин [7] предложили методику, учитывающую наведенное напряжение на антенный блок (АБ) сигнализатора линий электропередачи, которая наиболее подходит для наших исследований. Она позволяет выявить факторы, влияющие на точность измерения наведенного в АБ напряжения датчиками АБ и на основе полученных результатов скорректировать пороги срабатывания сигнализатора линий электропередачи.

В исследованных методиках, была выделена одна, предложенная М.М. Жилейкиным и В.А. Рощиным, позволяющая выявить факторы, влияющие на точность измерения наведенного в АБ напряжения датчиками АБ и на основе полученных результатов можно скорректировать пороги срабатывания сигнализатора линий электропередачи.

Список использованных источников

1. Русских, В. В. К вопросу распознавания воздушных линий электропередачи по наводимому электромагнитному полю / В. В. Русских [и др.] // Агропанорама. – 2024. – № 1. – С. 33–38.

2. Правила по охране труда в сельском и рыбном хозяйствах: Постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, 5 мая. 2022 г, № 29/44 // Нац. Реестр правовых актов Респ. Беларусь. – Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2022. – № 8/38408.

3. ТКП 339-2022 (33240) Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемо-сдаточных испытаний.

4. Сивяков, Б. К. Электрическое и магнитное поля высоковольтной воздушной линии на удалении от нее / Б.К. Сивяков, А. А. Скрипкин, Д. Б. Сивяков, А. В. Цыганков // Вес. Саратовск. гос. техн. ун-та имени Гагарина Ю. А. Физико-математические науки. Энергетика. – 2015. – № 3. – С. 200–206.

5. Игаева, М. Л. Обнаружение воздушных линий электропередач по наведённому электрическому полю / М. Л. Игаева, А. В. Хабаров // Датчики и системы. – 2009, – №4. – С. 35–37.

6. Долин, П.А. Основы техники безопасности в электроустановках / П. А. Долин. – Учебное пособие для вузов. Издание 2-е, переработанное и дополненное. – Москва: Энергоатомиздат, 1984. – 438 с.

7. Жилейкин, М.М. Модель расчета наведенного напряжения на антенном блоке самоходных стреловых кранов в электромагнитном поле линий электропередачи / М.М. Жилейкин, В.А. Рощин // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2018, – №3. – С. 55–61.

Summary. In order to minimize traumatism during the operation of large-size agricultural machinery, there were investigated the methods allowing to make an accurate calculation of EMF intensity.

In the investigated methods, there was singled out one proposed by M.M. Zhileikin and V.A. Roshchin, which allows to reveal the factors influencing the accuracy of measurement of induced voltage in ABs by AB sensors and on the basis of the obtained results it is possible to adjust the thresholds of operation of the power line signaling device.

УДК 628.336.61/62

Молош Т.В., кандидат технических наук, доцент;
Корчик С.А., старший преподаватель;
Железниченко А.Е., студентка
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» г. Минск, Республика Беларусь

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК

Аннотация. Приводится анализ причин аварий и несчастных случаев при эксплуатации биогазовых установок. Рассматриваются мероприятия по снижению рисков воздействия различных производственных факторов на состояние производственной безопасности.

Abstract. The analysis of causes of accidents and accidents in operation of biogas plants is given. Measures to reduce the risks of various factors affecting occupational safety are considered.

Ключевые слова. биогазовые установки, биогаз, травматизм, производственная безопасность, риски, мероприятия.

Keywords. biogas plants, biogas, injuries, occupational safety, risks, activities.

Современные животноводческие комплексы обеспечивают получение высоких производственных показателей. Применяемые технологические решения позволяют полностью соблюдать требования действующих санитарно-гигиенических норм в помещениях самих комплексов. Биокомплекс предлагает комплексное решение по вопросам утилизации жидкого навоза, которое включает ускоренную переработку в современных биогазовых установках.

В процессе переработки, в ускоренном режиме протекают естественные процессы разложения органики с выделением газа включающего: метан, CO_2, серу, и т.д. Получаемый газ не выделяется в атмосферу, вызывая парниковый эффект, а направляется в специальные газогенераторные (когенерационные) установки, которые вырабатывают электрическую и тепловую энергию. Разложение биомассы происходит в результате химико-физических процессов и симбиотической жизнедеятельности 3-х основных групп бактерий, при этом продукты метаболизма одних групп бактерий являются продуктами питания других групп, в определённой последовательности. Первая группа – гидролизные бактерии, вторая – кислотообразующие, третья – метанобразующие. В качестве сырья для производства биогаза могут использоваться как органические агропромышленные или бытовые отходы, так и растительное сырьё. Наиболее распространёнными видами отходов АПК, используемыми для производства биогаза, являются: навоз свиней и КРС, помёт птицы; остатки с кормового стола комплексов КРС; ботва овощных культур; некондиционный урожай злаковых и овощных культур, кукурузы; жом и меласса; мучка, дробина, мелкое зерно, зародыши; дробина пивная, солодовые ростки, белковый отстой; отходы крахмало-паточного производства; выжимки фруктовые и овощные; сыворотка и пр.

Биогазовые проекты в агропромышленном секторе могут быть созданы по различным вариантам, например, производство биогаза из отходов отдельного предприятия (например, навоза животноводческой фермы, жома сахарного завода, барды спиртового завода).

Наиболее распространённым способом энергетического использования биогаза является сжигание в газопоршневых двигателях в составе мини-ТЭЦ, с производством электроэнергии и тепла.

Существуют различные варианты технологических схем биогазовых станций – в зависимости от типов и количества видов применяемых субстратов. Использование предварительной подготовки, в ряде случаев, по-

зволяет добиться увеличения скорости и степени распада сырья в биореакторах, а, следовательно, увеличения общего выхода биогаза. В случае применения нескольких субстратов, отличающихся свойствами, например, жидких и твёрдых отходов, их накопление, предварительная подготовка (разделение на фракции, измельчение, подогрев, гомогенизация, биохимическая или биологическая обработка, и пр.) проводится отдельно, после чего они либо смешиваются перед подачей в биореакторы, либо подаются раздельными потоками.

Технологические схемы биогазовых установок бывают различными в зависимости от вида числа перерабатываемых субстратов, от вида и качества конечных целевых продуктов, от того или иного используемого технологического решения, и ряда других факторов. Наиболее распространёнными на сегодняшний день являются схемы с одноступенчатым сбраживанием нескольких видов субстратов, одним из которых обычно является навоз.

Основными структурными элементами схемы типичной биогазовой установки являются:

– система приёма и предварительной подготовки субстратов;

– система транспортировки субстратов в пределах установки;

– биореакторы (ферментеры) с системой перемешивания;

– система обогрева биореакторов;

– система отвода и очистки биогаза от примесей сероводорода и влаги;

– накопительные ёмкости сброженной массы и биогаза;

– система программного контроля и автоматизации технологических процессов. [1]

Во время технологического процесса производства биогаза возможно возникновение опасных и вредных производственных факторов: движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; повышенная температура поверхности оборудования; пониженная температура воздуха в холодный период года; повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенный уровень вибрации; повышенная или пониженная влажность; повышенная подвижность воздуха; повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которого может пройти через тело человека; повышенное напряжение электрического поля; токсические и раздражающие вещества.

За последние годы активного использования биогазовых установок накоплен большой опыт обеспечения надежности и безопасного функционирования, а также выявлены факторы, способствующие аварийности и негативному воздействию на окружающую среду.

Основными опасностями при эксплуатации биогазовых установок являются пожары и взрывы, токсичные вещества, патогенные микроорганиз-

мы, шум, поражение электрическим током. Процесс анаэробного сбраживания биомассы и отходов связан с высокими рисками (для здоровья и для окружающей среды) при эксплуатации и техническом обслуживании. Аварийными ситуациями при получении биогаза могут быть: утечки газа из мест хранения и распространения; наличие в сырье для производства биогаза опасных веществ; утечки из резервуара для хранения отходов или сети их подачи; выход из строя оборудования пожаротушения вследствие переполнения резервуаров из-за сильных ливней; заклинивание клапанов и образование избыточного давления в котлах для сжигания биогаза.

Анализ показал, что отдельные части установки: котел, система подачи сырья, насосы, трубы, клапаны и приводы особенно уязвимы, и их сбои приводят к разгерметизации и утечкам. Установлено, что большинство аварийных ситуаций происходило на площадках хранения субстратов, загружаемых в биогазовые установки. Поэтому пожаровзрывобезопасность биогазовых установок – одно из важнейших направлений в защите людей и окружающей среды ввиду тяжелых последствий этих факторов для человека. Метан, составляющий от 50 до 75% биогаза, образует взрывоопасные смеси в воздухе, поэтому при сооружении и эксплуатации биогазовой установки нужно соблюдать особые меры безопасности. Также существуют другие опасности: удушье, отравление, механические повреждения (защемление подвижными частями установки). При эксплуатации биогазовых установок происходили случаи взрывов с тяжелыми последствиями для персонала. Анализ произошедших аварий со взрывами позволяет выделить следующие группы: аварии, связанные с хранением и транспортировкой биогаза, а также с получением биогаза в процессе для анаэробного сбраживания. [3]

В процессе эксплуатации биогазовых установок, особенно вблизи от резервуаров, где происходит брожение, и газгольдеров следует учитывать не только возможность образования взрывоопасных смесей газов и воздуха, а также повышенную опасность возникновения пожаров. Основные способы снижения риска – это недопущение появления источника возгорания и предотвращение утечек метана и создания взрывоопасной среды.

В отношении оборудования защитных систем, предназначенных для использования в потенциально взрывоопасных средах следует рассматривать пространства с риском взрыва, т.е. определять различные зоны, в которых возможно возникновение взрывоопасных концентраций метана. В зависимости от вероятности образования взрывоопасной атмосферы различные части установки разделены на взрывоопасные зоны. В биогазовых установках, например, биореактор, опасное состояние которого создается, когда воздух поступает внутрь. В каждой зоне необходимо проводить мероприятия по маркировке, профилактике и обеспечению безопасности.

Для уменьшения риска пожара, биогазовые установки должны быть разделены на сектора противопожарной защиты. Потенциальными источниками воспламенения могут быть электрические и механические искры, открытое пламя, горячие поверхности и статическое электричество, удары молнии. Расстояния, которые необходимо соблюдать между секторами зависят от объема резервуара и выбора материала стен конструкций. Пожаробезопасное расстояние от газгольдеров до других элементов установки может изменяться от 3 до 20 метров.

Если биогаз имеет большую концентрацию, его вдыхание может приводить к отравлению и удушью вплоть до смертельного исхода. Если биогаз не очищен от серы, то сероводород оказывает сильное токсическое воздействие В частности, содержащийся в биогазе сероводород уже в незначительных концентрациях обладает сильным токсическим воздействием. В закрытых или расположенных в углублениях помещениях может наступать удушье вследствие вытеснения кислорода биогазом. Поэтому в закрытых помещениях (вокруг газгольдеров) должна быть обеспечена достаточная вентиляция. При работах в потенциально опасных зонах (реакторы, шахты техобслуживания, газохранилищах) нужно использовать средства личной защиты (средства защиты органов дыхания, газовые детекторы и др.)

Помимо уже упомянутых причин, при эксплуатации биогазовых установок существуют и другие факторы, способствующие несчастным случаям. К ним относятся риск падения с лестниц или в открытые отверстия для заполнения, такие как дозаторы твердых веществ и шахты техобслуживания. Для предотвращения падений необходимо применять защитные устройства, такие как крышки и решетки. Кроме того, подвижные элементы установок, включая шнеки и валы мешалок, представляют собой дополнительные источники опасности, которые должны быть должным образом обозначены. [4]

На участках рядом с блоком ТЭЦ вследствие неправильного обслуживания или из-за дефектов возможно поражение электротоком со смертельным исходом (сила тока может достигать сотни ампер). Эта опасность исходит от мешанок, насосов, транспортировочного оборудования, которые имеют большую электрическую мощность.

Для предотвращения несчастных случаев при эксплуатации биогазовых установок на соответствующих частях оборудования следует размещать хорошо видимые предупредительные указания и соответствующим образом инструктировать персонал.

Работа биогазовых установок должна быть организована так, чтобы выполнялись требования здоровья персонала и охраны окружающей среды. Следует исключить хранение отходов под открытым небом, уменьшая тем

самым выбросы в атмосферу метана и загрязнение воздуха азотистыми соединениями, имеющими неприятный запах. Необходимо соблюдать предохранительные меры для предотвращения заражения обслуживающего персонала биогазовых комплексов патогенной микрофлорой, содержащейся в осадках сточных вод и отходах сельскохозяйственного производства.

Список использованных источников

1. Рубцов, А. В. Биогазовые установки. Характеристика биогазовых установок / А. В. Рубцов. // Молодой ученый. – 2022. – № 46 (441). – С. 37–41. – Режим доступа: https://moluch.ru/archive/441/96472. – Дата доступа: 05.05.2025.

2. ТКП 17.02-03-2010 «Охрана окружающей среды и природопользования. Правила размещения и проектирования биогазовых комплексов»

3. Биогазовая установка // Alter220.ru : [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://alter220.ru/bio/biogazovaya-ustanovka.html#i-10. – Дата доступа: 05.05.2025.

4. Барбара Эдер. Биогазовые установки: практическое пособие /Барбара Эдер, Хайнц Шульц – Издано в 1996г. Перевод с немецкого выполнен компанией Zorg Biogas в 2011 г. Под научной редакцией И.А. Реддих. – 268 с.

Summary. The operation of biogas plants should be organized in such a way that the requirements of health and environmental protection are met. The storage of waste in open air should be eliminated, thereby reducing methane emissions and nitrogen pollution to the air with an unpleasant odour. Precautions must be taken to prevent the contamination of service personnel of biogas complexes with pathogenic microflora contained in sewage sludge and agricultural waste.

СЕКЦИЯ 4
«Духовное и физическое развитие современной молодежи в контексте образовательного процесса»

УДК:101.8:316.3(043.3)

Баньковская Ю.Л., доктор философских наук, доцент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ЦЕННОСТИ СЕТЕВОЙ КУЛЬТУРЫ СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Аннотация: Современное образование характеризуется применением сетевых технологий в различных сферах научной деятельности. Изменяются функции процесса обучения, формируются новые источники получения знаний, что актуализирует значимость формирования сетевой культуры. Создавая новые ценности и смыслы, Интернет-среда создает уникальные возможности для развития науки, кросскультурной коммуникации людей в глобальном мировом пространстве социальной реальности.

Abstract: Modern education is characterized by the use of network technologies in various fields of scientific activity. The functions of the learning process are changing, new sources of knowledge are being formed, which actualizes the importance of forming a network culture. By creating new values and meanings, the Internet environment creates unique opportunities for the development of science and cross-cultural communication of people in the global space of social reality.

Ключевые слова: образование, сетевая культура, ценности, смыслы, коммуникация.

Keywords: education, network culture, values, meanings, communication.

Современное общество характеризуется быстрым распространением информационно-коммуникационных технологий, которые внедряются во все сферы жизнедеятельности человека. Актуализируется значимость их применения в образовательном пространстве. Следовательно, появляется необходимость в прояснении нового ценностного пространства сетевой культуры, организуемого в образовании. Новая модель взаимодействия людей приводит к необходимости трансформации существующей модели образовательного процесса.

Сетевая культура становится значимым социальным феноменом. Основанием ее возникновения становится творческая деятельность людей, направленная на создание новых культурных объектов. Это форма самовыражения и конституирования смыслового контекста, присущего представителям разных традиций. Социальные нормы и ценности, сформированные в сетевом пространстве, содержат в себе разные духовные явления, воздейст-

вующие на образ мышления, поведение и мировоззрение людей. Формируются новые условия для творческого самовыражения личности. Е.А. Бердник трактует данный феномен как «информационно-коммуникативную систему, связывающую воедино все элементы сети посредством разделяемых всеми внематериальных (символических) форм культуры (ценностей, норм, правил, установок, идей, языка и др.), и обеспечивающую тем самым целостность и самовоспроизводимость сети» [1, с. 53].

Возникновение новых способов создания и трансляции информации в глобальном пространстве сети Интернет приводит к всеобъемлющей трансформации ценностей в разных сферах жизнедеятельности общества. Сетевая культура, являясь продуктом данных изменений, которые порождены модификациями в области коммуникативного взаимодействия людей, становится тем универсальным явлением, в котором отображается сущность социального развития. Ее наполненность разными смысловыми коннотациями обуславливает специфику мышления современного человека. Формируется особое пространство его существования, взаимодействия с другими людьми. Тем самым можно отметить, что особую значимость приобретает личность, ориентированная на творческий поиск в решении проблемных ситуаций. Расширение границ процесса познания приводит к формированию новых условий для осуществления научного поиска и проведения исследований. Посредством применения информационно-коммуникационных технологий появляются дополнительные возможности для выявления сущности исследуемых феноменов, их качественных признаков и свойств. Следовательно, использование сетевой модели организации образовательного процесса «помогает студентам стать высококвалифицированными специалистами международного уровня, умеющими принимать самостоятельные решения и нести за них ответственность, работать в команде и выстраивать взаимовыгодное сотрудничество» [2, с. 114].

Одной из превалирующих ценностей сетевой культуры становится широкая доступность информации. Высокая скорость ее распространения приводит к возникновению новых возможностей для обмена знаниями, идеями, возникают многообразные условия для самореализации. При этом изменяется механизм трансляции социокультурных ценностей и норм. Его специфика обусловлена быстротой и динамичностью передачи сведений.

Высокая скорость распространения информации содействует расширению пространства территориальных рубежей, приводит к стиранию границ между культурами, позволяя людям непосредственно взаимодействовать с представителями разных этнических групп, способствует закреплению новых социокультурных практик. Тем самым, возникает необходимость в изменении социальных ценностей и норм вследствие трансформации сложившихся ценностно-нормативных стандартов в глобальном пространстве мирового сообщества.

Особую значимость обретают такие компетенции как направленность на виртуальное сотрудничество, сформированный высокий уровень медиаграмотности. Данные качества необходимы для формирования успешных профессиональных навыков студентов при организации образовательного процесса и осуществления научного исследования. Возрастает важность наличия умения поиска необходимой информации в большом массиве имеющихся данных, выявления наиболее существенных ее аспектов. Это приводит, по мнению испанского философа и социолога М. Кастельса, к возникновению новой педагогики, базирующейся «на интерактивности, персонализации и развитии независимых способностей к обучению и мышлению, и в то же самое время способствующая воспитанию характера и защите личности» [3, с. 218].

Таким образом, в сети формируются многообразные условия для взаимодействия между множеством людей, каждый из которых привносит в процесс коммуникации свои знания, ценности, нормы, убеждения, представления, способствуя, тем самым, обогащению ее содержания. Более того, появляются новые возможности для самовыражения, создания разнообразного контента. Трансляция разной информации, ее воздействие на сознание человека, формирование определенного мнения по поводу существующих в обществе проблем с неизбежностью приводит к необходимости развития критического мышления для оценки достоверности содержания и источников поступаемых сведений. Ответственность за предоставляемую информацию, предотвращение возможности ее деструктивного использования становится особенно востребованными в современном обществе. Следовательно, необходимо формирование и развитие сетевой этики, формирующей новые нормы, ценности и правила поведения в соответствие с условиями развития социальной реальности.

Сети формируют условия для развития творческих идей. Обогащение знаний приводит к появлению новых смыслов и образов. Кроме того, расширяются возможности для самовыражения. Интернет-технологии позволяют людям поделиться своими идеями и проектами со всем миром. Сетевая культура поощряет совместное создание контента. Объединение людей с разными ценностными воззрениями и представлениями становится основанием для развития креативности личности. Сформировавшиеся смыслы, обычаи, новые модели поведения и действия являются причиной изменения человеческой ментальности. Стирание пространственных границ, приводящее к возможности осуществления коммуникации между учеными в глобальном мировом пространстве сети, становится значимым фактором обогащения сетевой культуры новыми смыслами и символами.

Современное образование ориентировано на подготовку кадров, обладающих навыком эффективной и продуктивной работы в условиях быстро и динамично изменяющихся процессов социального развития. Необходи-

мость в наличии данного умения обусловлена непрерывным и постоянным совершенствованием знаний, их приростом, что приводит к быстрой смене «технологий в течение жизненного цикла одного поколения» [4, с. 10–11]. Направленность на развитие и совершенствование профессиональных компетенций способствует появлению новой системы ценностей. Наиболее значимыми качествами личности становятся ее креативность, ориентированность на творчество и на исследование новых объектов, умение ориентироваться в огромном массиве сведений.

Следует отметить тот факт, что распространение информационно-коммуникационных технологий содействует развитию инновационных методов обучения, основанных на применении интерактивного подхода при осуществлении образовательного процесса. Данная направленность способствует развитию деятельной позиции студентов. Осмысление материала, его анализ, обсуждение с другими участниками процесса коммуникации способствует обретению навыка проведения научной дискуссии. Возникает необходимость в формировании условий по подготовке специалистов, обладающих умением самостоятельного нахождения, анализа, интерпретации информации, практического ее использования. Следовательно, формируется новая модель креативной и активнодействующей личности.

Сетевые процессы формируют условия для создания новой модели развития образования. Они становятся социокультурным феноменом, представленным в наличных культурно-исторических практиках, направленным на возникновение особого образовательного пространства. Их использование в качестве коммуникативной площадки, создающей условия научной дискуссий представителей научных школ и направлений в рамках глобального мирового континуума, содействует расширению возможностей для обмена знаниями и идеями, творческому поиску, расширению областей исследования и возникновению нового научного знания.

На основании изложенного можно сделать вывод о том, что современное образование развивается в новых условиях сетевой реальности. Ее ценности и нормы приводят к изменению традиционной модели образовательного процесса. Расширяются возможности для развития научных школ, появления новых направлений, основанных на межкультурном взаимодействии представителей ученых разных государств. Формируются условия для быстрого получения информации и обретения знаний из разных областей действительности. Образование становится ориентированным на создание атмосферы творчества. Креативные способности личности обретают особую ценность, создавая новые возможности для обмена мнениями и идеями, для возникновения новых объектов реальности.

Список использованной литературы

1. Бердник, Е. А. Сетевая культура как объект социологического анализа / Е. А. Бердник // SOCIOПРОСТІР: Междисциплинар. сб. науч. работ по социологии и соц. работе. – 2011. – № 1. – С. 51–55.

2. Краснова, Г. А. Опыт базовой организации в области информационного обеспечения сетевого университета СНГ / Г. А. Краснова, Н. В. Сюлькова // Высшее образование в России. – 2012. – №1. – С. 111–119.

3. Кастельс, М. Галактика Интернет : размышления об Интернете, бизнесе и обществе / М. Кастельс. – Екатеренбург : У-Фактория, 2004. – 328 с.

4. Карпенко, И. В. Образование – синоним развития науки / И. В. Карпенко // Создавая фундамент будущего. Наука и инновации. Спец. выпуск. – Минск: Беларус. навука, 2017. – С. 9–13.

Summary. Modern society is characterized by the rapid spread of information and communication technologies, which are being introduced into all spheres of humanity. The importance of their application in the educational space is being actualized. Consequently, there is a need to clarify the new value space of network culture organized in education. Its values and norms lead to a change in the traditional model of the educational process. Opportunities for the development of scientific schools and the emergence of new directions based on intercultural interaction between scientists from different countries are expanding. Conditions are being created for the rapid acquisition of information and knowledge from different areas of reality. Education is becoming focused on creating an atmosphere of creativity. Creative abilities of a person acquire special value, creating new opportunities for the exchange of opinions and ideas, for the emergence of new objects of reality.

УДК 378

Мизякина С.Н., кандидат философских наук, доцент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

РАЗВИТИЕ СЕТЕВОЙ СРЕДЫ В СФЕРЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ[1]

Аннотация: Проанализирована сущность и характерные черты сетевого образования как элемента сетевого общества. Выявлены некоторые проблемы и обозначены направления развития сетевой среды в сфере высшего образования Республики Беларусь.

Abstract: The essence and characteristic features of network education as an element of network society are analyzed. Some problems are identified and directions for the network higher education environment development in the Republic of Belarus are outlined.

Ключевые слова: сетевое образование, высшее образование, высшее образование в Республике Беларусь.

Keywords: network education, higher education, higher education in the Republic of Belarus.

Сетевые структуры являются одновременно порождением и способом существования современного глобализированного информационного общества. Техническим основанием сетевых структур выступают информа-

[1] Статья выполнена в рамках гранта БРФФИ № Г24-072

ционные технологии. Характерной особенностью общества сетевых структур (термин М. Кастельса) [1] является тенденция к организации по принципу сетей все большего количества различных социальных процессов и социальных институтов. Новое сетевое устройство общества приводит ко все большему распространению «сетевой» логики. Сетевые структуры в сетевом обществе становятся доминирующими над другими структурами, проникают во все сферы жизни общества, становятся главным источником социальной динамики.

Сетевое образование становится частью глобальной экономики и источником производительности. Поскольку в узлах образования осуществляется генерирование, обработка и передача разнообразных знаний и информации, образование можно рассматривать как систематизированное средство коммуникации, которое служит для производства, накопления, передачи знаний и информации.

Несмотря на то, что сфера образования является консервативным социальным институтом, происходящие процессы затрагивают и ее (с разной степенью интенсивности в разных государствах). Республика Беларусь не может оставаться вне этих процессов, поскольку конкуренция в современном сетевом обществе протекает внутри глобальной взаимосвязанной сети. Поэтому отдельный вуз и система образования страны для того, чтобы быть успешным в дальнейшем, должны встраиваться в эти глобальные сети. Развитие сетевых структур в образовательном пространстве страны и установление сетевых связей с глобальным информационным полем открывает новые возможности для развития системы образования и одновременно несет в себе определенные проблемы и риски. Цель данной статьи – выявить проблемы и обозначить направления развития сетевой среды в сфере высшего образования Республики Беларусь.

Один из основоположников исследований сетевого общества Мануэль Кастельс определяет сетевую структуру как «комплекс взаимосвязанных узлов» [1, с. 495]. С этой точки зрения узлами образовательных сетевых структур выступают учебные заведения и другие учебные организации, заказчики кадров, а также государственные органы постольку, поскольку они являются частью государственной и межгосударственной образовательной системы. В целом можно говорить об организационно-административной и о процессуально-методической сторонах сетевых образовательных структур.

Сетевое образование представляет собой систему «обучающих технологий, основанных на принципах массового сотрудничества, открытых образовательных ресурсах и равноправном взаимодействии участников» [2, с. 179]. Сетевое образование предполагает создание виртуальной учебной среды, в которой в систематизированном виде размещаются информационно-образовательные ресурсы, включающие не только традиционные

для ЭУМК программы курсов, планы семинарских занятий, конспекты лекций, вопросы к зачету/экзамену, но и различные словари и энциклопедии, виртуальные библиотеки, видеоматериалы и т.д. Для реализации этой цели необходима интеграция информационно-образовательной среды учебного заведения в информационную среду сетей.

Любая сетевая структура является открытой, способна к расширению. Однако встраивание новых узлов в сетевую структуру возможно только если они будут использовать схожие коды коммуникации. Применительно к системе образования это означает схожее понимание целей и задач образовательного процесса, общие ценностные ориентации, взаимный перезачет полученных в разных учебных заведениях знаний и т.д.

Распространение сетевых технологий в системе высшего образования ведет к тому, что у студентов и преподавателей появляются новые возможности получения информации, облегчающие ее освоение и не снижающие при этом качество образования. Это видеолекции, электронные учебно-методические комплексы, оцифрованные и электронные учебники, ссылки на дополнительные источники информации, которые можно найти в интернете, разборы типичных заданий, online-тестирование как самопроверка знаний и т.д. Повышать качество выполнения заданий позволяет использование сетевых ресурсов и программ. Преподаватели благодаря сетевым ресурсам получают доступ к информации из библиотек, интерактивным методикам преподавания с использованием информации из сети в offline или online режиме. В частности, это может быть применение online доски pedlet; технологии mind map; веб-квеста; использование подкастов; изучение и обсуждение подобранных преподавателем или другими студентами в Интернете примеров в виде видеофактов, фотографий и другого визуального материала, а также идей, выраженных в цитатах и многое другое.

К сожалению, в Республике Беларусь существует лишь небольшое количество сетевых образовательных ресурсов, которые могут свободно использоваться всеми жителями страны. Это, в частности Национальный образовательный портал adu.by, Effor.by, Адукар. И все они рассчитаны главным образом на школьное образование. А информационные ресурсы по высшему образованию сосредоточены в оцифрованных материалах библиотек и в самих учебных заведениях в виде их электронных библиотек и ЭУМК, доступ к которым не всегда является открытым для преподавателей других вузов. Отсюда вытекает необходимость расширения рамок функционирования обозначенных образовательных порталов или создание отдельного образовательного портала, связанного с высшим образованием. Он мог бы стать результатом коллективного творчества всех заинтересованных преподавателей и структур университетов, которые могли бы создать и постоянно пополнять банк информации по содержанию и методикам преподавания учебных дисциплин. Такой портал мог бы стать также большой дискуссионной площадкой, на которой бы поднима-

лись проблемные вопросы преподавания, предлагались «работающие» варианты их решения. Участвовать в обсуждении этих проблем обязательно должны не только педработники, но и работодатели.

Учреждения высшего образования в формирующемся сетевом образовательном пространстве способны стать резидентами-ресурсодателями. Они могут предлагать кадровые ресурсы: прежде всего преподавательский состав, но также и юридические, экономические, инженерные кадры. Их информационные ресурсы могут включать различные базы данных, оцифрованные библиотеки, мультимедийные материалы. ВУЗы обладают также материально-техническим ресурсом, могут предоставлять специализированное аппаратное и программное обеспечение. Важное место занимают инфраструктурные ресурсы: лекционные аудитории, компьютерные классы, лаборатории. ВУЗ может выступать в качестве учебно-методического ресурса, предлагая другим пользователям различные учебно-методические разработки, диагностический инструментарий. ВУЗы обладают также социальным ресурсом, поскольку имеют связи как с вышестоящими образовательными структурами, так и с другими учебными заведениями, предприятиями и организациями, общественными объединениями. Сетевое взаимодействие в образовательной сфере может быть использовано для «реализации образовательных программ (параллельно или последовательно); проведения совместных мероприятий (систематически, на постоянной основе): конкурсов, олимпиад, конференций, мастер-классов, круглых столов и пр.; подготовки школьников к олимпиадам и конкурсам; реализации больших проектов; организации методических и других объединений; построение для обучающихся сетевых индивидуальных образовательных маршрутов и т.п.» [3, с. 334–335].

Важной чертой сетевых социальных структур М. Кастельс считает децентрализацию, гибкость и, как следствие, способность к адаптации, а также индивидуализацию [1, с. 496–497].

Что означает индивидуализация применительно к сетевому образованию? Во-первых, индивидуализируются возможности преподавателей выбирать из всего многообразия представленных форм и методик преподавания то, что в наибольшей степени соответствует видению преподавателя, конкретной учебной дисциплине, специфике специальности студентов и даже отдельным студенческим группам. Во-вторых, все более индивидуализированными становятся условия труда преподавателя. Например, преподаватели в рамках курсов по выбору получают возможность разрабатывать такие учебные дисциплины, которые в наибольшей степени соответствуют их научным интересам и в которых они могут демонстрировать наиболее высокий уровень квалификации. Становится также индивидуальным и путь получения знаний обучающимся. Студент в перспективе сможет подстраивать компетенции под свои способности, возможности, желания, ценностные ориентации [4, с. 51].

Таким образом, индивидуальный путь получения образования для современного человека выступает совместной работой целого ряда образовательных структур (узлов образовательной сети). Это не только учебные заведения, но и другие агенты, которые предлагают различные образовательные курсы, еще в большей степени индивидуализирующие продвижение человека по траектории своего профессионального образования и личностного интеллектуально-духовного роста. Элементами сетевых образовательных структур являются и сайты организаций, где также может быть размещена обучающая информация. Поэтому необходимой составляющей сетевого образования является совместная работа различных учебных заведений, привлечение внешних источников, которые выступают в роли «субподрядчиков».

Необходимо подчеркнуть, что в нашей стране большая часть сферы образования зависит от внутреннего рынка образовательных услуг. В целом пока отдельные учебные заведения объединены в основном вертикальными связями государственной власти. Наша страна только вступает в эпоху сетевого образования. По терминологии Мануэля Кастельса белорусская система образования во многом может быть, к сожалению, отнесена к отключенным областям [5, с. 53]. И несмотря на санкции Запада у Республики Беларусь сегодня есть достаточно возможностей для интегрирования нашей системы образования с образовательными сетями России, стран ЕАЭС, ШОС и БРИКС с целью создания общей сетевой образовательной среды.

Развитие сетевой образовательной среды встречается с большим количеством проблем. Обозначим лишь некоторые из них. Сегодня различного рода обучающие элементы предлагаются на специальных сайтах и сайтах профессиональных сообществ. В связи с этим возникает вопрос по поводу экспертизы качества предлагаемого материала. Слепое доверие части студентов практически первой попавшейся информации усложняет процесс академического преподавания.

Вторая проблема связана с тем, что переход образовательной среды в сетевое пространство не всегда означает качественное изменение его структуры. Так, замена бумажного журнала на электронный на практике все еще приводит к дублированию информации на бумажном носителе, тем самым только увеличивая нагрузку на преподавателя. Возникает также вопрос об ответственности преподавателя за неразглашение информации об отметках обучающегося. Этот вопрос юридически не урегулирован. В случае юридического закрепления нормы неразглашения информации об отметках для учителя/преподавателя это станет дополнительной психологической нагрузкой.

Есть вопрос и к электронной учебной литературе. На практике она представляет собой простую оцифровку бумажных учебников. Между тем, электронный учебник имеет свою специфическую структуру. Подготовка электронных учебников является гораздо более трудоемким процес-

сом. Таким образом, переход к созданию полноценной электронной учебной базы потребует дополнительной нагрузки на преподавателя.

Проблемой является и размещение в сетевой среде контрольных заданий, поскольку тяжело контролировать самостоятельность их выполнение даже в режиме онлайн.

Создание различных информационных ресурсов и умение ими пользоваться также является проблемой для многих преподавателей. Поэтому необходимо создавать целую систему курсов повышения квалификации по освоению сетевой среды.

Немало вопросов возникает и в плане нагрузки преподавателя. В целом его погружение в создание сетевого образовательного пространства требует значительных затрат энергии и времени. В существующей системе эта большая дополнительная нагрузка никак не учитывается.

Сетевое образование является новой моделью образования, которая, возможно, придет на смену созданной еще Я. Коменским классно-урочной системе. На сегодняшний день не создано механизмов, которые бы обеспечивали возможность получения полноценного системного высшего образования только на основе сетевого обучения. Поэтому целесообразным остается использование комбинированного обучения. В Республике Беларусь пока еще недостаточное внимание уделяется созданию сетевой образовательной среды для высшего образования. Необходимо создание образовательного портала, в создании ресурсов которого могли бы принять участие все субъекты образовательного процесса. Участие преподавателей в создании образовательной сетевой среды, чтобы быть качественным, требует значительного временного ресурса. Это, в свою очередь, требует пересмотра аудиторной нагрузки в сторону ее снижения. Для эффективного использования сетевого образовательного пространства необходимо дополнительное обучение преподавателей на курсах повышения квалификации.

Список использованной литературы

1. Кастельс, М. Становление общества сетевых структур / М. Кастельс // Новая постиндустриальная волна на Западе. Под ред. В. Л. Иноземцева. – М., 1999. – С. 492–505.

2. Смирнов, И. П. Будущее профессионального образования: сетевая парадигма профессора М. В. Никитина / И. П. Смирнов // Профессиональное образование в России и за рубежом. – 2019. – № 1 (33). – С. 178–184.

3. Слинкина, И. Н. Дефиниция сетевого взаимодействия в сфере образования / И. Н. Слинкина, Н. Н. Устинова // Проблемы современного педагогического образования. – 2021. – №71-2. – С. 333–335.

4. Никитин, М. В. Становление сетевого профессионального образования: ресурсы организаций и сообществ / М. В. Никитин. – М. : КноРус, 2018. – 260 с.

5. Кастельс, М. Информационная эпоха: экономика, общество и культура / М. Кастельс. – М. : ВШЭ, 2000. – 609 с.

Summary. The aim of the article is to identify problems and outline the directions for the network environment development in the Republic of Belarus higher education. It is concluded that network education, unlike traditional education, is based on open public educational resources, principles of mass and equal interaction between educational process participants (including customers).

It is noted that for the development in network educational structures, a similar understanding in the goals and objectives of the educational process is necessary. New opportunities that network education provides to participants in the educational process are outlined. The need to create a special educational portal in the Republic of Belarus is indicated. It is concluded that the entry of the educational system of the Republic of Belarus into the network space requires additional time from teachers, which should be taken into account and additionally financially rewarded.

УДК 159.9.07

Толкач И.Ф., кандидат искусствоведения, доцент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

МОРАЛЬНО-ЭТИЧЕСКАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ

Аннотация. Статья посвящена изучению морально-этической ответственности студентов. Определены средние значения по шкалам рефлексии на морально-этические ситуации, интуиции в морально-этической сфере, экзистенциальной ответственности, альтруистических эмоций, морально-этических ценностей. Выявлен уровень сформированности морально-этической ответственности будущих инженеров.

Abstract. The article is dedicated to the study of moral and ethical responsibility of students. The average values for the scales of reflection on moral and ethical situations, intuition in the moral and ethical sphere, existential responsibility, altruistic emotions, moral and ethical values are determined. The level of formation of moral and ethical responsibility of future engineers is revealed.

Ключевые слова: морально-этическая ответственность, будущие инженеры, студенты.

Keywords: moral and ethical responsibility, future engineers, students.

Быстрые темпы научно-технического прогресса, рост технологических инноваций влекут изменения во всех сферах общественной жизни, в том числе образовательной и духовной сфере, и, как следствие, в системе ценностей современного общества. Так, в последние десятилетия наблюдается активизация (актуализация) роли материальных ценностей. Однако, именно духовные ценности, включая мораль, нравственность, являются фундаментом для развития любого общества. Прежде всего, моральные, нравственные ценности являются регулятором отношений между людьми, а, следовательно, имеют особое значение и важность для общества. В со-

ответствии с Кодексом об образовании одной из главных задач образования является духовно-нравственное развитие личности. В связи с этим духовному развитию современной молодежи в контексте образовательного процесса в настоящий момент уделяется особое внимание. Этим обусловлен интерес к данной проблеме, ее актуальность и своевременность.

Для формирования и развития личностных качеств будущих инженеров важно понимать степень осознанности студентами этических норм и правил. Изучение морально-этической ответственности будущих инженеров проводилось с помощью методики И. Г. Тимощука «Диагностика уровня морально-этической ответственности личности (ДУМЭОЛП)» [1]. В исследовании приняли участие 27 студентов специальности «Технический сервис в агропромышленном комплексе» Белорусского государственного аграрного технического университета.

Данный опросник позволяет не только выявить уровень сформированности морально-этической ответственности студентов, но и изучить различные ее характеристики, скомпонованные по 5 шкалам: рефлексия на морально-этические ситуации, интуиция в морально-этической сфере, экзистенциальная ответственность, альтруистические эмоции, морально-этические ценности.

Рефлексия на морально-этические ситуации – это навык постоянно анализировать свое поведение и поступки и получать от этого удовольствие; осознавать, что саморефлексия придает уверенность в себе и высокую адаптивность в социуме; задумываться не только о своей выгоде, но и о том, как это отразится на окружающих.

Развитая интуиция в морально-этической сфере позволяет очень быстро сделать правильный выбор при любой этической дилемме; советоваться с внутренним голосом; жить в ладу со своей совестью; анализировать слова и поступки свои и других людей с точки зрения «добра и зла», морали и аморальности.

Экзистенциальный аспект ответственности связан с признанием и принятием личной ответственности за происходящее в собственной жизни. Человек полностью отвечает за все кризисы и конфликты; понимает и исполняет свой долг перед самим собой и обществом; осознает, что безответственное поведение может наносить ущерб не только себе, но и другим.

Шкала «Альтруистические эмоции» дает информацию о том, является ли любовь ценностью в современном мире; оправдана ли бескорыстная помощь и не портит ли она людей; нужно ли сочувствовать и сопереживать людям, ведь это не решает их проблемы; возможно ли искренне радоваться успехам и достижениям других людей, или за этим скрывается зависть; могут ли уверенные в себе люди испытывать эмоцию вины.

Шкала морально-этических ценностей выявляет отношение к понятиям «долг», «честь», «совесть», «справедливость» и их значимость в современном мире: утратили или нет данные качества свое первостепенное

значение; являются ли борцы за справедливость выскочками; может ли совесть помешать зарабатывать деньги; как часто можно руководствоваться правилом «цель оправдывает средства».

В результате проведенного исследования выявлен средний уровень сформированности морально-этической ответственности будущих инженеров. Среднее значение – 11,07 балла, диапазон значений 6–15 баллов. При этом только 15% студентов показало высокий уровень сформированности морально-этической ответственности со средним значением 17,5 балла (диапазон значений 16–25 баллов). 85 % респондентов обнаружило средний уровень со средним значением 9,96 балла.

Результаты выявленных средних значений по пяти шкалам морально-этической осознанности будущих инженеров отражены в диаграмме (рис. 1).

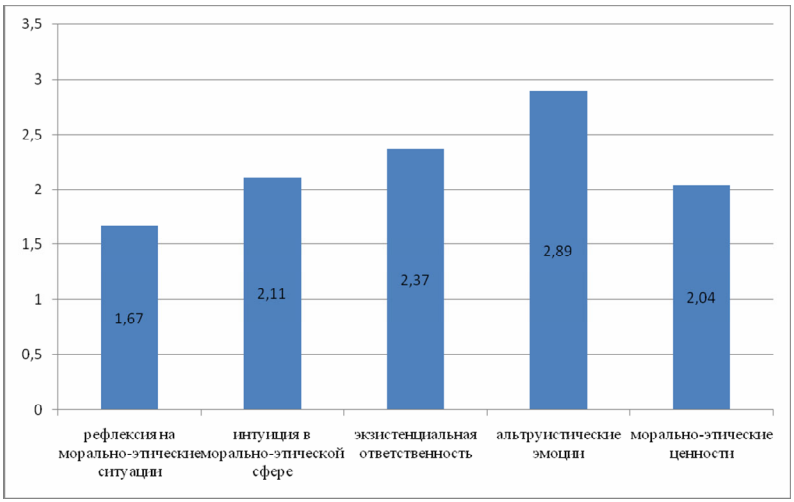


Рисунок 1 – Средние значения морально-этических качеств будущих инженеров

Прежде всего, следует отметить, что значения по шкалам колеблются в диапазоне от 0 до 5 баллов. Как видно на рисунке, средние значения по шкалам имеют достаточно низкие баллы. Выше среднего выявлено значение только по шкале альтруистических эмоций (2,89 балла). По всем другим шкалам средние значения находятся в пределах от 1,67 до 2,37 балла. Отметим, что самые низкие значения студенты показали по шкале рефлексии на морально-этические ситуации. Это свидетельствует о низком уровне анализа ситуаций, связанных с этическими нормами, правилами и принципами.

Итак, проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы. В данной группе респондентов выявлен средний уровень сформированности морально-этической ответственности. При этом более высокие

средние значения студенты показали по шкале альтруистических эмоций. По шкалам экзистенциальной ответственности, интуиции в морально-этической сфере и морально-этических ценностей средние значения находятся в среднем диапазоне. Наиболее низкие средние значения студенты продемонстрировали по шкале рефлексии на морально-этические ситуации. Подтверждением данных результатов служат также устные опросы будущих инженеров, которые свидетельствуют о большом интересе студентов к материальным благам, материальным ценностям и недооценке роли духовных, нравственных ценностей в развитии личности и общества. Очевидно, что полученные результаты указывают на необходимость привлечения внимания к данной проблеме и организации мероприятий, позволяющих сформировать более высокий уровень духовно-нравственных качеств.

Список использованной литературы

1. Диагностика уровня морально-этической ответственности личности (ДУМЭ-ОЛП) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://psytests.org/life/dumeolp.html. – Дата доступа: 28.02.2025.

Summary. The article is devoted to the study of the problem of moral and ethical responsibility of future engineers. As a result of the conducted research, the average level of moral and ethical responsibility has been revealed. The reflection scales' average values on moral and ethical situations, moral and ethical values, intuition in the moral and ethical sphere, existential responsibility, and altruistic emotions are defined in the range from 1.67 to 2.89 points (5 points maximum). The obtained data indicate the need to organize events to form a higher level of spiritual and moral qualities.

UDC 377.3

Umar Abubakar Sokoto, PhD.;
Shehu Shagari College of Education, Sokoto Business Education Department, Nigeria
Aminu Musa Gusau, PhD.;
Ministry of Finance Zamfara State, Nigeria
Yusuf Aliyu, *Nigeria*

BUSINESS EDUCATION: A VERITABLE TOOL FOR YOUTH EMPOWERMENT FOR JOB-CREATION AND POVERTY REDUCTION. [A SURVEY OF SOKOTO METROPOLIS]

Abstract. This study was aimed at exploring the potentials of business education as a strategic planning in combating youth unemployment challenges to job-creation and poverty reduction, with a focus on Sokoto-Metropolis, sokoto state, Nigeria. It was premised on three research objectives and corresponding three research questions, employing a survey research design approach. The target population comprised 150 young people, 30 lecturers, and 20 entrepreneurs in Sokoto-Metropolis. All the population of 200 was used as participants through a structured survey involving young

individuals' educators, and entrepreneurs who have benefitted from business education programmes, data were collected and analyzed to determine the impact of business educative issues on youth empowerment. The findings revealed that while business education significantly and entrepreneurial skills, financial literacy, and self-reliance, practical application of learnt knowledge and competences of the curriculum exhibit that gaps exist. Additionally, alignment with the demands of the contemporary business environment is noted as an area sending improvement. Based on these findings, it was recommended for expanded access to business education, particularly in underserved areas, and advocates for stronger support system such as incubation centers and funding initiatives, to support young entrepreneurs. Enhanced collaborations between educational institutions and the private sector are suggested as bridge the gap between theoretical training and real-world application ultimate maximizing the potential of business education to mitigate youth unemployment and poverty reduction.

Keywords: Business Education, Youth Empowerment, Job-creation, Poverty-Reduction

Introduction. In an increasingly complex, and competitive global economy, unemployment and poverty remain pressing challenges, particularly among the youth. Unemployment is a key economic Indicator because it signals the ability or otherwise of workers to obtain gainful work and productively contribute to the output of the economy. Business education has emerged as a pivotal tool for addressing these issues by equipping young individuals with the skills, knowledge and competence necessary to thrive in the workforce and create their own economic opportunities. Business education offers its recipients an opportunity to develop abilities, skills and understanding of vocational opportunities available.

Statement of the Problem. Youth unemployment and poverty-reduction are critical challenges in Sokoto-Metropolis of Sokoto State, Nigeria, hindering economic development and contributing to social instability. Despite various interventions programmes, a significant proportion of the youthful population remains jobless, with limited access to resources and opportunities to improve their socio-economic statuses. This situation perpetuates a cycle of poverty, reducing the overall quality of life and fuelling discontent and restiveness among the youth. Business education is increasingly recognized as a viable strategy for empowering young people with the skills and knowledge needed to create and sustain their own enterprises. By equipping the youth with entrepreneurial skills, business education can foster self-reliance, creation of job opportunities through innovation, creativity and also.

Research Questions. In line with the objectives of the study, the following research questions were raised to give direction to the study:

1. To what extent does business education equip young people with skills, knowledge and competences for self-reliance in Sokoto State?
2. How effective are existing business education initiatives as crucial tode in meeting the needs and aspirations of the youth in Sokoto State?

3. What are the challenges faced by both donators and students in implementation of skills acquisition from business education programme in Sokolo State?

Methodology. The study adopted a survey research design. This design allowed for collection of data from a sample of the target population in Sokoto-Metropolis to assess their views on the effect of business education on employment creation and poverty alleviation.

The population consisted of the youth between the ages of 18 and 35 in Sokoto-Metropolis numbering 150, lecturers and instructors involved in business education programs numbering 30 and local entrepreneurs who have benefited from business education initiatives numbering 20 giving a total of 200 members of the study population.

200 participants consisting of 150 young people both beneficiaries and non-beneficiaries of nosiness education programmers, 30 lecturers from local institutions offering business education programmers and 20 local entrepreneurs who have completed business education programs. The study was therefore a census survey. The population was considered manageable but large enough to reduce sampling error and allow for generalization of Endings while yet manageable in terms of data collection.

The main instrument for data collection was a structured questionnaire which was administered to the young people and educators. The questionnaire was close-ended items to capture quantitative data on the extent of agreement or otherwise about the impact of business education on employment and poverty alleviation, Semi-structured interviews were also conducted with local entrepreneurs who have benefited from business education programs These interviews were aimed at gathering in-depth insights into Bow business education has directly influenced their entrepreneurial activities and economic empowerment. All participant were briefed on the purpose of the study and consents obtained before administering the questionnaire of conducting the interviews.

Data Presentation and Analyses. Data elicited by the study were given a tabular presentation and simple percentages calculated to address the questions raised for the study.

Table 1 shows the extent to which business education has equipped young people its competencies to be self-reliant As regards business education having improved entrepreneurial skills of the youth, 91% agreed. With regard to being empowered to start own businesses after undergoing business education and training. 92% of the youth respondents were in agreement. With respect to business education being key to reducing youth unemployment, 93% were in agreement. In relation to business education helping young people to understand financial management better than they had known, 97% agreed that they were well-informed about management of finances after undergoing training in business education programmers.

Table 2 shows effectiveness of existing business education Initiatives in meeting the needs and aspirations of the youth in Sokoto-Metropolis. In respect of business education adequately preparing young trainees for the workforce 60% was in agreement. With regard to more practical approaches being required in the training of business education, 97% indicated agreement.

Table 3 indicates responses of entrepreneurs in respect of challenges posed to trainers and trainees in skill acquisition of business education programmers, In respect of trainee's sniggling with applying what they've learnt in actual business scenarios, 90ts ware in agreement. With regard to relevance of skills acquired falling short of requirements of current business environment, 855% were in agreement.

Discussion of Findings. Responses regarding extent to which business education equips young people with skill and competences for self-reliance indicate a strong conscious that business education significantly enhances entrepreneurial skills, empowers individuals for self-employment aids in reducing youth unemployment, and improves knowledge of financial management, This study is in line with Wardana *et al.* of. (2020) who found out that entrepreneurial education mot only oquips individuals with the knowledge to identify business opportunities but also Fosters a proactive attitude towards entrepreneurship. This mindset is associated with the skills necessary to start and sustain businesses, thus empowering young people for self-employment and economic independence.

Responses of lecturers in respect of effectiveness of existing business education initiatives in meeting the needs of the youth, there was agreement to effectiveness of business education in preparing the youth for employment, and hence empowerment. Regarding the need for more practical approaches in the training of the youth for empowerment, there was strong agreement that practical hands-on approaches are required to improve the relevance and Impact of current business education initiatives. This is corroborated by Sagagi, (2010) Handayati *et al.* (2020 who reported that many graduates struggle to translate classroom-acquired skills into actionable business competencies. The Nigerian example further that these assertions, as reported indicate that despite great aides in entrepreneurship

Conclusion. This study underscores the vital role that business education plays in addressing youth unemployment and poverty, particularly in: Sokoto-South Local Government Area. The findings revealed that business education significantly equips young people wi entrepreneurial skills, fosters self-reliance and enhances financial management knowledge, making it a crucial tool for economic empowerment.

The study has also shown that while business education has proven effective in preparing young people for entrepreneurship and employment, there is a strong need for more practical, hands-on approaches to adequately meet the aspirations of the youth, is the relevance of skills acquired falls short of evolving market demands of the business world.

The study also observed that trainees cannot sassily be absorbed into entrepreneurial ventures without further training as the skills and competencies acquired require refresher training to make them employable

Recommendations. From the discussion of findings and the conclusions drawn, the following recommendations are made:

1. The government is urged to expand access to business education programmed. Especially in underserved areas, as a way of promoting than as tools for combating youth unemployment. Collaborating with private sector stakeholders to increase funding and provision of required resources for such programmed would he an initiative in the right direction.

2. Educational institutions are encouraged to ensure regular review and update of business education curriculum to ensure it gets aligned with requirements of the evolving business landscape and the needs of learners, thereby ensuring relevance and applicability.

3. The government is implored to offer additional support for new entrepreneurs, such as start-up incubation centers, business grants and advisory services to help transform their business ideas into reality and promote self-reliance and self-sufficiency

4. Educational institutions are enjoined to build stronger partnership relationships with businesses to offer more practical, hands-on entrepreneurial experiences, internships and mentorship programmed to bridge the gap between theoretical knowledge and real-world application.

References

1. Aladekomo, F. O. (2004), Nigeria Educational Policy and Entrepreneurship. *Journal of Soeval Sciences*, 9(2), 75–83.

2. Handayati, P., Umam, K., Azzahra, F. & Wardani, R. (2020). The Impact of Entrepreneurial Education on the Entrepreneurial Mindset of Vocational Students in Indonesia, *Frontiers in Psychology 11. Article* 320

3. Igboke, S. A. (2005). *Business Education Principles and Methods* Jones Communications Publishers.

4. Mason, G. (2013). Youth Unemployment in the Global Economy: Causes and Remedies *Journal of Development Economics,* 22(4), 293–307.

5. Nowiński, W, Haddoud, M. Y., Lancaric, D., Egerová, D., & Czeglédi, C. (2019). The Impact of Entrepreneurship Education. Entrepreneurial Self-efficacy and Gender on Entrepreneurial Intentions of University Students in the Visegrad Countries. *Studies in Higher Education*, 44(2), 361–379.

6. Sagagi, M. S. (2010). Entrepreneurship Education in Nigerian Universities: Implementation and Way Forward. *International Journal of Business and Management* 5(2), 41–48.

7. Wardana, L. W, Narmaditya, B. S. Wibowo, A., Mahendra, A. M., Wibowo, N. A., & Rohman, F. (2020). The Impact of Entrepreneurship Education and Students Entrepreneurial Mindset: The Mediating Role of Entrepreneurial Self-Efficacy. *Frontiers in Psychology*: 11, 552311. hups://doi.org/10.3389/fpsvg 2020.552311.

УДК 37.014

Медведок Т.В., старший преподаватель
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

О СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНОМ ОБРАЗОВАНИИ В ЦИФРОВУЮ ЭПОХУ

Аннотация. Развитие цифровых технологий вносит изменения во все сферы деятельности, в том числе и в систему образования. Скорость и эффективность потенциала цифровых технологий не всегда дают индивиду возможность непредвзятого критического подхода и оценки этого средства в сфере учебной деятельности. Использование новейших информационных технологий определяет трансформацию образовательных принципов и методов, сказывается на содержании и организации учебного процесса. Возникает необходимость осмысления влияния цифровизации в сфере образования через традицию социально-гуманитарного образования.

Abstract. The development of digital technologies brings changes to all spheres of activity, including the education system. The speed and efficiency of the potential of digital technologies do not always give an individual the opportunity for an unbiased critical approach and assessment of this tool in the field of educational activity. The use of the latest information technologies determines the transformation of educational principles and methods, affects the content and organization of the educational process. There is a need to understand the impact of digitalization in the field of education through the tradition of socio-humanitarian education.

Ключевые слова. Социально-гуманитарное образование, социально-гуманитарные дисциплины, цифровые технологии, цифровая грамотность, информационная грамотность.

Keywords. Socio-humanitarian education, socio-humanitarian disciplines, digital technologies, digital literacy, information literacy.

Споры о кризисе социально-гуманитарного образования, о тенденции снижения познавательной активности со стороны отечественной молодежи, о возрастающей малограмотности молодых людей происходят на разных уровнях информационного пространства. Эти проблемы образования присущи не только для нашей страны, они выступают в качестве знака глобальных трансформаций в данной области, и, безусловно, требуют осмысления и изучения.

Цифровая среда сегодня охватывает не только повседневные практики, но и уверенно вторгается в область профессиональной деятельности людей, преобразовывая и деятельностные формы, и сознание индивида. Развитие цифровых технологий повышает интерес научного сообщества к проблемам трансформации социальной реальности, оформления новой цифровой культуры, изменения жизненного мира человека, рискам и возможностям виртуализации социума. Если данным технологиям суждено

стать в будущем рутинной частью жизни, то чтобы ими правильно пользоваться и успешно развивать, понадобиться фундаментальная система гуманитарного мышления.

Появление и распространение новых информационных технологий определяет трансформацию образовательных принципов и методов, в связи с чем возрастает количество требований в адрес современного педагога. Если около двадцати лет назад ценились такие качества как творческая активность, новаторство, исследовательская инициатива, то сегодня от современного учителя ожидают цифровой грамотности, владения цифровыми технологиями, методическими приемами включения девайсов в учебный процесс и др.

Ряд исследователей предупреждают о рисках, имеющих место в пространстве современного образования. «Место концептуального многоступенчатого фундаментального образования вытесняет фрагментарное просвещение, в котором практически отсутствуют параметры контроля, индивидуализации и креативности. Особенно ярко данные тенденции проявляются в дистанционных формах обучения, направленных на удаленное освоение унифицированных образовательных программ» [1].

Возможно, данные образовательные тенденции носят временный характер, а с развитием технологий и усложнением механизмов обучения будет актуальна реализация индивидуальных траекторий персонального образовательного маршрута на протяжении всей жизни с поэтапной познавательной загруженностью и усложнением содержания образования.

Заметен социальный запрос на формирование новых подходов к обучению, где требуется отыскать баланс «между дистанционными программами, направленными на формирование дополнительных навыков и частично перенимающими на себя просветительские функции для обширной аудитории, и обучением фундаментальным базовым знаниям в логике единого образовательного процесса в неоднородном перенасыщенном информационном пространстве» [1].

Будущих и нынешних педагогов информируют о снижении памяти у подростков, о снижении концентрации внимания, ослаблении мыслительных процессов, предупреждают о недопущении бессмысленного использования гаджетов в учебном процессе. Но для этого требуется «специально учить методике обучения и педагогическим технологиям на основе цифровых технологий, что требует органичного включения в учебный план вуза соответствующих модулей и включения аспектов цифровизации во многие учебные дисциплины. Иначе говоря, следует пронизать цифровизацией всю профессиональную подготовку будущих педагогов» [2].

Несмотря на доступность цифровых технологий, дистанционных форм обучения, данный формат является дополнительным ресурсом для «продвинутых» пользователей, а основной процент людей предпочитает проводить время не на образовательных платформах, а в социальных сетях. По-

тому, прежде чем вести речь о повсеместной цифровизации образования, необходимо сформировать мотивацию к цифровому самообразованию.

Так, в результате низкой мотивации и недостаточной цифровой грамотности обучающийся из субъекта образовательного процесса рискует стать и становится объектом технологий современного маркетинга, на который обращен лишенный контроля разнородный поток «образовательного» контента с многообразных ресурсов и от различных создателей, не всегда вооруженными знаниями предмета и межпредметных связей, соответствующими педагогическими методиками, и ключевое, данный процесс осуществляется без наличия исходного образовательного плана и понимания того, что должен получить объект подобного образования после окончания курса, кроме сертификата/удостоверения и т.п.

Лавинообразный рост образовательного контента различного содержания и качества сводит роль обучающегося к просмотру видео и выбору правильного ответа на задания теста, а популярность подобных образовательных ресурсов определяется результатами предпочтений маркетинговой политики, что обусловливает спрос на облегченные «быстрые знания» в ущерб классическому образованию во всех сферах.

Используя стратегию введения цифровых технологий в разные сферы жизнедеятельности, следует особенно осторожно внедрять данную стратегию в системе образования и, в частности, в практике преподавания социально-гуманитарных дисциплин. Поэтому программа цифровой трансформации системы образования должна быть обдуманной, подготовленной и непременно учитывающей специфику развития образовательной сферы. «В набирающей темп стихии современной цифровой реальности поколения нередко должны будут действовать без опоры на помощь родителей и педагогов, формируя значительно раньше последних собственную устойчивую шкалу ценностей …, в которой бы интерес к информационно-коммуникационным технологиям не перечеркивал потребности всестороннего цельного развития человека, шкалу как такую социально-гуманитарную платформу личности, на которой спорт, музыка, искусство, философия и т.п. не исключали бы, а дополняли и направляли потребности и интересы развития Интернета вещей и Интернета идей» [3].

С вопросом о цифровой грамотности тесно связан вопрос об информационной грамотности, и в условиях современных информационных вызовов именно сфере социально-гуманитарного знания предстоит занять лидирующее место в траектории развития будущих судеб образования. Напомним, что в нашей стране с 1 сентября 2022 г. общеобязательной является новая Концепция оптимизации содержания, структуры и объема цикла социально-гуманитарных дисциплин в учреждениях высшего образования.

В Главе 4 «Подходы к совершенствованию организации цикла (модуля) социально-гуманитарных дисциплин» указано: «разработка нового содержания СГД (новые типовые (примерные) учебные программы по учебным дисциплинам) с учетом того, что современные условия информационного общества, глобализационные и социально-экономические процессы, условия жизнедеятельности людей и факторы обеспечения безопасности личности, общества и государства, ставят перед социально-гуманитарными науками задачу по глубокому осмыслению новых реалий и поиску адекватных ответов на вызовы времени» [4].

Сегодня развитие цифрового общества сопряжено с интенсивными социальными преобразованиями, затрагивающими не только материальные формы жизнедеятельности человека, но и его духовные основы существования, природу и структуру его идентичности. Также цифровая реорганизация соотнесена с неотвратимыми социальными рисками, знание сущности и особенностей которых предоставляет возможность ими управлять и минимизировать негативные последствия для личности и общества.

Список использованной литературы

1. Шапинская. Е. Н., Лисенкова. А. А. Гуманитарное образование в цифровую эпоху: трансформация или кризис? / Е. Н. Шапинская, А. А. Лисенкова // Культурный код. – 2020. – № 1. – С. 42–54.

2. Гребенюк, Т. Б. Подготовка будущего педагога к цифровизации образования как педагогическая проблема / Т. Б. Гребенюк // Научно-методический электронный журнал «Калининградский вестник образования». – 2020 – № 2 (6). – С. 20-27. – Режим доступа: https://koirojournal.ru/realises/g2020/3jul2020/kvo203/. – Дата доступа: 05.05.2025.

3. Малыхина, Г. И., Чуешов, В. И. Социально-гуманитарное образование как средство и цель в цифровую эпоху / Г. И. Малыхина, В. И. Чуешов // Высшее техническое образование: проблемы и пути развития = Engineering education: challendes and developments: матер. X Междунар. науч.-метод. конф. – Минск, 2020. – С. 159–163.

4. Концепция оптимизации содержания, структуры и объема цикла (модуля) социально-гуманитарных дисциплин в учреждениях высшего образования: Министерство образования Республики Беларусь, УО «Республиканский институт высшей школы», 29 апреля 2022 г. [Электронный ресурс] // Республиканский портал проектов образовательных стандартов высшего образования. – Режим доступа: https://edustandart.by/media/k2/attachments/nd_kontseptsiya-optimizatsii_290422_.pdf. – Дата доступа: 05.05.2025.

Summary. The use of the latest information technologies in modern education requires understanding the impact of digitalization in the education system through the tradition of socio-humanitarian education.

УДК 37

Шабаев Е.А., кандидат технических наук, доцент;
Четвериков Е.А., кандидат технических наук, доцент;
Беленов В.Н., кандидат технических наук
ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

ДУХОВНОЕ И ФИЗИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ В КОНТЕКСТЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ

Аннотация. Проблема воспитания и формирования личности молодого поколения обусловлена реалиями современной жизни. Образовательный процесс играет одну из ключевых ролей в формировании молодого поколения, способного не только адаптироваться к современным реалиям, но и вносить позитивный вклад в развитие общества. В статье рассмотрена взаимосвязь духовного и физического воспитания в контексте образовательного процесса для студентов технических ВУЗов.

Abstract. The problem of upbringing and personality formation of the younger generation is conditioned by the realities of modern life. The educational process plays a key role in shaping the younger generation, which is able not only to adapt to modern realities, but also to make a positive contribution to the development of society. The article examines the relationship between spiritual and physical education in the context of the educational process.

Ключевые слова. Образовательный процесс, духовное и физическое воспитание, молодое поколение.

Keywords. Educational process, spiritual and physical education, the younger generation.

В условиях стремительно меняющегося мира, с его информационной перегрузкой и размыванием традиционных ценностей, гармоничное развитие личности становится особенно важным. На всех возрастных этапах развития личности возникает проблема формирования привычек здорового образа жизни, сознательного отношения к собственному здоровью и физической подготовленности существенно актуализируется и выступает как социально-значимая задача.

Именно образовательный процесс способен сыграть ключевую роль в формировании личности молодого поколения, способного не только адаптироваться к современным реалиям, но и вносить позитивный вклад в развитие общества.

Духовное воспитание направлено на формирование гармоничной личности через усвоение высших духовных ценностей. Оно предполагает становление отношений молодежи к Родине, обществу, коллективу, людям, к труду, своим обязанностям и к самому себе. В рамках духовного воспитания развиваются такие качества, как патриотизм, толерантность, товарищество, активное отношение к действительности, глубокое уважение к людям [1, 2].

Физическое воспитание, в свою очередь, направлено на формирование физической культуры личности в результате педагогических воздействий и самовоспитания. Оно помогает решить такие задачи, как укрепление здоровья, совершенствование телосложения, достижение и сохранение высокой работоспособности, а также формирование и доведение до необходимого совершенства прикладных и спортивных умений и навыков [2].

Практический опыт показывает со студентами технических специальностей показывает, что эффективная работа в этом направлении требует комплексного подхода, основанного на взаимосвязи духовного и физического воспитания. Мы убеждены, что здоровый образ жизни способствует развитию интеллектуальных способностей, повышает устойчивость к стрессам, формирует дисциплину и силу воли. А духовная зрелость, в свою очередь, помогает делать правильный жизненный выбор, улучшает эмоциональное состояние, что положительно сказывается на физическом здоровье.

Положение общей педагогики, теории и методики физического воспитания о единстве физического и духовного воспитания в процессе формирования личности представляет диалектический взгляд на исследуемую проблему [3].

Интеграция элементов духовного и физического воспитания в образовательном пространстве не находит достаточного отражения в ее теоретическом обосновании из-за организационно-методического обеспечения воспитательного процесса при существующей разобщенности духовных взглядов и физического состояния учащихся, изолированном решении воспитательных задач в образовательных учреждениях.

Следовательно, работа в этом направлении требует постоянного поиска, совершенствования методов и приемов.

Эффективные пути духовного и физического развития молодёжи требуют комплексного подхода, объединяющего усилия семьи, образовательных учреждений, государства и самой молодёжи.

Несмотря на полную загруженность учебным процессом преподавателю в ходе проведения занятия необходимо хотя бы немного акцентировать на духовное и физическое развитие, даже если это не связано с преподаваемыми дисциплинами. При поступлении в технический ВУЗ у студентов может сложится неправильное восприятие об акценте изучения тех или иных дисциплин, поэтому необходимо учитывать и индивидуализацию образовательного процесса в педагогической деятельности. Он включает в себя учёт особенностей каждого обучающегося, в том числе возрастно-половых различий, разного уровня подготовленности, индивидуально-типологических свойств личности.

Ниже представим на наш взгляд одни из ключевых направлений физического развития:

- формирование культуры здорового образа жизни: Это основа, которую необходимо закладывать с детства. Важно донести до молодёжи по-

нимание, что здоровье – это ценный ресурс, и его нужно беречь. Пропаганда здорового питания, активного образа жизни, отказ от вредных привычек – всё это должно стать нормой.

- интеграция физической активности в повседневную жизнь: Поощрение использования велосипедов, пеших прогулок, активного отдыха на природе. Ограничение времени, проводимого за компьютером и другими гаджетами.

- здоровьесберегающие технологии в образовании: Организация учебного процесса с учётом физиологических особенностей молодёжи, создание комфортных условий для обучения.

К духовному развитию следует отнести:

- развитие критического мышления: Обучение анализу информации, умению отличать факты от мнений, формированию собственной точки зрения. Это особенно важно в эпоху информационной перегрузки и фейковых новостей.

- нравственное воспитание: Формирование таких качеств, как честность, ответственность, уважение к другим, сострадание, эмпатия. Это можно делать через обсуждение моральных дилемм, анализ литературных произведений, примеры из жизни.

- самопознание и саморазвитие: Помощь молодёжи в понимании своих сильных и слабых сторон, поиске своего предназначения, развитии талантов и способностей.

- приобщение к культуре и искусству: Посещение музеев, театров, концертов, чтение книг, развитие творческих способностей.

- формирование гражданской ответственности: Вовлечение молодёжи в общественную жизнь, волонтёрскую деятельность, проекты, направленные на улучшение общества.

- создание позитивной социальной среды: Окружение, в котором царит атмосфера поддержки, взаимоуважения, толерантности, способствует духовному росту.

Ниже представлены методы и формы работы:

- интерактивные игры и тренинги;
- групповые дискуссии и обсуждения;
- ролевые игры и моделирование ситуаций;
- проектная деятельность;
- творческие самостоятельные работы (конференции);
- спортивные соревнования и мероприятия.

В результате можем получить:

- повышение уровня знаний о здоровье и здоровом образе жизни;
- формирование устойчивой мотивации к здоровому образу жизни;
- улучшение физической формы;
- снижение распространенности вредных привычек;

- развитие личностных качеств, способствующих здоровому образу жизни (ответственность, самодисциплина, целеустремленность);

- повышение уровня социальной активности и адаптации.

Реализация этих мер требует совместных усилий всех заинтересованных сторон. Только создав благоприятные условия для гармоничного развития молодёжи, мы сможем воспитать здоровое, образованное, духовно богатое поколение.

Список использованной литературы

1. Оболкина, А. Б. Спорт и духовное воспитание / А. Б. Оболкина – Текс : // Ежеквартальный информационно-методический журнал «Образование Ямала». – 2016 – № 14.

2. Краснов, Р. К. Физическое воспитание как инструмент развития духовной культуры личности и личностных качеств студентов / Р. К. Краснов, А. Л. Слепченко, В. В. Вольский. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2019. – № 19 (257). – С. 383-384. – URL: https://moluch.ru/archive/257/58881/ (дата обращения: 27.04.2025).

3. Миронов, И. Л. Духовное и физическое воспитание студентов – пути интеграции / И. Л. Миронов, С. С. Никитина – Текст : // Международный журнал «Символ науки» № 12-2/2016. – С. 226–228.

Summary. All this will make it possible to achieve significant results in the development of the physical and spiritual potential of the younger generation. An integrated approach focused on the formation of values of a healthy lifestyle contributes to the upbringing of a harmoniously developed, responsible and socially active personality.

УДК 316

Медведок Т.В., старший преподаватель;
Усик Н.М., студент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

СПЕЦИФИКА СТАТУСНО-РОЛЕВЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ТРАНСФОРМИРУЮЩЕГОСЯ ОБЩЕСТВА

Аннотация. Для современных развивающихся обществ характерны непрерывные процессы трансформации социально-экономических отношений, что сказывается на индивидуальной и групповой социальной мобильности. В данной статье рассматриваются особенности статусно-ролевых изменений в условиях трансформирующегося общества.

Abstract. Modern developing societies are characterized by continuous processes of transformation of socio-economic relations, which affects individual and group social mobility. This article examines the features of status and role changes in the conditions of a transforming society.

Ключевые слова. Социальный статус, социальная роль, социальная мобильность, трансформирующееся общество.
Keywords. Social status, social role, social mobility, transforming society.

В обществах, где социальная статика носит абсолютный характер, индивиды и социальные общности оказываются словно раз и навсегда прикрепленными к своему занимаемому положению. Тогда социальные статусы остаются практически неизмененными на протяжении жизни. Если в социальном статусе человека и социальных общностей не происходят изменения, то и в самом обществе изменений тоже не случается. «В первобытном обществе изменения в положении человека происходили лишь два раза. Первый раз, когда он, пройдя особый обряд посвящения, переходит от детей к взрослым, второй раз, когда превращается в старика» [1].

Напротив, в современных развивающихся обществах каждый человек и каждая общность способны часто менять свой социальный статус. Люди меняют свою профессию, могут поменять место жительства, место работы, сменить семейное положение или даже социальный слой. В этом случае интенсивно меняется само общество. Такая социальная подвижность определяются через понятие «социальная мобильность», которое выражает как готовность личности, социальных групп и слоев к изменению своего статуса, так и к осуществлению данной готовности.

Социальная мобильность личности предполагает изменение только ее социального места, но не самой личности. Не всегда личность, меняя свой социальный статус, мгновенно приобретает требуемые для выполнения иных социальных функций новые качества. Для этого, как правило, требуется определенное время. Осуществляя перемещение на новое социальное место и приобретая соответствующие этому месту иные социальные функции, личность оказывается перед необходимостью формирования новых способностей, потребностей, мотивации и т.п. По этой причине социальная мобильность является непременным условием развития современной личности.

В то же время неизбежен определенный разрыв между изменением социального положения личности и изменением ее социальных качеств. Степень разрыва во многом обусловлена социальной дистанцией между старым и новым статусами и темпами социальной мобильности. «Чем длиннее социальная дистанция, чем быстрее осуществляется социальное перемещение личности, тем ощутимее разрыв между социальным статусом и социальными качествами человека… На определенное время личность оказывается в пограничном положении: с одной стороны, она занимает новый социальный статус, а с другой стороны, не приобрела необходимых качеств для выполнения новых социальных функций» [1].

В современной культуре социальное поведение предполагает не столько сохранение человеком своего статуса, сколько искусное и рациональ-

ное приспособление его к конкретной ситуации. Наиболее высоко оценивается не буквальное соблюдение правил, а умение в случае необходимости эти правила преодолевать. И в этой связи значительно возрастает роль самой личности.

«Нормативная заданность объема и качества потребления заставляет поиному взглянуть на признаки, определяющие социальный статус. Так, социальное положение, престиж и выполнение ролевых функций зависят не от реального содержания труда и качества трудового вклада, а от таких формальных показателей как социальное происхождение, место прописки, занятости на предприятии или организации определенной отрасли, должностное положение и др., которые могут дать определенные возможности, блага, привилегии. Эти показатели достаточно глубоко влияют на статус…» [2].

В настоящее время конкретный социальный статус определяется имеющимися социально-экономическими условиями, в которых формируется и развивается социальная структура общества. Анализируя обозначенные в современной литературе подходы к определению специфики социально-экономических условий формирования социальной структуры, можно заключить, что основным критерием, влияющим на место индивида в иерархии социальной структуры, сегодня стал объем и уровень потребления, а причиной социальной динамики – ранжирование потребления, которое стимулирует людей мигрировать, менять работу, стремиться занимать такую должность, которая бы гарантировала более высокое качество потребления.

В моделях, которые объясняют мобильность в трансформирующемся обществе, во внимание следует принимать не только должностные или профессиональные изменения социального положения, но и структуру общественных ценностей, позволяющих оценивать социальные приобретения и потери, успех и неудачу происходящего.

Социальное взаимодействие и коммуникации происходят теперь иначе, чем двадцать или тридцать лет тому назад. В различных областях человеческой деятельности осуществляются интеграционные процессы, ведущие за собой процесс глобализации. Формируется единая глобальная коммуникационная система, обеспечивающая человечество большими объемами легкодоступной информации. Изменения в сфере производства, в культурной среде влекут за собой изменение в моделях поведения современного индивида.

При переходе к информационному обществу меняются социальные отношения в этом обществе: «…для современного общества характерны тенденции к концентрации, бюрократизации и монополизации в сфере массово-информационных процессов» [3]. Появляются новые формы коммуникации, обусловленные развитием глобальной коммуникационной системы.

Сегодня от личности не требуется полностью видоизменять себя, свою внутреннюю структуру и внешние атрибуты поведения, подгоняя тем самым себя под определенную матрицу, которая в средне- и долгосрочной перспективе способна измениться под воздействием различных внешних факторов. Как правило, «…существующая социальная система, характерная для большинства развитых стран способствует тому, что личность не подавляется полностью, не загоняется в угол жесткими критериями и требованиями к исполняемой роли, но всегда имеет некое поле для маневра в исполнения той или иной социальной роли» [4].

В условиях кризисного перехода от одной социально-экономической системы к другой в белорусском обществе произошла деконструкция критериев стратификации. Решающая роль отведена владению капиталом, приносящим прибыль, причастности к перераспределению общественного богатства в результате разгосударствления и приватизации собственности, уровню личного дохода и потребления. «В связи с этим наблюдается динамика, особенно среди молодежи, повышения значимости материальных благ, увеличение гедонистических взглядов на жизнь» [5].

Один из основных факторов, определяющих социальную мобильность, – доступ к ресурсам, таким как качественное образование, медицинское обслуживание, жилье и социальные связи. Чем выше уровень экономического неравенства, тем больше ограничений испытывают представители низших слоев общества в достижении социального и экономического прогресса.

Недостаточный доступ к образованию становится одним из ключевых факторов воспроизводства неравенства, поскольку ограничивает возможности молодых людей из малообеспеченных семей для получения высокооплачиваемой работы в будущем.

В случае «становящейся» социальной структуры переходного социума следует принимать во внимание, что для подобной системы характерна неустойчивость, многоукладность и мозаичность. Объективные цифры статистики убедительно показывают, что примерно за два десятилетия Беларусь смогла принципиально улучшить профиль и характеристики социальной стратификации.

Существенно изменилась значимость компонентов социального статуса. Если раньше положение людей определялось уровнем занимаемой должности, то теперь их социальный вес все больше определяется уровнем располагаемых ресурсов. Усилилась роль профессионально-квалификационного и культурного фактора в формировании высоко статусных групп и ослабла – в социальной дифференциации основной части населения.

Основной задачей государственной социальной политики сегодня становится экономическое, правовое и информационное содействие развитию различных форм социально-инновационной деятельности слоев общества в сфере технико-технологического и социального прогресса. Государствен-

ная поддержка малообеспеченных семей, инвестиции в человеческий капитал и формирование равных возможностей для граждан потенциально способны уменьшить барьеры для продвижения по социальной лестнице.

Трансформацию статусов и ролей в современном обществе претерпевают все сферы. Увеличение многообразия социальных статусов, большая подвижность социальной структуры, сближение личного и социального статуса, вытеснение предписанного статуса достигнутым, – все это вполне свойственно для современного (в том числе и белорусского) общества.

Список использованной литературы

1. Антошкин, В. Н. Социология: [Электрон. ресурс] / В. Н. Антошкин // – Режим доступа: http://www.intuit.ru/studies/courses/2296/596/lecture/12813. – Дата доступа: 08.09.2025.

2. Бахтурина, Л. В. Изменение социального статуса крестьянства на современном этапе развития советского общества: автореф. дис. ... канд. философ. наук : 09.00.02 / Л. В. Бахтурина. – Саратов, ун-т - Саратов, 1991. –16 с.

3. Назаров, М. М. Средства массовой коммуникации и российское общество на пороге XXI века [Электрон. ресурс]. – 2011. – Режим доступа:http://www.inspp.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=202&Itemid=2. – Дата доступа: 05.05.2025.

4. Сайкин, Е. А. Многомерность личности как следствие мультипликации социальных ролей в информационном обществе : автореф. дис. канд. философ. наук: специальность 09.00.11 / Е. А. Сайкин. – Новосибирск, 2011. – 20 с.

5. Шендрик, В. Г. Трансформация социального статуса личности в условиях современной экономики Республики Беларусь / В. Г. Шендрик // Экономический рост Республики Беларусь: глобализация, инновационность, устойчивость : матер. XI Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 17 мая 2018 г. / Белорус. гос. экон. ун-т ; редкол.: В. Н. Шимов (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2018. – С. 529–530.

Summary. The article describes the features of social mobility in modern society and identifies the features of social structure in the context of a modern changing society.

УДК 1:372.8

Опарин А.Ю., старший преподаватель
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ПРЕДМЕТ ФИЛОСОФИИ ТЕХНИКИ В ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ

Аннотация: В статье рассматривается значение преподавания философии техники как в высших учебных заведениях инженерного профиля. Философия техники как учебная дисциплина призвана дополнить и углубить философские знания молодых инженеров, распространив их на область техники и технической

культуры, показать место и ценность инженерно-технического творчества в жизни современного общества.

Abstract: The article examines the importance of teaching philosophy of technology in higher educational institutions of engineering. The philosophy of technology as an academic discipline is designed to complement and deepen the philosophical knowledge of young engineers, extending them to the field of engineering and technical culture, to show the place and value of engineering and technical creativity in the life of modern society.

Ключевые слова: философия, техника, технологии, философия техники, инженерная деятельность, инженерное творчество, инженерное образование.

Keywords: philosophy, engineering, technology, philosophy of engineering, engineering activity, engineering creativity, engineering education.

Современное человечество, уровень развития науки и техники в нём, ставят перед исследователями целый ряд новых проблемных сюжетов. Это, прежде всего, зависимость самого человечества, всей современной цивилизации, от достижений науки и техники. Недаром её часто называют техногенной, то есть цивилизацией, порождающей научно-технический прогресс и, в свою очередь, порождённой им. Это, в свою очередь, означает, что в основе современного развития техногенной цивилизации лежит развитие технологий и от сохранения темпов этого развития зависит её выживание.

К слову, признание влияния развития техники и технологий на цивилизационное развитие человечества даже позволило, опираясь на математические модели, которые были основаны на относительно новой теории производственных революций и принципов производства, предложить очередную альтернативную периодизацию человеческой истории. Она разбивает её на три очень длинных цикла – аграрный, индустриальный (промышленный) и кибернетический, каждый из которых связан с конкретным технологическим переломом (технической революцией, случившейся в истории). Эти же модели, по замыслу авторов концепции, позволяют ещё и спрогнозировать развитие общества на перспективу [1, с. 100].

С признанием влияния технологий на жизнь социума и, в конечном итоге, признания роли в нём коллективного инженерного творчества, связан и тот статус, который занимают в современном обществе инженера, и те ожидания и надежды, которые возлагает на них общество.

К сожалению, в последние десятилетия слово «инженер» утратило свое прежнее гордое значение, предполагающее специалиста, который в своей профессиональной деятельности объединяет и использует в интересах общества знания из различных областей науки и техники, пишет д.т.н. В.С. Литвиненко. «Ведь благодаря этому и была создана наша цивилизация, которая является инженерной по принципу её создания», утверждает он, поскольку «именно инженерные технологии, сформированные по законам макромира, создали в очень короткие по историческим меркам сроки со-

временную цивилизацию» [2]. При том, что французское *ingénieur* имеет прямое происхождение от латинского *ingenium* – способности, изобретательность, – что в целом задаёт определённый ракурс рассмотрения специфики этого вида профессиональной деятельности, требований, предъявляемых к нему, и непосредственно обращает нас к проблеме подготовки инженеров, к инженерному образованию.

Многие наши современники, воспитанные вульгарным марксизмом, а это ещё и целая плеяда ведущих западных экономистов, считают экономику и экономические отношения базовыми для функционирования общества. Хотя Марксовы производственные отношения охватывают гораздо более широкий круг социальных связей, чем просто экономические. Недаром он в неопубликованной при его жизни «Немецкой идеологии» использовал термин «общение» и производные от него [3, с. 3 – 4]. Надо добавить ещё, что упомянутые производственные отношения напрямую оказываются у Маркса завязаны на уровень развития производительных сил, а это предполагает, в т.ч., уровень развития техники и технологий, уровень профессиональной подготовки людей как непосредственных производителей материальных благ, и, конечно же, уровень технических знаний на данном этапе общественного развития. К этому следует присовокупить ещё и определённые мировоззренческие основания, также необходимые для формирования соответствующей производственной культуры.

А тут трудно недооценить то центральное место, которое занимает философское знание в мировоззренческой подготовке студентов, позволяющее задавать целостное понимание окружающей действительности в синхроническом и диахроническом измерениях, способствуя формированию интегрального видения мира, преодолению фрагментарности профессионального и обыденного сознания. При этом в ряде вузов страны и ближайшего зарубежья в дополнение к обязательному курсу философии читается ещё и специальный курс философии техники, призванный значительно расширить границы философского знания у молодых специалистов, особенно инженерного профиля, и способствовать в комплексе со специальными дисциплинами формированию у них особого технического миропонимания и инженерной культуры. Этот дополнительный курс позволяет начинающим инженерам научиться не только адекватно оценивать сегодняшний уровень технического прогресса, погрузив его в человеческое измерение, но и определять тенденции и перспективы развития техники, выбирать оптимальные варианты этого развития. Потому что сегодня, как никогда прежде, необходимо больше ответственности, разумной меры в обращении с техникой, окружающей средой и т.д. А современная философия техники как раз и видит в качестве своих первоочередных задач обращение человека к пониманию меры ответственности в техническом и индустриальном мире.

С точки зрения предметного наполнения в фокусе изучения философии техники, что вполне естественно, находится феномен техники (напомним, само слово техника происходит от греческого *τέχνη* («технэ») – искусство, мастерство, умение). Техника здесь, прежде всего, выступает как «артефакт», т.е. в качестве чего-то искусственного сделанного, невозможного как естественный объект (от лат. *artefactum* – искусственно сделанное): в виде орудий, механизмов и машин, к которым в наши дни также добавились технические сооружения и вся окружающая нас техническая среда. Во-вторых, к понятию техники относят также особую сферу человеческой деятельности, цель которой – изменение природы и господство над ней в соответствии с потребностями человека. Третьим элементом технического выступают необходимые для такой деятельности знания, «совокупность умений и навыков, искусство и мастерство, составляющих профессиональные особенности того или иного рода человеческой деятельности» [4, с. 103]. «Техника – это совокупность действий знающего человека, направленных на господство над природой; цель их – придать жизни человека такой облик, который позволил бы ему снять с себя бремя нужды и обрести нужную ему форму окружающей среды – писал по этому поводу К. Ясперс [5, с. 120]. При этом важно, что сегодня к сфере техники относится не только использование, но и само производство научно-технических знаний. Кроме того, сам процесс применения научных знаний в инженерной практике связан не только с приложением уже имеющихся знаний, умений и навыков, но и с получением новых.

Вопрос о статусе и природе философии техники связан с ещё одной проблемой: включать ли в философию техники, так сказать, прикладные задачи и проблемы. Но фактически это уже происходит: к сфере ответственности философии техники сегодня, например, относят такие проблемы как определение основ научно-технической политики, разработка методологии научно-технических и гуманитарно-технических экспертиз, методология научно-технического прогнозирования и др.

Философия техники имеет недолгую историю. Она представляет собой одно из важнейших направлений неклассической философии и как самостоятельная философская дисциплина окончательно сформировалась лишь к XX в., когда техника, её развитие, её место в обществе и значение для будущего человеческой цивилизации становится предметом систематического изучения. Это напрямую был связано с социальными последствиями Второй промышленной революции, когда техника, машины и оборудование, перестали быть представлены только в промышленности в качестве средств производства, и технические устройства стали массово проникать в повседневную жизнь людей, превращаясь, в т.ч., в бытовые приборы. Это вызвало первые проблемные вопросы и известную настороженность относительно влияния техники на общество и культуру, на природу самого человека.

Отметим здесь, что особенно интенсивно эта тематика начала обсуждаться на страницах журнала Союза германских дипломированных инженеров «Техника и культура» в 1930-е гг., куда писали не только инженера, но и действующие философы. При этом специалисты-гуманитарии высказывали в целом более критическое и даже в чём-то пессимистическое отношение к ходу технического прогресса, нежели технические специалисты, связывая с развитием техники кризис современной им культуры.

С тех пор в философии техники достаточно чётко прослеживаются эти две доминирующие точки зрения: одна носит название технологический эвдемонизм (от греч. *eudaimonia* – счастье, блаженство), другая – технологический алармизм (от англ. *alarmism* – «паникёрство»). Сторонники первой точки зрения абсолютизируют роль и значение техники в истории человечества, видят только позитивные моменты в техническом прогрессе, сторонники второй считают, что научно-технический прогресс приведёт техногенную цивилизацию к катастрофе [6, с. 152].

Впрочем, основные подходы к пониманию философии техники (и пониманию её необходимости как отдельной области философского знания, имеющей свою специфику) сформировались ещё в XIX в. Первым, кто объединил эти два понятия – философия и техника, – был немецкий философ Э. Капп. Его книга «Основные направления философии техники. К истории возникновения культуры с новой точки зрения» вышла в свет в 1877 г. Несколько позже немецкий философ Ф. Бон одну из глав своей книги «О долге и добре» (1898 г.) также посвятил философии техники. В том же году российский инженер П.К. Энгельмейер сформулировал исследовательские задачи новой философской дисциплины в своей брошюре «Технический итог XIX века». Изданная им позднее работа «Философия техники» (1910) позволила прочно ввести в оборот отечественной философии этот термин. «Это будет новая наука, которая выяснит роль техники как фактора культуры», – писал про неё Энгельмайер [7, с. 10].

Капп и Энгельмайер стали основателями инженерного направления в философии техники, который рассматривает сущность техники и закономерности её развития, так сказать, изнутри, пытаясь понять, в то же время, природу технического творчества и инженерно-технической деятельности. Это направление стало результатом попытки «техников выработать философско-мировоззренческие основания своей сферы деятельности», как метко замечает коллега [8, с. 7]. В наши дни это направление стремится к преемственности с философией науки.

В дискуссиях же о социальных последствиях технического прогресса сформировался альтернативный подход – гуманитарный, которым мы обязаны М. Хайдеггеру, К. Ясперсу, а также О. Шпенглеру, Х. Ортега-и-Гасету, Л. Мэмфорду, Ж. Эллюлю и некоторым другим известным философам. Этот подход, напротив, далёк от апологии техники и является результатом приложения социально-гуманитарных дисциплин к интерпретации

феномена техники, её роли в жизни общества и степени влиянии на культуру. Гуманитарное направление в философии техники скорее склонно рассматривать угрозы, исходящие от техники и развития технологий, критически оценивая итоги технической деятельности инженеров, и всё чаще обращается к проблеме «выживание с техникой».

Отметим в заключение, что собственно технические дисциплины концентрируют свое внимание на отдельных видах техники или на отдельных сторонах техники. Технику в целом, как глобальное явление, как феномен, процесс и деятельность, они не исследуют. Только философия техники исследует явление техники в целом, принимая во внимание не только её внутреннее развитие, но и место в общественной эволюции, и рассматривая технику сквозь призму прошлого, настоящего и будущего человечества. Это в очередной раз повышает значимость философии техники как предмета преподавания в подготовке инженерных кадров.

Как писал тот же Энгельмайер в своей статье 1900 г. «Новое направление в высшем образовании вообще и в техническом в частности»: «Сколько вы его (т.е. инженера) не начиняйте специальными познаниями, это будет учёный ремесленник, пока вы ему не дадите гуманитарного взгляда на социально-экономические стороны его профессии». Иными словами, Энгельмайер главной задачей видел гуманитаризацию инженерной деятельности и инженерного образования. Тяжело с ним не согласиться, как и не констатировать то, что поставленная им в своё время цель в нашей системе инженерного образования куда-то затерялась. На авансцену выведены профессиональные компетенции специалиста, а общемировоззренческие, гражданские и личные его качества постепенно выводятся за рамки учебного процесса. Однако, как считает Литвиненко, «образованию необходимо вернуть его сущность – единого и неразрывного процесса обучения и воспитания», при этом «отбор в технические вузы должен учитывать ряд особенностей – например, … склонность к научно-технической деятельности» [2]. И в этом смысле философия техники может предоставить необходимые ресурсы, чтобы дать более широкий, социально-гуманитарный взгляд на свой предмет, предлагая также онтологический, аксиологический, этический ракурсы рассмотрения техники. Только для этого она должна перестать быть курсом, например, «по выбору», как это предлагал Болонский процесс, решение о вхождении в который сейчас подвергается ревизии, и формируемые в соответствии с ним национальные концепции и стандарты образования, а стать обязательной учебной дисциплиной для всех студентов инженерного профиля.

Список использованной литературы

1. Гринин, Л. Е. Технологический аспект социальной эволюции / Л. Е. Гринин // Эволюция. – 2013. – №5. – С. 98–166.

2. Литвиненко, В. С. Справиться с мировым кризисом смогут только инженеры / В. Литвиненко // РИА НОВОСТИ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ria.ru/20250514/inzhenery-2016725455.html. – Дата доступа: 14.05.2025.

3. Маркс, К., Энгельс, Ф. Сочинения: в 50 т. / К. Маркс, Ф. Энгельс. – М.: Политиздат, 1954-1981. – Т. 3. – М.: Политиздат, 1955.

4. Косарев, А. П. Философия техники как направление современного философского знания / А. П. Косарев. – Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2011. – С. 94–105.

5. Ясперс, К. Современная техника // Новая технократическая волна на Западе / АН СССР, Ин-т философии, Науч. совет при Президиуме АН СССР по филос. и социал. пробл. науки и техники; сост. П. С. Гуревич. – М.: Прогресс, 1986. – С. 119–146.

6. Никитин, В. И. Философия техники: основные направления и подходы / В. Никитин // Вестник НИЦ «Строительство». – 2022. – №34(3). – С. 144–153.

7. Горохов, В. Г. Техника и культура: возникновение философии техники и теории технического творчества в России и Германии в конце XIX – начале XX столетия: монография / В. Г. Горохов. – М.: Логос, 2009. – 376 с.

8. Платонова, А. В. Философия техники: учеб. пособие / А. В. Платонова. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2016. – 160 с.

Summary. The author of the article comes to the conclusion that for the comprehensive training of modern engineering personnel, in addition to the compulsory discipline “Philosophy”, it is necessary to return the special course “Philosophy of Technology”.

УДК 168

Медведок Т.В., старший преподаватель;
Курносенкова М.Д., студент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК СОВРЕМЕННАЯ ФИЛОСОФСКАЯ ПРОБЛЕМА

Аннотация. В статье рассматриваются философские проблемы, связанные с использованием и распространением искусственного интеллекта. Анализируются проблемы гносеологического, онтологического, этического характера. Рассматриваются затруднения, связанные с развитием искусственного интеллекта.

Ключевые слова: искусственный интеллект, тест А. Тьюринга, философия, общество.

Annotation. The article examines philosophical problems associated with the use and dissemination of artificial intelligence. The problems of epistemological, ontological and ethical nature are analyzed. The difficulties associated with the development of artificial intelligence are considered.

Keywords: artificial intelligence, A. Turing test, philosophy, society.

На сегодняшний день проблема искусственного интеллекта (ИИ) является одной из ведущих социальных проблем. В ее коллективное обсужде-

ние вовлечены различные ученые: кибернетики, лингвисты, психологи, философы, математики, инженеры. В ходе анализа вопросов, связанных с ИИ, ключевое значение занимают те, которые имеют отношение к путям и перспективам развития научно-технической мысли, к воздействию достижений в области вычислительной техники и робототехники на жизнь последующих поколений.

Беларусь по праву считается страной, в которой высокие технологии используются и в экономике, и в культуре, и в медицине, и во многих других областях. «Любой искусственный интеллект сегодня – это порождение человека. Это мы его создаем. И уверен, что, когда этот искусственный интеллект, нейросети овладеют нашими умами на практике, все равно человек будет в центре» [1].

Один из дискуссионных вопросов полемики в философии искусственного интеллекта – это вопрос возможностей мышления, вопрос о том, способны ли машины думать или все же нет.

Сама идея «искусственного интеллекта» восходит к тысячам лет назад, к древним мыслителям, размышлявшим о жизни и смерти. В то время были созданы вещи, получившие название «автоматы». Понятие «автомат» родом из древнегреческого языка, что дословно означает «действующий по собственной воле».

Хотя попытки теоретических исследований или же практических реализаций ИИ начались достаточно давно, но именно в начале XX века понятие ИИ начало фигурировать в науке уже в более привычном нам смысле. Начало было положено с изобретением цифрового компьютера в 1940-х гг. Уорену С. Маккаллаху и Уолтеру Гарри Питтсу-младшему в литературе часто приписывают первые исследования в области искусственного интеллекта.

Сейчас просматривается два направления развития ИИ: первое касается решения проблем, связанных с приближением специализированных систем ИИ к возможностям человека и их интеграции; второе заключается в создании искусственного разума, представляющего интеграцию уже созданных систем ИИ в единую систему, способную включаться в решение проблем человечества.

Традиционно считается, что искусственный интеллект – это прикладной (компьютерный) процесс, имеющий свойства, ассоциируемые с мышлением человека.

Эмпирическое направление скоординировано вокруг предпосылки, что все, что изучается, изучается из чувственного опыта. Применительно к ИИ это подразумевает, что «истина» может быть почерпнута исключительно из данных, на которых обучен ИИ. Люди обладают способностью изобретать новые концепции с минимальной помощью или руководством, и данный недооцененный навык оказывается источником индивидуальной

креативности. Собственная способность человека расширять свою онтологию увеличивает широту и гибкость его ума.

Одна из первых работ о машинном разуме, «Вычислительные машины и интеллект», была создана в 1950 г. британским математиком Аланом Тьюрингом. Она и сегодня не утрачивает своей актуальности как по части аргументов против возможности создания разумной вычислительной машины, так и по части ответов на них. А. Тьюринг рассмотрел вопрос о том, можно ли заставить машину действительно думать. В тесте, получившем название «имитационной игры», машину и ее человеческого соперника («следователя») помещают в разные комнаты, обособленные от помещения, в котором находится «имитатор». Следователь не может видеть их или говорить с ними напрямую – его общение происходит исключительно при помощи текстового устройства. Задача следователя – отличить компьютер от человека только посредством ответов на вопросы, задаваемые через текстовое устройство. Если следователь не может отличить машину от человека, тогда, по мысли Тьюринга, машину можно считать разумной.

Тьюринг подверг анализу множество моральных и научных возражений возможности создания такой программы средствами современных технологий. «Возражение леди Лавлейс», например, сводится к тому, что компьютеры способны делать лишь то, что им укажут, и, следовательно, не могут выполнять оригинальные и разумные действия. Другое возражение, «аргумент естественного поведения», связано с невозможностью сохранения набора правил, которые бы указывали индивиду, что в точности нужно делать при каждом возможном стечении обстоятельств [2].

Американский философ Дж. Серл предложил перевернутый вариант игры в имитацию, названную «китайской комнатой». В этой игре человеку, не знающему китайского языка, но имеющему грамотные инструкции о том, как следует отвечать на вопросы, заданные на китайском, приходится имитировать понимание. Для внешнего наблюдателя данное общение выглядит вполне адекватным, однако участник, который следовал инструкциям и правильно ответил на китайские иероглифы, вовсе не имеет представления о том, о чем он ведет беседу. Так, компьютер может быть запрограммирован на решение отдельных задач, однако это не является гарантом его понимания.

Создание ИИ оказывается сопряжено с рядом социально-этических и философских проблем. Одной из центральных оказывается проблема безопасности, которая захватывает умы человечества еще со времен К. Чапека, впервые употребившего понятие «робот».

Еще одной любопытной проблемой выступает вопрос сверхинтеллекта и взаимоотношений человечества с ИИ. Сможет ли общество использовать для расширения своего знания познавательные модели сверхумного

ИИ? Уже сегодня в реальной жизни многие используют упрощенный язык, и один шаг отделяет таких людей от упрощенных, менее продуманных действий. Это способно привести к неконтролируемому процессу компьютерной рационализации человеческого мышления. Возникновением такого типа рационализма может оказаться потеря человеком способности диалектического восприятия мира и снижение его интуитивных возможностей.

Очевидной морально-этической проблемой создания ИИ является и то, что человек берет на себя функции Бога по созданию самого себя и иной мыслящей субстанции. Поскольку индивид способен не только постигать законы окружающей природы, но и потенциально их изменять, возникает вопрос о разуме-предшественнике, который, возможно, создал окружающий нас мир, задав в нем соответствующие законы. Мы же, соответственно, берем на себя аналогичную роль. Не исключено, что Создатель является внешним для нас наблюдателем, то есть выполняет роль живого Творца. Возможно ли с Ним, в таком случает взаимодействовать, что было бы целесообразно, поскольку в таком случае мы бы из первых рук могли получить представление о цели Его творения?

В экзистенциальной философии Ж. П. Сартра речь идет о том, что люди обречены быть свободными, что индивиду необходимо делать выбор в изначально бессмысленном мире, принимая на себя полную ответственность за свои поступки и действия. Но тогда развитие ИИ бросает вызов уверенности Сартра в человеческой свободе, так как внедрение систем, которые могут принимать решения от имени людей, тем самым потенциально ослабляет индивидуальную агентность. Взгляды Сартра вынуждают нас задаваться вопросом, не уменьшает ли делегирование таких обязанностей искусственному интеллекту подлинную свободу, которая присуща людям, или же изменяет ее выражение в современном мире?

Размышления современных философов о преимуществах и опасностях внедрения ИИ в различные области бытия пробуждают новые социальные силы для самосохранения, повышения нравственности и духовности, для отстаивания безопасности жизнедеятельности и в настоящем, и для последующих поколений. В Беларуси стратегические и программные акты рассматривают использование технологий ИИ в качестве инструмента социально-экономического развития, средства повышения эффективности процессов управления, отвечающего национальным интересам.

Начиная от обсуждения античных философов, пройдя через попытки создания первых «машин», множество экспериментов и трудностей, технологии ИИ становятся немаловажными участниками современной общественной реальности. Путь этого становления не завершен и сопровождается рядом обсуждений и осмыслений технологий ИИ и морально-этическими вопросами касательно регулирования их использования.

Список использованной литературы

1. Лукашенко, А. Г. Даже если искусственный интеллект овладеет нашими умами, человек все равно будет в центре [Электронный ресурс] // БЕЛТА, «Открытый микрофон с Президентом». 22.11.2024. – URL: https://belta.by/president/view/lukashenko-dazhe-esli-iskusstvennyj-intellekt-ovladeet-nashimi-umami-chelovek-vse-ravno-budet-v-tsentre-677439-2024// (дата обращения: 29.04.2025).

2. Люггер, Д. Искусственный интеллект. Стратегии и методы решения сложных проблем / Д. Люггер. – 4-е изд. – М.: Вильямс, 2003. – 864 с.

Summary. The article provides a brief overview of the history of the emergence and development of artificial intelligence, and records key facts about the evolution of artificial intelligence technologies.

УДК 371.39

Кондратьев П. Н., кандидат экономических наук, доцент;
Иванько Н., бакалавр
ФГБОУ ВО «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия», г. Великие Луки, Российская Федерация

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИГРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ВОВЛЕЧЕННОСТИ СТУДЕНТОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС

Аннотация. В статье рассматривается значение игровых технологий для повышения вовлеченности в образовательный процесс студентов. Описываются ключевые преимущества использования игровых технологий для более глубокого усвоения знаний студентами, развитию критического мышления в разных областях экономики.

Abstract. The article examines the importance of gaming technologies for increasing students' involvement in the educational process. The key advantages of using gaming technologies for deeper assimilation of students' knowledge and the development of critical thinking in various fields of economics are described.

Ключевые слова. игровые технологии, вовлеченность, геймификация, высшее образование.

Keywords. gaming technology, engagement, gamification, higher education.

Современный мир всё больше напоминает игру, поскольку игровые механики проникли в бизнес, маркетинг, образование, медицину и даже личную жизнь. Некоторые из нас охотнее выполняют рутинные задачи, если они подаются в виде квестов и соревнований.

Использование игровых элементов и принципов в неигровых областях для стимулирования действий и наилучшего достижения целей принято обозначать геймификацией [1]. В общем смысле она изменяет реальность,

превращая обыденные задачи в увлекательные игровые сценарии, что способствует повышению вовлеченности в деятельность.

В образовании геймификация применяется в качестве эффективного метода обучения. Применение игровых элементов в обучении, к которым можно отнести рейтинговую систему оценивания, систему награждений, прохождение многоуровневых испытаний и др., позволяет не только сделать занятия более увлекательными, но и заинтересовать обучающихся в выполнении заданий, а также развить у них необходимые качества и компетенции.

Современные игровые технологии, используемые в образовательных целях, включают в себя различные инструменты и подходы, которые делают процесс обучения более интерактивным и увлекательным, среди них можно выделить такие основные виды:

1. Виртуальная реальность (VR) – технология, которая позволяет обучающимся погружаться в полностью виртуальные миры, где они могут взаимодействовать с объектами и сценариями [2].

Способы применения VR в экономическом образовании:

- интерактивные симуляции бизнес-процессов. Студенты могут погрузиться в виртуальную среду, которая имитируют работу реальных организаций и учреждений. Они могут участвовать в симуляциях управления производством, финансового моделирования, маркетинговых исследований и иных бизнес-процессов;

- виртуальные тренинги и кейс-стади. Студенты могут применять теоретические знания на практике, принимая виртуальные решения и анализируя их последствия;

- виртуальные экскурсии и мастер-классы. VR-экскурсии позволяют студентам погрузиться в деятельность виртуальных организаций, бирж, финансовых центров и др., где они могут изучить реальные бизнес-процессы и взаимодействовать с профессионалами из различных областей.

Таким образом, актуальность и новизна игровой технологии данного вида повышает заинтересованность студентов к овладению информации, ускоряет процесс закрепления знаний.

2. Дополненная реальность (AR) накладывает цифровую информацию на реальный мир и делает учебный процесс захватывающим.

Некоторые примеры применения AR в экономическом образовании:

- создание ситуативных моделей. Например, сценарий общения с клиентом в банке, отработка навыков при проведении налогового аудита, процедура покупки акций и их управление на рынке ценных бумаг;

- анализ данных с графика. Студент может навести камеру своего телефона на определенный график в учебнике и, увидев его у себя в телефоне в полном масштабе, регулировать в режиме реального времени любые параметры графика;

- образовательные викторины и развивающие экономические игры. Например, преподаватель может заранее разработать интерактивную викторину (квиз) для студентов по определенной теме;

- дистанционное обучение. AR может использоваться для создания интерактивных учебных материалов, которые помогают студентам оставаться на связи с преподавателем и одногруппниками, а также лучше понимать материал.

Исследования показывают, что при обучении с использованием AR обучающиеся усваивают около 90% информации [3].

3. Образовательные мобильные игры делают процесс обучения более доступным и привлекательным. Они могут быть различного жанра – от головоломок до приключений – и содержать элементы, которые помогут обучающимся развивать навыки критического мышления и решения проблем.

Примером может выступить игра-симулятор «Экономикум» от Банка России. Игра рассчитана на лиц старше 15 лет. По сюжету игрок отправляется на планету Инфурсию, где жители уснули на 200 лет, а когда проснулись экономика лежала в руинах. Игроку нужно взять на себя управление центральным банком, чтобы спасти планету и преодолеть кризис [4].

4. Обучающие платформы – онлайн-ресурсы, которые предлагают курсы, включающие практические задания и тесты в игровой форме. Они могут использовать элементы геймификации, такие как баллы, уровни и награды, чтобы мотивировать студентов. Кроме этого, современные онлайн-платформы предоставляют слушателям возможность учиться в своём темпе – адаптивные курсы позволяют выбирать материал, соответствующий уровню подготовки, и обучаться в удобное время. Такой метод индивидуализирует обучение, учитывает потребности каждого учащегося и позволяет глубже понять материал.

Примером может выступить дистанционный курс по финансовой грамотности от Университета Банка России. Занятия проводятся в формате 9 коротких уроков (модулей), которые можно изучать в любой последовательности. Уроки представлены в интерактивном формате – теоретические положения сочетаются с разбором жизненных ситуаций, в процесс обучения добавлен и контрольный элемент (тест). По итогам прохождения курса участникам выдаётся именной сертификат [5].

5. Деловые тренинги и мозговые штурмы формируют творческое экономическое мышление, воспитывают у студентов навыки сотрудничества и уважение к чужому мнению [6].

Как показывает опыт, студенты с интересом осваивают новые знания посредством игровых технологий. В этой связи в образовательном процессе обучающихся Великолукской ГСХА по направлению подготовки 38.03.01 «Экономика» широко применяются интерактивные методы, в основе которых лежат игровые технологии, в частности:

1. Кейс – задание на основе описания конкретной ситуации, имевшей место быть в реальной жизни. Фактически в кейсе дается постановка проблемы. Обучающимся предлагается проанализировать информацию, четко осознать проблему и принять оптимальное решение, которое бы подкреплялось доводами или экономическими расчетами. В отличие от других типов заданий при разборе кейса схема взаимодействия «преподаватель ↔ обучающийся» дополняется «обучающийся ↔ обучающийся». Кейс предполагает многовариантность действий обучающихся в процессе поиска решения проблемы, поэтому четкого алгоритма действий и единственно правильного ответа здесь нет. К тому же информация, содержащаяся в кейсе, может быть представлена не в полном объеме, что потребует проведения дополнительного сбора данных от обучающихся. Так, по дисциплине «Менеджмент» в основе кейсов лежат ошибки, допущенные руководством организации в процессе принятия управленческих решений. Цель таких кейсов состоит в том, чтобы оценить личностные качества обучающихся, сформировать у них управленческие навыки и коммуникативные способности.

2. Деловая игра – форма организации целенаправленного взаимодействия деятельности и общения всех участников в ходе решения типовых задач под руководством преподавателя [7]. Она позволяет обучающимся лучше понять ситуацию, в которой им предстоит проявить свою активность, а также показать наличие теоретических знаний и умение применить их на практике. Так, по дисциплине «Экономика организации» предусмотрено выполнение деловой игры, цель которой заключается в формировании навыков разработки критериальной системы оценки поставщиков, сбора и анализа информации, оценки логистических партнеров. Вначале обучающиеся получают раздаточный материал, содержащий условие задания. Затем они объединяются в микрогруппы (оптимально – не более пяти человек). В течение 30-40 минут происходит обсуждение проблемы и принятие коллективного решения, после чего готовится отчет о ходе выполнения задачи (оптимальное время выступления – 5-10 минут на группу). Внутри созданных микрогрупп обучающиеся самостоятельно распределяют роли и задачи, связанные с поиском, обработкой и анализом информации, выполнением расчетных действий и подготовкой устного ответа. Основными критериями оценки работы обучающихся являются высокая активность, инициативность и сплоченность в ходе деловой игры; глубокая и качественная проработка проблемы; подготовка аргументированного ответа, подкрепленного расчетами и/или доводами; уверенные ответы на вопросы остальных участников игры.

3. Мозговой штурм – метод решения проблемы на основе стимулирования творческой активности, при котором обучающимся предлагается высказывать как можно большее количество вариантов решения, после

чего происходит их критическая оценка и отбор наилучших. Мозговой штурм проходит в несколько этапов:

- Организационные мероприятия осуществляются преподавателем и по времени не должны превышать 5-10 минут. На этом этапе обучающиеся знакомятся с управленческой проблемой и распределяются по группам: генераторы идей (оптимально 10-15 обучающихся), эксперты (оптимально 5-7 обучающихся). Также среди обучающихся выбирается ведущий.

- На втором этапе в течение 10-15 минут обучающиеся генерируют как можно большее число вариантов решения проблемы. Ведущий фиксирует выдвигаемые идеи и совместно с преподавателем направляет активность обучающихся, пресекает критику.

- На третьем этапе группа экспертов, используя различные формы дискуссии, в течение 5–10 минут производит критическую оценку и отбор лучших вариантов. По завершении дискуссии эксперты озвучивают оптимальное решение, обосновывая свой выбор [8].

Основными критериями оценки работы обучающихся являются высокая активность, изобретательность, инициативность и сплоченность в ходе мозгового штурма и проведения экспертной оценки, а также коммуникативные качества речи.

Таким образом, игровые технологии оказывают значительное влияние на образование, внося позитивные изменения в учебный процесс и способы взаимодействия между преподавателем и обучающимися. Создание экономических симуляций и игровых сценариев позволяет студентам «погрузиться» в реальные ситуации, попрактиковаться в принятии решений и оценить последствия своих действий. Это позволяет более качественно усвоить обучающимися теоретический материал и сформировать у них практические умения и навыки. Кроме этого, геймификация может способствовать улучшению когнитивных навыков, развитию духовного мира учащихся.

Однако, внедрение таких технологий связано с некоторыми проблемами – высокий уровень финансовых затрат, необходимость дополнительного обучения профессорско-преподавательского состава, отсутствие требуемого программного обеспечения и др.

Список использованной литературы

1. Геймификация: как игровой подход помогает в обучении и на работе. – Текст : электронный // РБК Тренды : [сайт]. – URL: https://trends.rbc.ru/trends/education/605c6f2f9a79473a61646994 (дата обращения: 11.04.2025). – Режим доступа : свободный.

2. Как работает технология виртуальной реальности. – Текст : электронный // Яндекс.Практикум : [сайт]. – URL: https://practicum.yandex.ru/blog/tehnologii-virtualnoy-realnosti/ (дата обращения: 10.04.2025). – Режим доступа : свободный.

3. Технологии AR и VR в образовании. – Текст : электронный // Хабр : [сайт]. – URL: https://habr.com/ru/companies/vk/articles/435996/ (дата обращения: 09.04.2025). – Режим доступа : свободный.

4. Экономикум. – Текст : электронный // Финансовая культура : [сайт]. – URL: https://fincult.info/entertainment/game/ekonomikum/ (дата обращения: 19.04.2025). – Режим доступа : свободный.

5. Дистанционный курс Банка России «Финансовая грамотность» . – Текст : электронный // Университет Банка России : [сайт]. – URL: https://finclass.info/_wt/fingram_start (дата обращения: 21.04.2025). – Режим доступа : свободный.

6. Бледных, О. И. Игровые методы обучения экономическим дисциплинам // Проблемы Науки. – 2014. – №12 (30). – С. 116-118. – Текст : электронный // КиберЛенинка. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/igrovye-metody-obucheniya-ekonomicheskim-distsiplinam (дата обращения: 12.04.2025). – Режим доступа : свободный.

7. Плаксина, И. В. Интерактивные образовательные технологии : учебное пособие для вузов / И. В. Плаксина. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2025. – 151 с. – ISBN 978-5-534-07623-3. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт : [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/561614 (дата обращения: 13.04.2025). – Режим доступа : по подписке.

8. Кондратьев, П. Н. Использование интерактивных технологий при подготовке квалифицированных кадров в аграрном секторе экономики / П. Н. Кондратьев // Наука и Образование. – 2020. – Т. 3, № 3. – С. 86.

Summary. Gamification is not a universal trend, but only one of the forms of the educational process. The novelty of the work is that it specifies game methods to increase student engagement and improve knowledge in the field of economics.

Currently, gamification is an active form of the educational process, with students learning new knowledge through gaming technology with pleasure and interest.

However, the introduction of such technologies is associated with some problems – a high level of financial costs, the need for additional training for teaching staff and the lack of required software.

УДК 355.233.11

Крюковский В.Д., кандидат исторических наук, доцент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ВОЕННАЯ ВЫУЧКА СЛУШАТЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ В БССР (1924–1928 гг.)

Аннотация. Рассматривается деятельность партийных, советских органов, руководства войсковых соединений, военкоматов, учебных заведений в проведении высшей допризывной подготовки со студентами, раскрываются результаты предпринимавшихся усилий.

Abstract. The activities of party state and soviet bodies, the leadership of military units, military registration and enlistment offices, and educational institutions in conducting higher pre-conscription training with students are examined, and the results of the efforts undertaken are revealed.

Ключевые слова: образовательные учреждения, материально-техническая база, военный руководитель, инструкторы, слушатели, студенты.

Key words: educational institutions, material and technical base, military leader, instructors, listeners, students.

Образование СССР, расширение Советской Белоруссии за счет восточных территорий создали благоприятные условия для развития социально-экономической, политической и культурной жизни белорусского народа, укрепления обороноспособности страны. Опасность развязывания новой большой войны, необходимость сохранения боеспособной армии в условиях ее кардинального сокращения, заставили союзное партийное и советское руководство проводить военную реформу 1924–1925 годов.

Успешно решались вопросы военного обучения студентов в Витебском округе. 29 ноября 1924 года на расширенном заседании бюро ОК КП(б)Б с участием представителей окрисполкома, горсовета, профсоюзов, ОК ЛКСМБ, правления Белорусского государственного ветеринарного института, членов советов городских техникумов, командования 4 пехотного корпуса, 5, 27 дивизий, военкомата, милиции, спортивных организаций рассмотрен вопрос военной подготовки студентов и учащихся школ второй ступени.

Обучение студентов проходило с 3 февраля по 21 марта 1925 года в ходе второй очереди республиканского допризывного сбора. Местом для выучки слушателей ветинститута определили городской пункт № 1 «Красный допризывник», ул. Пушкинская, д. 3, где проходили выучку более 80 студентов ветеринарного института. Более 20 учащихся Лужеснянской сельскохозяйственной школы крестьянской молодежи проходили обучение в точке подготовки № 2, «Юрьева горка» с 3 февраля по 19 марта. Военной выучке подлежали все учащиеся и студенты, молодые люди, имевшие проблемы со здоровьем, занимались по упрощенной программе. [1, лл. 5, 5 об.].

Представляет интерес организация высшей допризывной подготовки юношей и девушек в Белорусском государственном ветеринарном институте имени Октябрьской революции. В январе 1925 года состоялось заседание правления института под председательством ректора, профессора Е. Ф. Алонова. На встречу приглашались ответственные работники ОК КП(б)Б, окрисполкома, горсовета, профсоюзов, ОК ЛКСМБ, военкомата, милиции, совета физкультуры.

По итогам собрания от имени ректора в адрес окружного военкомата направлено письмо с предложением проводить допризывную подготовку со слушателями на территории вуза в связи с перегруженностью их академической работой. С весны текущего за счет собственных средств института рядом с главным корпусом стала обустраиваться военно-спортивная база военного обучения, которая начала функционировать с лета 1926 года. В просторном отапливаемом помещении был сооружен отличный тир, где весь год проводились практическая стрельба, соревнования между учебными заведениями окружного центра [2, лл. 13, 157, 158, 173, 174, 180, 181, 224, 339, 340, 474, 480–482].

Постановлением ЦИК и СНК СССР от 20.08.1926 г. определялся порядок прохождения боевой выучки с гражданами, обучающимися в институтах, техникумах, школах второй ступени. В образовательных учреждениях вводились должности военных руководителей, организовывались кафедры высшей допризывной подготовки, в вузовскую учебную программу включались военные занятия в объеме 180 часов на изучение теории, предусматривалась летняя двухмесячная практика в войсках [3, л. 70].

Высшая допризывная военная подготовка (ВДВП) в Белорусском государственном ветеринарном институте (БГВИ) стала осваиваться с октября 1926 года. Военным руководителем вуза приказом РВС СССР № 773 от 27.10.1926 г. назначен убежденный большевик, бывший командир второй кавалерийской дивизии Анатолий Николаевич Сафонов [4, л. 45].

Выучка проводилась на 1, 2 и 3 курсах с 276 слушателями, образовательная программа 1926/27 учебного года пройдена полностью. Каждый курс в течение академического периода имел в раскладе 2 часа в неделю теоретических занятий по армейским дисциплинам, а также ежедневные вечерние практические занятия в военном кабинете и на допризывной площадке. Лекции составляли 166 часов, остальное время – практика.

Юноши и девушки особенно оживленно интересовались материальной частью оружия, стрельбой, военно-ветеринарной и санитарной подготовкой, посещаемость занятий составляла примерно 85 процентов. Степень восприятия материала хорошая, проведенные в мае зачеты сданы всеми слушателями, за исключением 3-го курса, где число задолженностей составляло около 30 процентов.

С началом учебного года заработал военный кабинет, в котором имелось 4 отдела: тактических, топографических и организационных вопросов подготовки младших командиров; стрелковый; военно-химический и ветеринарный, охватывающие все главные разделы образовательного курса.

Формирование материально-технической базы войскового обучения финансировалось за счет республиканского и местного бюджетов. Существенную помощь оказывало командование 27 дивизии: студентам предоставлялись полигон, стрельбище, строевые лошади, частями соединения передавались для проведения занятий боевое и учебное оружие, гранаты, патроны уменьшенных зарядов, противогазы, мишени, учебная и методическая литература, наглядная агитация. Часть денежных средств изыскивал институт: например, в текущем академическом году правление отпустило 750 рублей для дополнительного оборудования военного кабинета.

Количество штатных преподавателей в 1926/27 учебном году составляло 5 человек, дополнительно к проведению лекций, семинаров, строевых, тактических, спортивных занятий привлекались сотрудники окрвоенкомата, кадровый средний, младший командный, политический, инструкторский состав войсковых частей Витебского гарнизона.

Шефами института являлись 81 краснознаменный стрелковый полк, 27 артполк и полковая школа 80 Ленинградского полка 27 Омской дивизии имени итальянского пролетариата. Имелась связь с военной эскадрильей, пилоты которой читали доклады о перспективах развития гражданской и военной авиации. Существовавшая ячейка Авиахима (председатель Королев), имела физкультурный и стрелковый кружки, работой которых руководили инструкторы 27 артиллерийского, 80 и 81 пехотного полков. В декабре 1926 года образовано общество содействия обороне СССР.

В летний период 32 второкурсника под руководством А.Н. Сафонова проходили учебный сбор в Минске, второй территориальной дивизии имени Верховного Совета БССР. Вторая группа слушателей (30 человек) во главе с инструктором ОВК Георгием Остроумовым практиковались на полигоне 192 пехотного полка 64 территориальной дивизии, Орше. Остальные второкурсники обучались в Витебском пункте «Елаги», ул. Красного милиционера, 22. Третьекурсники выполняли трехнедельные выходы в поле при институте. Главная цель сборов и полевых занятий: получение выучки, навыков, познаний младшего командира РККА [5, лл. 75, 76].

Приказом РВС СССР № 449 от 24.08.1927 года утверждался штат военного руководителя в вузах и ссузах. В ВУЗах, ряде техникумов с 1.09.1927 г. вводились должности заведующих военными кабинетами [6, лл. 45, 45 об.]. Приказом РВС СССР № 293-1927 г. пост заведующего кабинетом ветеринарного института занял инструктор вневойсковой подготовки Витебского ОВК Георгий Остроумов.

Группа слушателей БГВИ в составе 28 человек осенью текущего года проходила высшую допризывную выучку в 32 артиллерийском дивизионе (ул. Верхне-Петровская, рядом с бывшей Петропавловской церковью), где их «натаскивали» компетенциям орудийных начальников [7, лл. 36, 51 об., 96].

В 1927/28 академическом году занятия начались в сентябре. Количество студентов охваченных ВДВП – 272 человека, преподавателей – 4. Отношение студентов к военному обучению значительно улучшилось в сравнении с минувшим периодом обучения, что отразилось на работе военного кабинета: ежедневное посещение составляло не менее 30 процентов всего студенчества.

Особенно юноши и девушки интересовались стрелковым делом. Благодаря выделенным правлением денежным средствам, удалось приобрести, помимо уже имеющегося оружия, несколько винтовок малого калибра, что дало возможность не только усиленно практиковаться, но и участвовать в стрелковых соревнованиях с участием команд техникумов в городе, а также масштабах БССР и СССР.

Учитывая необходимость ознакомления студентов с приемами верховой езды, в 1927 году при институте создан конноспортивный кружок. Коней членам кружка выделяли шефы, главным образом 27 артполка. Количество занимающихся – более 100 человек. В первую очередь на тренировки вовлекались слушатели, направляющиеся в летние лагеря. В дни празднова-

ния 10-летия Красной Армии проведено конноспортивное состязание с участие красноармейцев 80, 81 пехотных, 27 артиллерийского полков.

Летом 1928 года выходил в военные лагеря очередной второй курс. Слушатели третьего и четвертого курса отбывали трехнедельные выходы в поле. Количество студентов в группах, выходящих на полевые занятия, составляло 65–69 человек. Подготовительные работы осуществлялись за два – три месяца. По отзывам войсковых частей, военкомата выпускники института получали хорошие основы военных компетенций, по итогам обучения, ставились на учет окружным военкоматом младшими командирами запаса [8, С. 50–53].

14 октября 1928 года в 12 часов дня под председательством ректора, профессора Алонова торжественно открылось собрание по поводу первого выпуска ветеринарных врачей. Дипломы получили 75 молодых специалистов.

В адрес института поступили поздравительные телеграммы председателя ЦИК Белорусской ССР А.Г. Червякова, начальника военно-ветеринарного управления Белорусского военного округа (БВО) Петуховского, партийного и советского руководства Витебского округа. По предложению выпускников под овации зала в президиум был приглашен военный руководитель БГВИ А.Н. Сафонов [9, С. 9, 11, 39–41, 44, 48].

Эффективно, как показало изучение, проходила военная выучка слушателей в Белорусской государственной академии сельского хозяйства имени Октябрьской революции, Полоцком лесного хозяйства техникуме, Горецком рабфаке [10, л. 66].

На постановку высшей допризывной подготовки отрицательно влияла слабая материально-техническая база мест боевой выучки. В молодежи. В большинстве средних учреждениях образования в лучшем случае устраивались земельные плацы для строевых упражнений, кабинеты физкультурных, военных занятий, простейшие спортивные сооружения в виде отдельных гимнастических лестниц, турников, параллельных брусьев, иногда висячего шеста, каната, деревянного коня. Примерно в таком состоянии находилась военно-физкультурная база в Буда-Кошелевском, Жорновском лесных, Воронецком животноводства и молочного хозяйства, Краснобережской школе сельскохозяйственного ученичества.

На качество усвоения знаний учащихся во время проводимых сборов негативное влияние оказывали бедность значительной части учащихся, особенно прибывших на учебу из семей батраков и неимущих крестьян сельской местности. Например, заведующий Лужеснянской сельскохозяйственной школой Серафимович в декабре 1924 года направил в адрес окружного военкомата письмо, в котором просил изыскать возможность в период допризывной выучки обеспечить учеников школы продовольствием за счет государственного бюджета по причине отсутствия у них припасов и невозможности приносить продукты питания из дома.

Требовались также дополнительные средства для обеспечения неимущих учащихся-крестьян в весенне-осенний период зимним обмундированием. Но деньги по причине междуведомственных согласований, волокиты выделялись с опозданием, нередко после военного сбора. В итоге часть допризывников Лужеснянской школы крестьянской молодежи, Буда-Кошелевского лесного техникума в период зимних полевых занятий не имели теплой одежды, нередко голодали [11, л. 24 об.; 2, лл. 17, 155].

Серьезной проблемой являлась нехватка квалифицированных кадров для боевого обучения юношества Привлекаемые в техникумах, крестьянских школах инструкторы из комсостава запаса и комсомольские политруки часто менялись, оборонные уроки срывались.

Например, на протяжении всего 1927/28 учебного года занятия в Марьиногорском садово-огородном техникуме, Белицкой сельскохозяйственной школе совхозовских рабочих периодически откладывались, нередко вообще не проводились по причине отсутствия преподавателя, в итоге ни один слушатель не прошел полную программу допризывного обучения. Естественно, качество военных знаний юношей и девушек было неудовлетворительным [12, л. 8; 4, л. 120].

Изучение показало, что в большинстве сельскохозяйственных образовательных учреждений республики, несмотря на имеющиеся проблемы, удалось обеспечить системный подход в военном обучении студенчества, что позволило осуществить качественную подготовку необходимого количества младшего, среднего комсостава запаса для резерва Вооруженных Сил страны.

Список использованной литературы

1. Государственный архив Витебской области (ГАВт). – Ф. 1611. Оп. 2. Д. 1.
2. ГАВт. – Ф. 1611. Оп. 1. Д. 61.
3. ГАВт. – Ф. 1611. Оп. 1. Д. 23.
4. ГАВт. – Ф. 1611. Оп. 1. Д. 15.
5. ГАВт. – Ф. 1611. Оп. 1. Д. 106.
6. ГАВт. – Ф. 1611. Оп. 1. Д. 18.
7. ГАВт. – Ф. 1611. Оп. 1. Д. 21.
8. Алонаў, Я. П. Да гісторыі Беларускага дзяржаўнага вэтэрынарнага інстытуту імя Кастрычнікавае рэвалюцыі (1924–1927 гг.) / Я. П. Алонаў. – Віцебск : Беларус. дзярж. вет. ін-т, 1928. – 79 с.
9. Белорусская ветеринария. – 1928. – № 10.
10. ГАВт. – Ф. 1611. Оп. 1. Д. 46а.
11. ГАВт. – Ф. 1611. Оп. 1. Д. 71.
12. ГАВт. – Ф. 1611. Оп. 1. Д. 79.

Summary. In most agricultural educational institutions of the republic, despite the problems, it was possible to provide a systematic approach to military training of students which allowed to carry out high-quality training reserve for the reserve of the Armed Forces of the country.

УДК 94 (476) «1941/1944»

Мяньчэня С.В., старшы выкладчык;
Грэбень Я.А., кандыдат гістарычных навук, дацэнт
Установа адукацыі «Беларускі дзяржаўны аграрны тэхнічны ўніверсітэт», г. Мінск, Рэспубліка Беларусь

ТЭМА ВЯЛІКАЙ АЙЧЫННАЙ ВАЙНЫ Ў КАНТЭКСЦЕ ВЫКЛАДАННЯ ВУЧЭБНАЙ ДЫСЦЫПЛІНЫ “ГІСТОРЫЯ БЕЛАРУСКАЙ ДЗЯРЖАЎНАСЦІ”

Анатацыя: У артыкуле раглядаецца пытанне аб месце і ролі Вялікай Айчыннай вайны ў дзяржаўнай ідэалогіі Рэспублікі Беларусь і гістарычнай памяці беларускага грамадства. Пазначаюцца асноўныя моманты работы выкладчыка па паглыбленні гэтых ведаў у студэнцкай моладзі ў кантэксце выкладання вучэбнай дысцыпліны “Гісторыя беларускай дзяржаўнасці”.

Absract: The article is devoted to the question of the place and role of the Great Patriotic War in the state ideology of the Republic of Belarus and the historical memory of Belarusian society. The main points of the teacher's work to deepen this knowledge in students in the context of teaching the academic discipline "History of Belarusian Statehood" are indicated.

Ключавыя словы: Вялікая Айчынная вайна, гістарычная памяць, выхаваўчая работа.

Keywords: The Great Patriotic War, historical memory, educational work.

Вялікая Айчынная вайна займае цэнтральнае месца ў гістарычнай памяці беларускага народа і ідэалогіі беларускай дзяржаўнасці. Беларуская дзяржава забяспечвае захаванне гістарычнай праўды і памяці аб гераічным подзвігу беларускага народа ў гады Вялікай Айчыннай вайны [1, арт. 15]. Як адзначана ў Дырэктыве № 12 Прэзідэнта Рэспублікі Беларусь, памяць пра ўсенародны супраціў нацызму, гераічны подзвіг беларускага народа ў гады Вялікай Айчыннай вайны з’яўляецца асновай, вакол якой аб’ядноўваецца беларускае грамадства [2].

Выпрабаванні, з гонарам перанесеныя народам, яго пакуты і подзвіг аказалі значны ўплыў на далейшае развіццё нашай Радзімы: сацыяльна-культурнае, грамадска-палітычнае і эканамічнае; паўплывалі на этнічныя, дэмаграфічныя і інш. працэсы. Гэтыя падзеі закранулі кожную сям’ю, а з вусных і пабытовых традыцый індывідуальных ствараецца калектыўная памяць, якая, у сваю чаргу, можа ўплываць на індывідуальную памяць і нават карэктаваць яе. У ацэнцы вайны беларускае грамадства не мае супярэчнасцей, як, напрыклад, у ацэнцы падзей распаду Савецкага Саюза, ці іншых, больш ранніх перыядаў. Значнасць падзей Вялікай Айчыннай вайны для ідэалогіі беларускай дзяржаўнасці даказвае, як мінімум, той факт, што галоўнае дзяржаўнае свята – Дзень Незалежнасці – адзначаецца

3 ліпеня, у дзень вызвалення Беларусі ад нацысцкіх захопнікаў. Улічваючы гэтыя фактары, можна канстатаваць, што веды аб Вялікай Айчынай вайне маюць важнае значэнне ў сістэме выхавання моладзі, фарміравання пачуцця патрыятызму і актыўнай грамадскай пазіцыі.

Калі ў структуры ідэалічна-выхаваўчай работы са студэнцкай моладдзю Беларускага дзяржаўнага аграрнага тэхнічнага ўніверсітэта тэме Вялікай Айчыннай вайны надаецца значная ўвага (гэта і інфармацыйныя гадзіны і выязныя мерапрыемствы з наведваннем музеяў, мемарыяльных комплексаў), то ў навучальным працэсе студэнты сустракаюцца з імі толькі ў межах дысцыпліны "Гісторыя беларускай дзяржаўнасці". Агульная колькасць адведзеных на вывучэнне тэмы аўдыторных гадзін складае 4 (2 гадзіны лекцыі і 2 на семінарскі занятак). Дысцыпліна "Вялікая Айчынная вайна савецкага народа (у кантэксце Другой сусветнай вайны)" спачатку з'яўлялася абавязковай дысцыплінай, затым атрымала статус факультатыва без формы кантроля, а пасля чарговай карэкцыі сістэмы выкладання сацыяльна-гуманітарных дысцыплін не патрапіла ў лік выкладаемых дысцыплін. У такіх умовах даць студэнтам цэласную карціну Вялікай Айчыннай вайны, закласці базіс ведаў аб лёсе і ролі беларускага ў прыватнасці і савецкага народа ўвогуле у тых падзеях, з'яўляецца складанай, але важнай задачай. На гэта ўплывае не толькі абмежаванасць часу, але і некаторыя суб'ектыўныя фактары: статус гістарычных дысцыплін як непрофільных, а таму і другасных у тэхнічным ВНУ, наяўнасць значнай колькасці іншых крыніц інфармацыі, якія для многіх студэнтаў з'яўляюцца больш прывабнымі.

Асноўнай задачай выкладчыка з'яўляецца перадача ведаў студэнтам, у выніку чаго павінны быць зфарміраваны канкрэтныя навыкі і кампетэнцыі. Наколькі прадукцыйнай з'яўляеецца такая праца дапамагае адказаць дыягностыка. Перш за ўсё выкладчык праводзіць дыягностыку ведаў студэнта ў выглядзе ўваходнага кантроля. Гэта дазваляе выявіць сярэдні ўзровень падрыхтоўкі, скарэктаваць змест заняткаў (больш увагі і часу надаць тым тэмам, па якіх студэнты паказалі найгоршыя вынікі), а таксама вызначыць студэнтаў з высокім узроўнем ведаў для працы з імі па індывідуальным заданням [3, с. 628]. Акрамя сістэмы выніковага кантроля мэтазгодна правядзенне пры магчымасці праз некаторы час кантрольных зрэзаў, вынікі якіх дапамагаюць ацаніць эфектыўнасць працы і, пры неабходнасці, правесці яе карэкціроўку.

На аснове шматгадовага вопыту выкладання гістарычных дысцыплін і правядзення дыягностыкі ведаў студэнтаў аб Вялікай Айчыннай вайне можам вызначыць наступныя праблемы і дасягненні.

Па-першае, гэта нізкі ўзровень персаніфікацыі гістарычных падзей. Аднак такая сітуацыя характэрна ў цэлым для ўсіх гістарычных перыядаў.

Так па выніках аналізу рэшткавых ведаў студэнтаў 1–3 курса (120 апытаных) у пачатку 2025 г. 36 % не змаглі назваць ніводнага ўраджэнца Беларусі – героя Вялікай Айчыннай вайны, альбо далі няправільныя адказы. Астатнія часцей за ўсё ўзгадваюць імёны Марата Казея (48 %) і Васіля Талаша (22%), Канстанціна Заслонава (10 %). Сустракаюцца адзінкавыя ўзгадванні Пятра Машэрава і Мікалая Гастэлы. Сярод вядомых дзеячаў Вялікай Айчынай вайны не знайшлося месца Мікалаю Кедышку, Герою Савецкага Саюза, аднаму з актыўных дзеячаў Мінскага антыфашысцкага падполля, пры тым, што вуліца, названая ў яго гонар, акрэслівае межы ўніверсітэцкага гарадка і вядома ўсім студэнтам.

Па-другое, трэба адзначыць пэўныя праблемы ў храналогіі і тэрміналогіі. Значная частка памылак звязана з краінамі антыгітлераўскай кааліцыі і вызначэннем саюзнікаў Германіі. 34 % не змаглі растлумачыць гістарычную аснову дзяржаўнага свята Дзень Народнага Адзінства, што, аднак, можна спісаць на тое, што ўведзена яго было ў 2021 годзе. У той жа час значна выраслі паказнікі па Дню Незалежнасці: 96% ведае гэтую дату, а 85 % могуць растлумачыць яе сэнс. Высокі паказнік і ў веданні храналагічных межаў Другой сусветнай і Вялікай Айчыннай вайны, тэрмінаў “генацыд” і “Халакост”, а таксама месцаў памяці (Хатынь, Брэсцкая крэпасць, Курган Славы і інш.).

Часам нізкі ўзровень ведаў знаходзіцца на мяжы нежадання атрымліваць інфармацыю і яе аналізаваць. Так, напрыклад, са з’яўленнем тэхналогій штучнага інтэлекта (ChatGPT і інш.) студэнты сталі здаваць паведамленні на тэму “Падзеі Вялікай Айчыннай вайны на тэрыторыі маёй малой Радзімы” згенераваныя нейрасеткай, яе таннымі і незусім якаснымі варыянтамі. Яны амаль не ўтрымліваюць факталагічнай інфармацыі (напісаны агульнымі фразамі, не маюць лічбаў, назваў асобных населеных пунктаў, пры замене назвы раёна на іншую нічога не змяняецца), а часам і маюць грубыя памылкі. Каштоўнасць і важнасць тэхналогій штучнага інтэлекта несумненна, аднак нельга дапускаць атрафіравання крытычнага мыслення і фармалізацыі самастойнай работы студэнта пры злоўжыванні імі.

Улічваючы тую ўвагу, якая надаецца падзеям Вялікай Айчыннай вайны ў сістэме выхавання моладзі, веды студэнтаў Беларускага дзяржаўнага аграрнага тэхнічнага ўніверсітэта аб іх знаходзяцца на дастатковым узрозні пры агульным сярэднім узроўні гістарычных ведаў. Выкладчыкамі кафедры сацыяльна-гістарычных дысцыплін на сістэматычнай аснове праводзіцца праца па іх маніторынгу, удасканаленні методыкі выкладання, выкарыстоўваецца індывідуальны падыход, праводзяцца пазааўдыторныя мерапрыемствы. Магчымымі крокамі па павышэнню прадукцыйнасцт дадзенай працы могуць быць вяртанне ў навучальны працэс дысцыпліны “Вялікая Айчынная вайна савецкага

народа (у кантэксце Другой сусветнай вайны)", як мінімум, на ўзроўні факультатыва, а таксама захаванне гістарычных дысцыплін у працэсе падрыхтоўкі спецыялістаў завочнай формы навучання.

Спіс выкарыстанай літаратуры

1. Канстытуцыя Рэспублікі Беларусь : са змян. і дап., прынятымі на рэсп. рэферэндумах 24 лістап. 1996 г., 17 кастр. 2004 г. і 27 лют. 2022 г. – Мінск : Нацыянальны цэнтр прававой інфармацыі Рэспублікі Беларусь, 2024. – 112 с.

2. Директива Президента Республики Беларусь № 12 «О реализации основ идеологии белорусского государства» от 9 апреля 2025 г.

3. Мяньчэня, С. В. Уваходны кантроль ведаў як сродак дыягностыкі і інструмент карэкцыі навучальнага працэсу (на прыкладзе гістарычных дысцыплін) / С. В. Мяньчэня // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сб. науч. статей Междунар. науч.-практич. конф., Минск, 26–27 нояб. 2020 г. / редкол.: Н.Г. Серебрякова [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2020. – С. 627–629.

Summary. The lecturers of the Department of Social and Historical Disciplines systematically monitor the knowledge of students about the Great Patriotic War, improve teaching methods, use an individual approach, and conduct extracurricular activities. Possible steps to increase the productivity of this work may be the return to the educational process of the discipline "The Great Patriotic War of the Soviet People (in the context of World War II)", at least at the level of an elective, as well as the preservation of historical disciplines in the process of training specialists in the correspondence form of study.

УДК 378.1

Карпович А.М., старший преподаватель
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КУРАТОРА УЧЕБНОЙ ГРУППЫ В ВЫСШЕМ УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ

Аннотация. В статье рассмотрена роль куратора в различных видах работ, проводимых со студентами в учреждениях высшего технического образования. Рассмотрены отдельные направления работы куратора, виды и формы реализации деятельности куратора.

Abstract. The article examines the role of the curator in various types of work carried out with students in institutions of higher technical education. The separate directions of the curator's work, types and forms of realization of the curator's activity are considered.

Ключевые слова. Куратор, воспитательная работы, профориентационная деятельность, личностные качества, педагогическая система, родители.

Keywords. Curator, educational work, career guidance, personal qualities, pedagogical system, parents.

Современное образовательное поле, в котором вынуждены существовать высшие учебные заведения, представляет собой сложную систему, которая полна различными противоречиями. Постоянно меняющиеся запросы, которые формируются запросами потенциальных работодателей, требуют от учреждений высшего образования находиться в процессе постоянных изменений. Причем, многие эти изменения необходимо предвидеть, так как организациям кадры нужны сейчас, а не по прошествии нескольких лет.

Высшее учебное заведение работает с большим количеством студентов, что требует значительных усилий для проведения различных видов работ (воспитательной, профориентационной, педагогической и психологической). В основе работы учреждения лежит образовательный, процесс, но без учета упомянутых выше видов его результативность будет значительно снижена. Особенно актуален этот вопрос в технических вузах, которые характеризуются сложными предметами и повышенными запросами к качествам студентов [2].

Для того чтобы обеспечить единство учебного и образовательного процесса, повысить его результативность, а также оказывать влияние на формирование личности будущего специалиста, каждая учебная группа получает преподавателя-куратора.

Куратор учебной группы является одним из важнейших звеньев учебного и воспитательного процесса. Причем, его участие осуществляется не только во внеаудиторное время. Хотя, внеучебная деятельность является превалирующей среди всех остальных видов.

Упрощенно, куратор является своеобразным «классным руководителем» студенческой группы, который совмещает учебную и воспитательную деятельность. Как показывает практика осуществления кураторской деятельности в техническом вузе, работа с современной молодежью является сложным делом.

Каждый подросток, переступивший порог высшего учебного заведения представляет самого себя как личность, которая полностью самостоятельна. Эта личность, по его мнению, не нуждается в дополнительном воздействии со стороны преподавателей. Здесь стоит отметить, что в студенческой среде могут встречаться те, кто старается игнорировать воспитательную деятельность со стороны университета [5].

Современный студент постоянно находится в пространстве, которое насыщено большим количеством информации, что делает куратора и преподавателей не единственным источником воздействия на процесс формирования личности. Однако, большое количество информации при этом приводит к формированию дефицита общения в среде студентов. Соответственно, вопрос организации взаимодействия между студентами относится к главнейшим задачам.

Современный выпускник высшего учебного заведения, это не только специалист в своей сфере, но также гражданин, патриот и еще много различных характеристик, которые описывают его взаимодействие с обществом. Если процесс формирования специалист в учебном заведении более или менее понятен, то его личностные качества требуют индивидуального подхода.

Работа куратора вуза, требует индивидуального и комплексного подхода в каждом конкретном случае. Определение проблемы, способа его решения и формы их реализации выбираются куратором с учетом большого количества факторов. При этом необходимо внимательно относиться к формам этой работы. Индивидуальная и групповая деятельность имеет различные результаты в каждом отдельном случае [1].

Внеаудиторная работа куратора со студентами имеет свою интенсивность и качество, которые в значительной мере зависит от студенческой групп. Внеаудиторная работа это главный фактор, который создает условия для формирования самостоятельности у студентов. Именно в этом виде деятельности проявляется их стремление к самореализации и самовоспитании. На проводимых мероприятиях студенты могут в значительной мере реализовать творческую составляющую своей личности. Во время этих мероприятий куратор стремится организовать студенческое общение и досуг, заложить основы и развить различные характеристики личности, необходимые в дальнейшей жизни.

Историческая литература позволяет нам утверждать, что институт кураторства появился при появлении первых учебных заведений. В различные времена он мог принимать различные формы, а также носить различные названия. Однако всегда его целью было организация деятельности студентов [4].

Отталкиваясь от особенностей работы куратора в высшем учебном заведении технического профиля, можно отметить, что работа с группой студентов может быть разбита на несколько блоков. Каждый блок не существует изолированно от других, отдельные виды деятельности могут функционировать одновременно в нескольких. Составные части этих блоков часто взаимно дублируются другими блоками. Рассмотрим эти блоки.

1. Важнейшим блоком является воспитательная деятельность в вопросах патриотического воспитания. Формирование четких и ясных проявлений патриотических качеств это сложная работа, которая осуществляется всегда. В рамках этой работы необходимо создать и закрепить у студентов осознание необходимости защиты государства, а также его независимости. В этом блоке необходимо дать студентам потребность и возможность осознать себя тем, кто принимает участие в жизни общества и страны. Чувство сопричастности позволяет осознать наличие взаимосвязи между страной и отдельной личностью. Реальность современного общества такова, что высококвалифицированный специалист невозможен без наличия изрядной доли патриотизма.

2. Курируя деятельность группы, куратор одновременно проявляет себя и как преподаватель конкретных предметов, что реализуется в учебно-воспитательном блоке. Именно через эту деятельность куратор транслирует необходимость получения образования, конкретное отношение к предмету. Куратору необходимо проявлять те качества, которые он впоследствии требует от студентов. К ним могут относиться не только конкретные качества, необходимые в учебной деятельности, но также и значительный объем различных морально-этических норм, которые необходимо проявлять в процессе учебной деятельности.

3. Отдельно стоит отметить наличие психолого-педагогического блока. Деятельность куратора в этом блоке опирается на воспитательную работу, которую он организует различными способами. В процессе воспитания куратор предстает перед студентами в различных ипостасях. Куратору необходимо осуществлять взаимосвязь между теорией и практикой бучения, как для всей группы, так и для каждого студента в отдельности. В этом блоке деятельности осуществляется и деятельность куратора по культурному развитию студентов путем посещения различных культурных мероприятий – музеев, театров и т.д.

4. Научно-методический блок характеризуется тем, что каждый студент должен иметь потенциальную возможность в осуществлении научной деятельности. Талантливые и одаренные студенты должны куратором привлекаться к научной деятельности. Реализация этого может быть осуществлена самыми различными способами. Высшее учебное заведение имеет широкие возможности для реализации этих устремлений. Различные научные кружки, участие в конференциях в университете и за его пределами позволяют познакомить студентов с тем, что студент в будущем может встретить после окончания учебного заведения. Формирование интереса к научной деятельности осуществляется одновременно и с развитием необходимых для этого качеств. Необходимо отметить, что в рамках этого блока нельзя осуществлять разделение студентов на отдельные категории. Очень может быть, что студент, не предъявляющий значительных талантов, заинтересовавшись конкретной темой, покажет себя более качественно, чем все другие студенты [3].

5. Куратор учебной группы является не только преподавателем и научным работником, но также и тем, кто осуществляет профессиональную ориентацию студента. Проблема профессиональной ориентации молодежи является важной составляющей деятельности высших учебных заведений и конкретно государства. Правильное осознание того, чем ты будешь заниматься после окончания учебы, является одной из главных составляющих деятельности студента. Здесь необходимо отметить, что студент, который прошел несколько лет обучения, уже может ответить на вопрос будущей работы. Именно в первую половину обучения у большинства студентов формируется понимание того, будет ли он работать по своей

специальности или же решится поменять свое место работы. Отметим, что высшие учебные заведения стремятся создать систему преемственности, когда студенты и преподаватели знакомят потенциальных абитуриентов с особенностями учебы, а также последующей работы. Это позволяет снизить вероятность поступления в учебное заведение тех, кто потом сменит после выпуска свою специальность.

6. Семейный блок отдельными элементами включен в рассмотренные выше блоки. Однако его выделение в отдельный блок происходит в связи с тем, что именно в этот период у юношей формируются привязанности к противоположному полу. Одновременное снижение контроля со стороны родителей приводит к формированию устойчивых связей во взаимоотношении с противоположным полом. Куратор группы в данном блоке не может активно влиять на деятельность студента. Однако, в процессе своей деятельности куратор может информировать студентов о самых неблагоприятных видах деятельности в этом вопросе.

Из всего вышесказанного можно отметить, что куратор группы студентов является высококвалифицированным специалистом, который реализует свои знания для подготовки специалистов высокой квалификации. Эффективная работа куратора учебной группы является важнейшим фактором успешной работы по воспитанию студентов, как самого учебного заведения, так и всей системы образования.

Список использованной литературы

1. Гарань, Н. С. Куратор академической группы высшего учебного заведения как организатор учебно-воспитательной работы / Н.С. Гарань // Культура и образование – [Электронный ресурс]. – 2014. №12. – Режим доступа: http://vestnik-rzi.ru/2014/12/2729. – Дата доступа: 08.04.2025.

2. Карпович, А. М. Подготовка будущего специалиста при переходе к информационному обществу / А. М. Карпович // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : материалы Международной научно-практической конференции, Минск, 24–25 октября, 2019 г. : в 2 ч. Ч. 2. – Минск : БГАТУ, 2019. – С. 410–412.

3. Титова, Г. Ю. Роль куратора студенческой группы в организации воспитательной работы в вузе / Г. Ю. Титова // Вестн. ТГПУ. – 2011. – № 10. – С. 82–84.

4. Шенкнехт, Ю. И. Функции куратора студенческой группы / Ю. И. Шенкнехт. – М.: Инфра-М, 2015. – 129 с.

5. Якушкина, М. С. Кураторство как фактор совершенствования воспитания в вузе /М. С. Якушкина // Образование и саморазвитие. Казань: Центр инновационных технологий. – 2007. –№6. – С. 118–123.

Summary. From all of the above, it can be noted that the curator of the student group is a highly qualified specialist who implements his knowledge to train highly qualified specialists. The effective work of the curator of the study group is the most important factor in the successful work on the education of students, both the educational institution itself and the entire education system.

УДК: 378.147+796.032

Круглик И.И., кандидат педагогических наук, доцент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

АНАЛИЗ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В СФЕРЕ ОЛИМПИЙСКОГО ДВИЖЕНИЯ МОЛОДЕЖИ

Аннотация. В статье проанализированы ключевые источники касаемые Международного спортивного права. Проведен анализ законодательной базы в сфере олимпийского движения. Определены ключевые принципы в системе управления Международным олимпийским движением. Проанализированы конкретные статьи и положения Олимпийской хартии.

Annotation. The article analyzes the key sources related to International Sports Law. The analysis of the legislative base in the sphere of the Olympic movement was carried out. The key principles in the management system of the International Olympic Movement are determined. Specific articles and provisions of the Olympic Charter are analyzed.

Ключевые слова: Олимпийская хартия, Международный олимпийский комитет, национальный олимпийский комитет, Олимпизм, Олимпийское движение.

Keywords: Olympic Charter, International Olympic Committee, National Olympic Committee, Olympism, Olympic Movement.

Последнее время спортивная отрасль в Республике Беларусь все больше нуждается в обосновании своей деятельности в рамках норм международного и национального спортивного права в Республике Беларусь. Спорт является самым массовым социально-культурным явлением в мире. Любая страна заинтересована в его развитии. С помощью спорта, можно объединить людей разных континентов, различных культур, национальностей, вероисповедания на различных мировых спортивных аренах при проведении крупнейших спортивных мероприятий (Олимпийские игры, Чемпионаты мира и Европы, Европейские игры, Лига чемпионов и Лига Европы по футболу и др.). Однако, спортивная индустрия породила не мало проблем, не только международного, но и национального масштаба: нарушение антидопинговых правил (проблема Допинга); проблема объективности судейства; вмешательство политики в систему спорта; нарушение принципов Фейрплей; не равные условия для спортсменов и спортивных держав; возникновение вызовов Олимпийскому движению и др; различные вопросы, касающиеся спортивных соревнований, деятельности спортивных организаций, взаимодействия тренера, спортсмена и прочего спортивного персонала. В связи с вышеперечисленным, вопросы правового регулирования в сфере физической культуры, спорта и олимпийского движения не теряют своей актуальности, являются недостаточно освещенными в Республике Беларусь и требующие научно-методической поддержки [1 – 3].

Цель исследования: анализ законодательства в сфере олимпийского движения.

Задачи исследования. 1. Провести теоретический анализ ключевой законодательной базы в сфере олимпийского движения. 2. Описать ключевое содержание законодательного аспекта в сфере олимпийского движения. Методы исследования: биографический поиск, анализ научно-методической литературы, документальный метод исследования, метод сравнения и аналогии.

Организация исследования. Изучение ключевых аспектов спортивного права проводится в ходе подготовки докторской диссертации по теме: «Эволюция олимпизма в системе Международного олимпийского движения.

Результаты исследования и их обсуждение. Исходя из Закона Республики Беларусь о Физической культуре и спорте (ФК и С), следует следующее определение Олимпийскому движению. Олимпийское движение Беларуси – это часть Международного олимпийского движения (МОД), целями которого являются пропаганда и внедрение принципов олимпийского движения, содействие развитию физической культуры и спорта, укрепление международного сотрудничества в сфере физической культуры и спорта, представление Республики Беларусь на Олимпийских играх, иных международных спортивных мероприятиях, проводимых под эгидой Международного олимпийского комитета (МОК), Европейских олимпийских комитетов (ЕОК) и Ассоциации национальных олимпийских комитетов (АНОК). После объявления независимости и признания НОК Республики Беларусь МОКом (21–24 сентября 1993 года), спортсмены Беларуси выступают самостоятельной командой на Олимпийских играх [3, 4].

Главным источником международного спортивного права является Олимпийская хартия. Термин олимпийского движения, взятый из Олимпийской хартии первичен, по отношений к термину взятому из Закона Республики Беларусь о ФК и С. В Олимпийской хартии отмечается, что олимпийское движение представляет собой согласованную, организованную, универсальную и постоянную деятельность всех лиц и организаций, вдохновляемых ценностями олимпизма, осуществляемую под руководством МОК[6].

Последнее время идет много споров, кто является субъектом Международного спортивного права. Исходя из Олимпийской хартии (ст.1), тремя основными составляющими Олимпийского движения являются МОК, обладающий верховной властью в движении, международные спортивные федерации (МСФ) и национальные олимпийские комитеты (НОК).Исходя из статьи 3 Хартии, основным критерием принадлежности к Олимпийскому движению является признание МОК.

Так, С.В. Алексеев определяет субъект международного спортивного права как участника международно-правовых отношений, являющихся в связи с их спортивной деятельностью. Он относит к ним международные и национальные спортивные организации. Международный олимпийский

комитет, Всемирное антидопинговое агентство, Спортивный арбитражный суд в Лозанне и разнообразные межправительственные организации, ответственные за аспекты организации спортивных соревнований (например, Международный центр по безопасности в области спорта). Среди ключевых субъектов международного спортивного права следует назвать МОК и ВАДА. МОК – это международная организация, основанная для возрождения Олимпийских игр и пропаганды олимпийского движения. Основная роль МОК – руководство олимпийским движением и развитие олимпизма в соответствии с Олимпийской хартией. МОК поощряет развитие спорта и спортивных соревнований, обеспечивает систематичное проведение Олимпийских игр. Всемирное антидопинговое агентство (ВАДА) – это независимая организация, сформированная при поддержке МОК. Основным документом ВАДА является Всемирный антидопинговый кодекс. Для решения вопросов, затрагивающих разногласия в области спорта, создано два основных органа, которые также относятся к субъектам международного спортивного права, это Международный арбитражный совет в области спорта (МАСС) и Спортивный арбитражный суд (САС). В юрисдикции САС споры, касающиеся спорта, стороны которых заключили особое арбитражное соглашение, либо если в уставах и регламентах спортивных организаций есть положение, согласно которому спор может быть решен при применении правил арбитражных процедур. Правом обращения имеют только такие спортивные организации, в уставе которых предусмотрен такой метод разрешение конфликта, или физические или юридические лица, чьи права нарушены вследствие их спортивной деятельности [2].

Вопросы Спортивных агентов и судебных прецедентах, НПА (нормативно-правовой акт) рассмотрены в работах С.Н. Ильича.

Основными источниками Международного спортивного права являются: 1. Олимпийская хартия; 2. Всемирный антидопинговый кодекс ВАДА; 3. Международная хартия Физического воспитания и спорта; 4. Спортивная хартия Европы; 5. Спортивный манифест Молодые люди и спорт; 6. Рекомендации Европейского совета «Молодежь и спорт Высших достижений»; 7. Декларация «Спорт, терпимость и чистая игра».

Международный олимпийский комитет как главный субъект Олимпийского права. Решение о создании Международного олимпийского комитета (далее МОК) было принято 23 июня 1894 года на Международном атлетическом конгрессе, в Париже, созванном по инициативе Пьера де Кубертена [5]. Международный атлетический конгресс открылся 16 июня 1894 года. Неделю спустя 23 июня 1894 года конгресс принял решение о Возрождении Олимпийских игр, делегаты сформировали постоянно действующий комитет, который должен был организовать и провести Игры. Так был создан МОК. В состав конгресса входили 10 членов организаци-

онного комитета, 78 членов от 37 спортивных федераций из 9 стран. Из Международных спортивных федераций на конгресс направила своих членов только Международная ассоциация велосипедного спорта. 12 спортивных федераций прислали письменную поддержку конгрессу, из-за длительного и дорогостоящего перелета их делегаты не смогли принять участия в мероприятиях конгресса [6, 7].

Состав членов МОК. Членами МОК, вопреки распространенному заблуждению, являются не представители НОКов, а физические лица в количестве не более 115 человек, из которых 70 членов не связаны с какой-то определенной должностью или видом деятельности, 15 членов являются действующими спортсменами, 15 членов представляют МСФ или их ассоциации и 15 членов представляют НОК или их ассоциации.

Порядок комплектования МОК. МОК еще со времен Пьера де Кубертена сам избирает своих членов по рекомендации Исполкома, причем рассматривает своих членов не как представителей НОКов, а наоборот как «послов МОК» в их странах, оберегая свою независимость от внешнего вмешательства. Члены МОК не могут принимать никаких поручений, которые бы их связывали или препятствовали свободе их действий в качестве членов МОК, в том числе – лишая беспристрастности при голосовании.

Каждый новый член дает клятву на церемонии его избрания. Текст клятвы звучит следующим образом: «Удостаиваясь, чести быть членом МОК и представлять его, осознавая свои обязанности в данном качестве, я готов служить Олимпийскому движению в полную меру своих возможностей, соблюдать и требовать уважения всех положений Олимпийской хартии и решений МОК, которые я принимаю безоговорочно, оставаясь свободным как от всякого политического, или коммерческого влияния, так и от всех соображений расового или религиозного характера; бороться против любых форм дискриминации и защищать при любых обстоятельствах интересы МОК и Олимпийского движения» [7-8].

Функции МОК. Миссией МОК является руководство Олимпийским движением в соответствии с Олимпийской хартией. Согласно положениям Олимпийской хартии МОК является высшей властью олимпийского движения, призван координировать сотрудничество своих подразделений с общественными организациями и компетентными органами государственной власти, обеспечивая регулярное празднование Олимпийских игр, укреплять дружбу между народами. МОК ответственен за организацию Олимпийских игр. МОК на основании заявок и путем голосования выбора города для проведения Олимпийских игр, поручает тому или иному городу проведение Олимпийских игр. Он имеет в исключительной собственности Олимпийский символ, флаг, девиз, эмблему, гимн, а также Олимпийский огонь. МОК принимает решение о признании НОКов и МСФ.

Единственный источник финансирования МОК – это частный сектор. Большая часть средств поступает от телевизионных компаний и спонсоров. Благодаря этим партнерам МОК может существенно помогать организации Олимпийских игр, ежегодной деятельности НОК и международных спортивных делегаций. По состоянию на начало 2010 года, МОК получает доходы от продажи прав на трансляцию Олимпийских игр (53 % от общего объема), от спонсоров (34 %), от продажи билетов (11 %) и от лицензирования (2 %). Выручка МОК в 2008 году составила $2,4 млрд. Решения МОК, принятые на основе положений Олимпийской хартии, являются окончательными.

В Олимпийской хартии (ст. 16), прямо закреплен принцип автономности организаций, входящих в Олимпийское движение, от государственной власти: члены МОК являются его представителями в своих странах, а не делегатами своих стран в МОК (ст. 16, Олимпийской хартии).

В статье 28.6 Олимпийской хартии прописано, что Национальные олимпийские комитеты должны «Ппротивостоять давлению любого вида, включая политическое, юридическое, религиозное или экономическое, которое могло бы препятствовать выполнению с их стороны требований Олимпийской хартии».

Нарушение автономности НОК, может стать причиной временного исключения или лишения признания, если «конституция, правовые положения или порядки, действующие в данной стране, или акции со стороны правительственных или иных учреждений препятствуют деятельности НОК или выражению его воли» [6–8].

Автономность НОК по Олимпийской хартии (ст. 28.5; ст. 28.4), не предполагает абсолютный запрет на любые контакты с собственным государством, наоборот, «в выполнении своей миссии НОК могут сотрудничать с правительственными органами, строя с ними гармоничные отношения»; по своему усмотрению НОК может принять решение об избрании в качестве своих членов представителей публичной власти. Принцип автономности в деятельности Международного олимпийского комитета выражается и в наличии собственной системы мер ответственности.

Так, Олимпийская хартия в статье 23 «Меры и санкции» предусматривает возможность принятия санкций, которые применительно к Олимпийскому движению могут выражаться в исключении из программы Олимпийских игр вида спорта, дисциплины или соревнования, лишении признания МСФ.

В отношении НОК может быть использовано временное исключение, временное или постоянное лишение признания, лишение права организации Олимпийских игр. Кроме того, МОК может накладывать санкции на официальных лиц, руководителей и других членов любой делегации, судей и членов жюри, а также на индивидуальных участников и команды (лишение допуска или исключение из Олимпийских игр; в таком случае все полученные медали и дипломы должны быть возвращены в МОК).

Практика спортивного движения доказала автономный характер принимаемых МОК решений, что парадоксальным образом подтверждается недовольством государственных чиновников разных стран после применения санкций к спортсменам на любых крупных соревнованиях, смысл которого зачастую сводится к тому, что отсутствуют механизмы влияния на МОК.

Таким образом, очевиден автономный характер деятельности МОК и Олимпийского движения на международном уровне: из Олимпийской хартии факт существования государств предусматривается только как территориальный фактор для целей объединения и координации структурных подразделений. В остальном же именно Олимпийская Хартия как акт внутреннего права организации формирует сложную организационную структуру, определяет процедуры деятельности органов и в конечном счете статус МОК и Олимпийского движения в глобальном масштабе [6-8].

Таким образом, проанализированы ключевые источники в системе спортивного права. Описаны ключевые аспекты законодательной базы в сфере международного олимпийского движения.

Список использованной литературы

1. Актуальные вопросы спортивного права стран Евразийского экономического союза. – М. : Проспект, 2017. – 946 с.

2. Алексеев, С. В. Международное спортивное право: Учебник для вузов / С. В. Алексеев; под ред. П.В. Крашенинникова. – М.: ЮНИТИ-ДАНА: Закон и право, 2016. – 895 с.

3. Каменков, В. С. Национальное спортивное право Беларуси: понятие, реалии и перспективы / В. С. Каменков // Юридический мир : производственно-практический, научный журнал / учредитель СООО «Информационно-правовое агентство «Регистр»». – 2009. – № 8. – С. 94–99.

4. Круглик, И. И. Олимпийское образование. Учебно-методическое пособие, (для студентов всех направлений подготовки), электронное учебно-методическое издание. – Спб.: СПбГУП, 2014. CD-R.

5. Кубертен, П. Де. Олимпийские мемуары. – Киев: Олимпийская литература, 1997. – 180 с.

6. Олимпийская Хартия (в действии со 2 августа 2015 года). Швейцария: Международный олимпийский комитет, 2015. – 51 с.

7. Олимпийская повестка 2020: материалы внеочередной сессии // Международный олимпийский комитет [Электронный ресурс]. 2014. Режим доступа :http : //www. valovs. Ru / documents / show / 66 / . Дата доступа: 10.02.2016.)

8. Спортивная хартия Европы 1992 г. // Справочник работника физической культуры и спорта: нормативные правовые и программно–методические документы, практический опыт, рекомендации / Автор – составитель А.В. Царик. – М.: Советский спорт, 2005.

Summary. The key principles in the management system of the International Olympic Movement are determined. Specific articles and provisions of the Olympic Charter are analyzed.

УДК 796:159.9

Старовойтова Ю.В., старший преподаватель
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

АЙТРЕКИНГ В ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ СПОРСМЕНОВ

Аннотация. Фраза «следи за мячом» обретает совершенно иной смысл, поскольку все больше профессиональных спортсменов начинают использовать технологии отслеживания взгляда в своих тренировках. С помощью программного обеспечения для анализа движений глаз спортсмены могут отслеживать и тренировать свои зрительные реакции, что позволяет значительно сократить среднее время реакции.

Abstract. The phrase «keep your eye on the ball» is taking on a whole new meaning as more and more professional athletes are beginning to utilize eye-tracking technology in their training. With eye movement analysis software, athletes can track and train their visual reactions, which can significantly reduce their average reaction time.

Ключевые слова. айтрекинг, тактическое мышление, «спокойный взгляд», фокусировка внимания, обучение, визуальные навыки, психология.

Key words. eye-tracking, tactical thinking, «quiet eye», focus, learning, visual skills, psychology.

Айтрекинг, или отслеживание движения глаз, играет важную роль в тренировке спортсменов. С его помощью мы можем изучать, на что спортсмен обращает внимание во время тренировок и соревнования. Это помогает улучшить его способность видеть и быстро реагировать на ситуации. Также айтрекинг помогает спортсменам лучше справляться со стрессом и оставаться сосредоточенным во время важных моментов.

Интерпретация этих движений глаз довольно сложна, поскольку глаза могут двигаться мгновенно, по прямым линиям или дугам, а зрачки могут расширяться или сужаться с разной скоростью. Более того, все это может происходить несколько раз, каждую секунду [1].

Чтобы эффективно проанализировать собранные данные, они загружаются в программу отслеживания движений глаз, которая помогает тренеру и спортсмену наблюдать различные движения и закономерности, возникающие во время тренировки.

Рассмотрим использование технологии айтрекинга на примере футбола. Следить за мячом, хотя это может показаться простым, на самом деле представляет собой сложный процесс с важными последствиями. Во время игры мозг должен быстро обрабатывать информацию об окружающей среде, чтобы принимать решения о движениях тела. Глаза спортсмена играют ключевую роль в сборе этой информации, позволяя мозгу принимать обоснованные решения.

Отслеживание движений глаз помогает игрокам выявить связь между их визуальным вниманием, зрительно-моторной координацией и игровыми выборами. Это также позволяет им лучше оценивать свои стратегии визуального поиска и предсказания траектории мяча.

Исследования показывают, что движения глаз являются непроизвольными реакциями. Например, нервный игрок может отвлекаться на раздражители, такие как толпа, что приводит к менее организованному взгляду. Таким образом, анализ движений глаз может раскрыть когнитивные процессы спортсмена в реальном времени.

Современный футбол вызывает интерес как у болельщиков, так и у исследователей спортивной науки. Это объясняет большое количество исследований, посвященных диагностике и психологической поддержке спортсменов разных уровней – от новичков до профессионалов мирового класса. Футбол, как командный вид спорта, имеет свои психологические особенности.

Во-первых, эффективность действий футболистов зависит от социально-психологических факторов, таких как групповая сплоченность, лидерство, роли и статус игроков, а также авторитет тренерского состава. Во-вторых, футбол характеризуется динамичными изменениями на поле, что требует от игроков постоянного контроля не только за своими действиями, но и за перемещениями соперников и партнеров, а также выполнения сложных технических и тактических задач.

Ключевыми профессионально важными качествами футболистов являются:

- скорость обработки информации и моторной реакции, включая реакцию выбора;
- быстрота принятия решений, особенно в условиях нехватки времени;
- развитые способности внимания (объем, переключение, распределение, слежение за несколькими динамическими объектами);
- тактическое мышление;
- навыки визуализации и идеомоторной тренировки.

В футболе зрительная система играет ключевую роль в выполнении различных действий, таких как ведение мяча, удары ногами или головой, а также в тактических маневрах в атаке и обороне. Одним из первых аспектов, который привлек внимание исследователей, стало исполнение пенальти.

Анализируя пенальти, выполняемые элитными игроками немецкой лиги, ученые выделили два типа зрительных стратегий: «зависимую от вратаря» и «независимую от вратаря». В первой стратегии футболисты сосредотачивались на действиях голкипера и направляли мяч в противоположную сторону. Во второй стратегии игроки игнорировали поведение вратаря и фокусировались на целевой зоне ворот.

В 2007 году был проведен эксперимент, посвященный принятию решений в футболе. Игроки должны были реагировать на пас, регистрировались время принятия решения, скорость визуального сканирования и последовательность

фиксаций. Результаты показали, что успешные игроки дольше фиксировали взгляд на мячах, находящихся у других игроков, чем на своих собственных [2].

В 2010 году британские ученые исследовали 18 футболистов, фиксируя их движения глаз и точность при выполнении пенальти. Выяснилось, что точность ударов значительно снижается, когда вратарь активно размахивает руками, по сравнению с ситуацией, когда он неподвижен. Позже исследователи представили методику тренировки феномена «quiet eye», которая с помощью технологии айтрекинга помогает игрокам лучше контролировать свой взгляд при выполнении пенальти. В ходе эксперимента футболисты должны были бить по воротам в определенные зоны. Установлено, что точность ударов напрямую зависела от длительности фиксации взгляда на целевой зоне перед ударом [3].

В 2014 году было проведено исследование, сравнивающее глазодвигательные паттерны при выполнении пенальти, ориентированных на силу и точность. Участники, состоящие в университетских командах, показали, что при ударе на точность они дольше фиксировали взгляд на цели, в то время как при «силовом» ударе внимание было сосредоточено на мяче и действиях вратаря, что увеличивало шансы голкипера на отбитие мяча [4].

Эти исследования подчеркивают эффективность технологии айтрекинга в психологической подготовке футболистов. Методы регистрации движений глаз позволяют изучать особенности зрительного внимания, антиципации и принятия решений при выполнении различных технических и тактических действий.

Исследование взаимосвязи между движениями глаз футболистов и их результативностью представляет собой интересную область. Вот несколько аспектов, которые можно изучить:

1. **Фокусировка внимания**

Анализ движений глаз может выявить, на что именно футболист концентрирует свое внимание во время игры. Это может включать в себя изучение того, куда направлен его взгляд в различных игровых ситуациях – на партнеров, соперников, мяч и т.д.

2. **Восприятие пространства**

Движения глаз могут отражать, как футболист воспринимает пространство на поле. Это связано с оценкой расстояний, скоростей движения игроков и мяча, а также с принятием решений в реальном времени на основе этой информации

3. **Скорость реакции**

Изучение движений глаз может показать, насколько быстро и точно футболист воспринимает информацию и принимает решения на поле.

Хотя доступ к данным о движениях глаз и результативности игроков может быть сложным, современные технологии, такие как айтрекинг и видеоанализ, могут помочь в исследовании этих вопросов. Такие исследования могут пролить свет на важные аспекты восприятия и принятия ре-

шений в футболе, а также послужить основой для дальнейшей психологической подготовки спортсменов.

Технология отслеживания движений глаз в футболе может значительно повысить производительность и улучшить результаты. Вот несколько способов, как эта технология может сэкономить время:

1. **Анализ игровых ситуаций**. С помощью отслеживания движений глаз можно проанализировать, на что именно футболист обращает внимание в различных игровых ситуациях. Эта информация поможет тренерам и аналитикам лучше понять реакции игроков, что позволит корректировать тактику и улучшать восприятие игры.

2. **Тестирование реакции и принятия решений.** Отслеживание движений глаз может быть использовано для оценки скорости восприятия и принятия решений футболистом в различных игровых условиях. Анализ полученных данных поможет выявить слабые места и разработать специальные тренировочные программы для улучшения реакции на определенные ситуации.

3. **Обучение новичков**. Для начинающих футболистов технология отслеживания движений глаз может эффективно оценить их восприятие игры и помочь тренерам адаптировать методы обучения под индивидуальные потребности. Таким образом, отслеживание движений глаз может стать важным инструментом для анализа и повышения производительности в футболе, позволяя тренерам и игрокам разрабатывать более эффективные стратегии и тренировочные методики.

В заключение, можно отметить, что использование технологии айтрекинга в психологической подготовке спортсменов приводит к следующим выводам.

Айтрекинг предоставляет психологам и тренерам ценную информацию о визуальном восприятии спортсменов, что позволяет разрабатывать индивидуальные психологические стратегии, основанные на этих данных.

Кроме того, данные айтрекинга могут быть использованы для управления вниманием спортсменов, что способствует улучшению их психологической подготовки.

Таким образом, айтрекинг является мощным инструментом для оптимизации визуальных навыков и психологических стратегий спортсменов.

Список использованной литературы

1. Freethink. How Does Eye Tracking Work? [Электрон. ресурс]. - URL: https://www.freethink.com/ (дата обращения 10.03.2025).

2. ResearchGate. Decision-making coaching and strategy in football [Электрон. ресурс]. – URL: https://www.researchgate.net/ (дата обращения 12.03.2025).

3. PubMed Central. Keep Your Eye on the Ball; the impact of an Anticipatory Fixation During Successful and Unsuccessful Soccer Penalty Kicks [Электрон. ресурс]. – URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/ (дата обращения 19.03.2025).

4. PLOS. Visual Search Strategies of Soccer Players Executing a Power vs. Placement Penalty Kick [Электрон. ресурс]. – URL: https://journals.plos.org/plosone/ (дата обращения 21.03.2025).

Summary. In short eye movement tracking can be an important tool for analyzing and improving performance in soccer, allowing coaches and players to develop more effective strategies and training techniques. In addition, eye tracking provides psychologists and coaches with valuable information about athletes' visual perception, allowing them to develop individualized psychological strategies based on this data. Thus, eye-tracking is a powerful tool for optimizing athletes' visual skills and psychological strategies.

УДК 796.012

Широканова Л.И.[1], кандидат педагогических наук, доцент;
Круглик И.И.[2], кандидат педагогических наук, доцент
[1]*Учреждение образования Филиал «Российского государственного социального университета» в Минске, Республика Беларусь*
[2]*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

МОТИВАЦИЯ СТУДЕНТОВ К УЧЕБНЫМ ЗАНЯТИЯМ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТУ

Аннотация: Представлен опыт применения поэтапного (по блокам, модулям/темам) овладения исполнительской/реализационной техникой двигательных действий и поэтапный (по блокам, модулям/темам) балльно-рейтинговый контроль качества и степени овладения программным материалом студентами по учебной дисциплине физическая культура и спорт (элективные дисциплины по физической культуре и спорту) в учреждении высшего образования.

Abstract: The article presents the experience of applying step-by-step (by blocks, modules/topics) mastery of performing/implementing techniques of motor actions and step-by-step (by blocks, modules/topics) point-rating control of the quality and degree of mastery of program material by students in the academic discipline of physical culture and sports (elective disciplines of physical culture and sports) in a higher education institution.

Ключевые слова: студенты, элективные дисциплины, физическая культура и спорт, обучение, двигательные действия, поэтапный, модуль/тема, балльно-рейтинговый контроль.

Keywords: students, elective subjects, physical education and sports, learning, motor actions, step-by-step, module/topic, point-rating control.

Актуальность темы исследования состоит в ее востребованности педагогической практикой обеспечения физкультурного непрофессионального образования студенческой молодежи.

Цель исследования – разработка и внедрение приемов мотивации студентов Учреждений высшего образования к систематическим занятиям

двигательными действиями на учебных занятиях по учебной дисциплине физическая культура и спорт (элективные виды физической культуры и спорта).

Методы исследования – анализ фактических материалов проведения учебных занятий по физической культуре и спорту (элективные виды спорта), а также аналитический метод, в процессе рассмотрения литературы по теме исследования.

Основная часть. Уровень общефизической подготовленности студенческой молодежи, заданный государственным физкультурно-оздоровительным комплексом «Готов к труду и обороне» (ГТО) Республики Беларусь и Всероссийским физкультурно-спортивным комплексом ГТО, лежит в основе разработки программ по физической культуре и нормативных требований к уровню физической подготовленности во всех звеньях общего и профессионального образования. Соответственно преподаватели физической культуры и спорта должны подготовить студентов к освоению реализационной техники исполнения программных двигательных действий и обеспечить физическую нагрузку для повышения (юноши), и повышения или стабилизации (девушки) уровня их общей физической подготовленности. Учебный процесс требуется проводить с соблюдением всех основополагающих дидактических принципов физического воспитания, которые и обеспечивают решение его задач, в том числе с учетом принципов индивидуального подхода, возраста и пола участников педагогического процесса, уровня их физической подготовленности (и т.д.). Тем более что в учреждениях высшего образования создаются условия для реализации основополагающих принципов физического воспитания, что отражено в выделении специального учебного отделения, основного и спортивного. Поэтому остановимся более подробно на применяемом нами процессе физического воспитания студентов II–III курсов образования. Реализационную основу программы физического воспитания [1] составляет балльная и рейтинговая (балльно-рейтинговая) система контроля качества и степени овладения программным материалом по этапам – по модулям/темам, выделенным для изучения на семестр. В самом начале семестра (на первом учебном занятии) студентам в обязательном порядке представляются зачетные требования к прохождению и овладению программным материалом учебной дисциплины, в нашем случае, «Настольный теннис» (элективные дисциплины по физической культуре и спорту), где поэтапно (по модулям/темам, выделенным на семестр) показан учебный материал и поэтапный, по модулям учебных тем, контроль качества и степени их освоения/овладения с изложением критериев дифференцированной оценки (пять, четыре, три), а также временные сроки и формы текущего и рубежного контроля. Зачетные требования и результаты контроля успеваемости студентов также размещены в свободном доступе в электронной информационно-

образовательной среде Университета. На основе поэтапного освоения учебных модулей/тем программного материала и поэтапного его балльно-рейтингового контроля, студент, с положительными оценками освоения материала программы по модулям/темам, получает допуск к зачету за семестр, или ему выставляют автоматический зачет (если не предусмотрен теоретический зачет), или студенту предлагают виды учебных работ/заданий для овладения программным материалом по модулям/темам, не пройденных им, оцениваемые на положительном уровне, в том числе для добора необходимого количества баллов. В Филиале РГСУ в Минске по результатам итогового/выходного контроля заполняется зачетная ведомость: проставляется зачет и суммарное количество баллов, полученных студентом по балльно-рейтинговой системе. Причем в суммарное число баллов входят баллы за посещаемость студентами учебных занятий и за успешную учебную деятельность.

Применение балльного рейтинга в поэтапном системном контроле степени овладения изучаемым материалом программы мотивирует (организованных, а это особый талант) студентов к регулярной посещаемости учебных занятий по физической культуре и спорту, вносит состязательность в учебный процесс, снимает предсессионный стресс и сохраняет социальное здоровье студентов.

Кроме того, участие в соревнованиях университета, предусмотренных программой физического воспитания и спорта в каждом семестре, служит мощным стимулом к регулярным занятиям физической культурой и спортом студентами, и к овладению эффективными физкультурными двигательными действиями.

Таким образом, применяемая поэтапная по изучаемым модулям/темам оценочная балльно-рейтинговая система контроля степени овладения реализационной техникой двигательных действий и соревновательная деятельность студентов служат мотиватором к регулярному посещению учебных занятий по учебной дисциплине настольный теннис (элективные дисциплины по физической культуре и спорту).

Список использованной литературы

1. Настольный теннис: Рабочая программа дисциплины (модуля) «Элективные дисциплины физической культуры и спорта» Российского государственного социального университета. Форма обучения очная. Образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата. Утверждена Директором Филиала РГСУ в Минске 26.04.2024 г. – Минск, 2024 г. – С. 11–12.

Summary. Thus, the applied step-by-step assessment point-rating system for monitoring the degree of mastery of the implementation technique of motor actions and competitive activity of students serve as a motivator for regular attendance of training sessions in the academic discipline of table tennis (elective disciplines of physical culture and sports).

УДК 615.825.1:378.02

Навицкий И.А., старший преподаватель
Учреждение образования «Белорусский государственный университет физической культуры», г. Минск, Республика Беларусь

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕНИРОВОЧНЫХ СРЕДСТВ У БЕГУНОВ НА СВЕРХДЛИННЫЕ ДИСТАНЦИИ В ГОДИЧНОМ ЦИКЛЕ ПОДГОТОВКИ

Аннотация. При подборе средств тренировки должны учитываться те процессы, происходящие в организме спортсмена во время марафонского забега. Важное значение имеет тип работы, которая будет определять биологический сигнал, характеристики которого сочетаемы с желаемой адаптацией. Во-первых, тренировка должна быть направлена соответствующим образом на специфические структуры. Во-вторых, средство должно содержать стимул, который «озадачивает» биологическую структуру, управляющую целевой характеристикой. Например, работа большой интенсивности, во время которой используется почти только один гликоген, не будет способствовать увеличению аэробной жировой мощности.

Abstract. When selecting training tools, the processes occurring in the athlete's body during the marathon race should be taken into account. The type of work that will determine the biological signal, the characteristics of which are combined with the desired adaptation, is important. First, training should be directed appropriately at specific structures. Secondly, the tool must contain a stimulus that "puzzles" the biological structure that controls the target characteristic. For example, high-intensity work, during which almost only one glycogen is used, will not contribute to an increase in aerobic fat capacity.

Ключевые слова: легкая атлетика, сверхдлинные дистанции, годичный цикл подготовки, тренировочные средства бегунов.

Keywords: athletics, ultra-long distances, one-year training cycle, runners' training facilities.

Для того чтобы выбрать адекватные средства тренировки для бегунов на сверхдлинные дистанции, можно копировать тренировочные планы сильнейших спортсменов. Однако все бегуны имеют свои индивидуальные особенности функционирования организма (должен соблюдаться принцип индивидуализации), кроме того каждый спортсмен находится на определенном уровне физической подготовленности, что тоже необходимо учитывать. Поэтому тренировочный план, разработанный для одного марафонца, вряд ли будет идеально подходить для другого [2, 5].

Энергия требуемая для пробегания марафонской дистанции, обеспечивается, большей частью, пятью источниками энергии [1, 6]:

1) запасы гликогена в рабочих мышцах;

2) глюкоза, поступающая в кровь из печени;

3) жиры, имеющиеся в мышцах в начале марафонского забега;

4) жирные кислоты, поступающие из жировых депо организма (жировые клетки). Они соединяются с альбумином и доставляются кровью к рабочим мышцам;

5) энергия, содержащаяся в молочной кислоте.

Продолжительность нагрузки является важным фактором. Для возбуждения желаемого биологического сигнала или распространения желаемого воздействия на возможно большее число мышечных волокон, упражнение должно выполняться длительное время.

При выборе темпа для выполнения каждого вида беговых упражнений может оказаться полезным обратиться к разным параметрам – таким как ЧСС, уровень лактата в крови и темп, поддерживаемый во время соревнований, особенно длительностью около часа, и марафона. Каждый темп бега будет оказывать, безусловно, разные и специфические воздействия на организм отдельного спортсмена по сравнению с воздействиями, вызываемыми значительно более высоким или более низким темпом. Важно подчеркнуть, тем не менее, что диапазон скоростей, в рамках которого могут иметь место эти воздействия, часто четко не определяется. В любом случае, заданный диапазон скорости всегда оказывает свыше одного воздействия, вызывая разные типы адаптации.

Планирование тренировочной программы подготовки бегунов-марафонцев на предстоящий год зависит от уровня подготовленности спортсмена и календаря соревнований [4].

Так как основные соревнования в марафонском беге проводятся весной и осенью [1, 3], то и подготовка строится с таким расчетом, чтобы к этому времени набрать оптимальные физические кондиции. Поэтому наиболее рациональной структурой годичного цикла является двух- или трехцикловая. Рациональная подготовка бегунов-марафонцев базируется на принципе единства постепенности и тенденции к предельным нагрузкам.

Каждый цикл делится на три периода: переходный, подготовительный и соревновательный. Работа в подготовительном периоде, направленная на улучшение способностей, необходимых для выполнения работы в течение соревновательного периода, должна четко отличаться от работы, выполняемой во время соревновательного периода, фактически является подготовкой к состязаниям и направлена на трансформацию достигнутых улучшений в реальный спортивный результат.

Во время соревновательного периода использование средств тренировки, направленных на развитие выносливости к работе с высокой интенсивностью, постепенно приводит к ухудшению характеристик мышц. Поэтому в течение подготовительного периода совершенно необходимо восстановить те качества, которые пострадали. Это же касается и нервной системы, подвергшейся стрессу, вызванному участием в состязаниях и напряженной работой, выполненной во время подготовки к ним, и нуждающейся в обновлении.

Немыслимо начинать подготовку марафонца к соревнованиям из состояния утомления, в котором он находиться после участия в других важных соревнованиях. «Нервные запасы» должны быть восполнены до уча-

стия спортсмена в важных соревнованиях в марафонском беге. Это является одной из причин почти полного отсутствия возможности достигнуть высоких спортивных результатов в марафоне и одновременно в соревнованиях на более короткой дистанции (10 000 м или полумарафон) при близости сроков их проведения.

Втягивающий и общеподготовительный этапы обычно имеют продолжительность от 6 до 8 недель и следуют за периодом отдыха и восстановления нервной системы (переходный период). Этот последний период всегда следует за соревновательным в марафоне. Во время втягивающего и общеподготовительного этапов спортсмену сначала необходимо восстановить свою работоспособность и затем развить качества, которым спортсмен не уделял месяцами внимание во время подготовки к предыдущим соревнованиям в марафоне и которые часто не соответствуют требуемому уровню.

Основными физиологическими целями этого периода являются следующие две:

- восстановление и увеличение мышечной производительности;
- восстановление и увеличение аэробной выносливости.

Для развития мышц могут использоваться средства тренировки, отличные от бега: упражнения для улучшения общей и специальной физической подготовленности, изометрические упражнения, упражнения с отягощениями избыточного веса, проприоцептивные упражнения и разные типы круговой тренировки. Эти упражнения могут использоваться в сочетании и выполняться различными способами.

Средства тренировки будут простыми без значительного варьирования:

- непрерывный бег в медленном темпе в состоянии уравновешенного дыхания с экстенсивной прогрессией продолжительностью до полутора часов;
- непрерывный бег в умеренном темпе с экстенсивно-интенсивной прогрессией, то есть спортсмену необходимо бежать постепенно более быстро и дольше вплоть до 45 мин;
- непрерывный прогрессивный бег сначала в медленном темпе, а затем в умеренном темпе. Прогрессия также экстенсивно-интенсивная. Продолжительность бега – до 1ч.

Специально-подготовительный этап имеет продолжительность от 8 до 10 недель и представляет собой решающую фазу процесса подготовки спортсмена. Во время этого периода спортсмен выдерживает максимальные рабочие нагрузки и начинает работать над развитием аэробной выносливости.

Физиологические цели на этом этапе следующие:

- развить аэробную мощность;
- развить анаэробную выносливость;
- развить аэробную выносливость;
- сохранить мышечную эффективность.

Достижение физиологических целей подразумевает улучшение технических характеристик спортсмена, связанных со способностью бегать. Выбор средств тренировки, в особенности темпа выполнения упражнений, имеет решающее значение. В этот период бег с меньшей скоростью, чем скорость на уровне анаэробного порога, перемежается с бегом с большей скоростью, чем скорость на уровне анаэробного порога, что способствует улучшению специальной выносливости, являющейся целью подготовки к выступлению на дистанции марафона.

Соревновательный период обычно продолжается от 6 до 8 недель в зависимости от квалификации спортсмена и достигнутого им уровня физической готовности. Эта последняя фаза направлена на достижение технического результата в соревнованиях. Специальная работа должна быть все более экстенсивно-интенсивной и выполняться со скоростью близкой к марафонской скорости. Внешняя нагрузка приобретает такое же важное значение, как и внутренняя нагрузка.

Главными физиологическими целями являются следующие:

- развить силовую выносливость;
- развить аэробную выносливость;
- развить аэробную мощность.

Для того чтобы успешно выступать, нужно давать организму отдыхать от нагрузок. И восстановление необходимо не только после одной взятой тренировки или соревнования, но и от периода, особенно для тех кто тренируется и соревнуется на пределе. Многие ведущие спортсмены в четырехлетнем цикле после Олимпийских игр планируют восстановительный годичный период [2]. Особенностью марафонского бега является то, что в многолетней подготовке после двух лет выступления в марафоне по 2 раза в год необходимо делать годичный перерыв [3, 5].

Поэтому важным моментом в подготовке марафонцев высокой квалификации является определение уровня физической готовности спортсмена на данный момент [1, 4].

Вначале необходимо определить ЧСС на уровне анаэробного порога спортсмена. Для этого в начале года проводится тест со ступенчато-повышающейся нагрузкой до отказа с мощностью работы от 100 до 300 Вт. Через каждые 3мин проводилось повышение нагрузки на 40 Вт. В конце каждой ступени и сразу после окончания бега определялись концентрация молочной кислоты в крови и ЧСС. По методике Ф. Конкони определили анаэробный порог по ЧСС. Для этого строится график «скорость бега – ЧСС». Точка нелинейного изменения кривой и является ЧСС на уровне анаэробного порога.

Теперь нам надо определить скорость на уровне анаэробного порога. В начале каждого этапа подготовки используется тест, основанный на динамике изменения уровня ЧСС бегуна в соотношении со скоростью бега. Для этого спортсмен выполняет повторные пробежки на дистанции 1000 м в строго постоянном темпе. Скорость постепенно увеличивается в

каждой пробежке. Сразу же после пробегания данного отрезка портативный прибор персонального контроля ЧСС записывает ЧСС спортсмена. На основании этих данных строится график, изображающий тренд изменения ЧСС в зависимости от скорости бега.

Продолжительность каждой пробежки 2мин 50сек – 3мин 50сек. Более длинные дистанции неизбежно потребовали бы уменьшения количества пробежек, в то время как, особенно для первых тестов, всегда предпочтительнее иметь данные, связанные с более широким диапазоном скоростей.

Отдых между пробежками – восстановительный бег 4мин. ЧСС за это время снижается до 100-110 уд/мин.

Чрезвычайно важной характеристикой теста является то, что увеличение скорости в следующей пробежке должно быть небольшим – 5-10сек на 1000м. Диапазон выбранных для теста скоростей пробежек должен варьировать от скорости чуть ниже марафонской скорости и до скорости чуть выше скорости на уровне анаэробного порога, которая близка к марафонской скорости у спортсменов высокого класса.

Когда мы знаем скорость на уровне анаэробного порога спортсмена, то можно вычислить темп, в котором спортсмен должен выполнять пробежки (непрерывный бег продолжительностью несколько четвертей часа или повторный бег на отрезке длиной от нескольких сотен метров до нескольких километров) с целью увеличения своей аэробной мощности и в особенности увеличения количества аэробных энзимов в мышечных волокнах.

Все остальные тренировочные скорости можно вывести исходя из марафонской скорости. Скорость на уровне анаэробного порога очень близка к марафонской скорости (около 95%), однако в большинстве случаев именно разность между двумя этими величинами дает важную информацию в отношении наиболее эффективных методов тренировки. По мере приближения даты проведения марафонского забега скорость на уровне аэробного порога будет постепенно приближаться к скорости на уровне анаэробного порога.

Узнав тренировочные скорости на данном этапе подготовки для каждого спортсмена, планируется работа на предстоящий цикл индивидуально для каждого спортсмена. По окончании каждого этапа тренировочной программы проводится новое тестирование, на основании которого строится тренировочная программа на следующий мезоцикл.

Если правильно спланирована подготовка, то при приближении соревнований скорость на уровне анаэробного порога должна расти.

Таким образом, тренер должен знать, какое средство тренировки лучше всего применить, чтобы вызвать в организме заданный биологический сигнал, приводящий к специфическим адаптациям, которые, в свою очередь, приводят к улучшению спортивного результата.

Если же бегун будет моделировать тренировку чемпионов, не учитывая тех физиологических процессов, которые происходят в организме во

время работы, то он не только не сможет добиться высоких результатов, но и нанесет непоправимый вред своему здоровью.

Список использованной литературы

1. Арселли, Э., Канова Р. Тренировка в марафонском беге: научный подход / Э.Арселли, Р.Канова. – М.: Терра-Спорт, 2000. – 80 с.

2. Рубин, В.С. Олимпийский и годичные циклы тренировки / В.С. Рубин. – М.: Советский спорт, 2009. – 188 с.

3. Слимейкер, Р. Серьезные тренировки для спортсменов на выносливость: пер. с англ. / Р.Слимейкер, Р.Браунинг. – Мурманск: Издательство «Тулома», 2007. – 328 с.

4. Фискалов, В.Д. Спорт и система подготовки спортсменов: учебник / В.Д.Фискалов. – М.: Советский спорт, 2010. – 392 с.

5. Фитзингер, П. Бег по шоссе для серьезных бегунов: пер. с англ. / Мурманск: Тулома, 2010. – 192 с.

6. Янсен, П. ЧСС, лактат и тренировки на выносливость: пер. с англ. / П. Янсен. – Мурманск: Издательство «Тулома», 2012. – 160 с.

Summary. In order to choose adequate training tools for ultra-long-distance runners, you can copy the training plans of the strongest athletes. However, all runners have their own individual characteristics of the functioning of the body (the principle of individualization must be observed), in addition, each athlete is at a certain level of physical fitness, which must also be taken into account. Therefore, a training plan developed for one marathon runner is unlikely to be ideal for another.

УДК 615.825.1:378.02

Аношко В.Г., старший преподаватель;
Прищепа А.А., студент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ВОССТАНОВЛЕНИЕ МИТОХОНДРИЙ И ДЫХАТЕЛЬНАЯ ГИМНАСТИКА ПО МЕТОДИКЕ ВИМА ХОФА НА ЗАНЯТИЯХ СО СТУДЕНТАМИ

Аннотация. Рассмотрена методика Вима Хофа, которая сочетает дыхательные техники, холодовые воздействия и медитацию для восстановления митохондрий и улучшения здоровья студентов. Продемонстрированы преимущества применения этих методов в образовательном процессе, включая повышение физической выносливости, снижение стресса и улучшение концентрации.

Abstract. The Wim Hof technique is considered, which combines breathing techniques, cold exposure and meditation to restore mitochondria and improve the health of students. The advantages of using these methods in the educational process are demonstrated, including increasing physical endurance, reducing stress, and improving concentration.

Ключевые слова. Митохондрии, дыхательная гимнастика, психоэмоциональное здоровье, преимущества.

Keywords. Mitochondria, respiratory gymnastics, psycho-emotional health, benefits.

В последние десятилетия наблюдается рост интереса к методам улучшения здоровья и повышения физической выносливости. Одним из таких методов является методика Вима Хофа, включающая дыхательные упражнения, холодовые воздействия и медитацию. Эта методика не только способствует восстановлению митохондрий, но и помогает студентам справляться с учебными нагрузками и стрессом. В данном докладе мы подробно рассмотрим, как применение этих техник может быть полезно в образовательном процессе.

Митохондрии: функции и значение

Митохондрии – это органеллы, находящиеся в клетках и отвечающие за выработку энергии. Они участвуют в процессе клеточного дыхания, преобразуя глюкозу и кислород в АТФ, который является универсальным источником энергии для клеток. Митохондрии также играют важную роль в метаболизме, синтезе некоторых гормонов и регуляции клеточной смерти (апоптоза) [1].

Снижение функции митохондрий может приводить к различным заболеваниям, включая диабет, болезни сердечно-сосудистой системы и нейродегенеративные заболевания. Устойчивое снижение их активности связано с усталостью, депрессией и снижением иммунной функции.

Причины снижения функции митохондрий:

1) неправильное питание: избыточное потребление сахара и трансжиров;
2) стресс: хронический стресс негативно влияет на уровень кортизола и метаболизм;
3) физическая бездеятельность: низкая физическая активность приводит к снижению выработки энергии;
4) возраст: с возрастом происходит естественное снижение количества и активности митохондрий.

Методика Вима Хофа

Методика Вима Хофа объединяет три ключевых компонента, каждый из которых играет важную роль в улучшении здоровья и восстановлении митохондрий [2].

Дыхательная практика Вима Хофа включает в себя циклы глубокого и ритмичного дыхания. Студенты делают несколько глубоких вдохов и выдохов, затем задерживают дыхание. Это увеличивает уровень кислорода в крови и способствует улучшению энергетического обмена [3].

Эффекты дыхательных упражнений:

1) увеличение кислорода: повышение уровня кислорода в крови способствует улучшению работы митохондрий;
2) снижение уровня углекислого газа: это влияет на уровень ph в крови и может улучшать физическую выносливость;
3) стимуляция нервной системы: регулярные практики помогают уравновесить симпатическую и парасимпатическую нервные системы.

Принципы холодовой терапии: холодовые процедуры включают обливания холодной водой, принятие холодных душей и использование ледяных ванн. Эти методы активируют термогенез и улучшают кровообращение.

Эффекты холодовой терапии:

1) улучшение циркуляции крови: холод заставляет сосуды сжиматься, а затем расширяться, что улучшает кровоток;

2) активация митохондрий: холод помогает активировать белки, которые способствуют выработке энергии;

3) укрепление иммунной системы: регулярные холодовые процедуры могут повысить уровень белых кровяных клеток.

Принципы медитации: медитация по методике Вима Хофа включает в себя техники сосредоточения и осознанности. Это позволяет снизить уровень стресса и улучшить психоэмоциональное состояние.

Эффекты медитации:

1) снижение стресса: регулярная практика медитации помогает уменьшить уровень тревожности и депрессии;

2) улучшение концентрации: студенты становятся более сосредоточенными и продуктивными в учебе;

3) регуляция эмоций: медитация помогает лучше управлять эмоциями и повышает общее качество жизни.

Применение методики Вима Хофа в образовательном процессе

Организация специальных тренировок, основанных на дыхательных упражнениях, может стать эффективным инструментом в учебном процессе. Занятия могут включать:

- разминку (легкие физические упражнения для подготовки к дыхательным техникам);
- основные дыхательные практики (упражнения по методике Вима Хофа);
- завершение (релаксация и медитация для закрепления эффекта).

Внедрение холодовых практик: холодовые процедуры могут быть включены в занятия по физической культуре. Это может быть, например:

- контрастные души (чередование горячей и холодной воды для активизации кровообращения);
- зимние виды спорта (использование зимних видов спорта как способа закаливания и укрепления здоровья).

Медитация и релаксация: включение медитативных практик в расписание занятий может значительно повысить их эффективность. Это может быть организовано следующим образом:

- сессии медитации (краткие медитации в начале или конце занятия);
- техники осознанности (практики, направленные на развитие внимательности и концентрации) [4].

Преимущества для студентов

Методика Вима Хофа предлагает множество преимуществ для студентов:

1) физическая выносливость: регулярные занятия повышают уровень энергии и улучшают физическую форму;

2) психоэмоциональное здоровье: снижение стресса и тревожности способствует улучшению общего состояния;

3) концентрация и память: улучшение работы митохондрий положительно сказывается на когнитивных функциях;

4) формирование здоровых привычек: студенты учатся заботиться о своем здоровье и развивают активный образ жизни.

Методика Вима Хофа является эффективным инструментом для восстановления митохондрий и улучшения общего состояния здоровья студентов. Внедрение дыхательной гимнастики, холодовых процедур и медитации в образовательный процесс может значительно повысить успеваемость и качество жизни студентов. Это поможет им не только справляться с учебными нагрузками, но и формировать здоровые привычки на всю жизнь.

Список использованной литературы

1. Кулагина, И. «Восстановление митохондрий: Научные исследования и практические рекомендации». Дыхательная гимнастика как средство общей выносливости и иммунитета // Инновац. наука. – 2020. – № 10 – 3. – С. 152–155.

2. Хоф, В. «Метод Вима Хофа: Как управлять своим телом и разумом». Здоровье и целительство: София, 2021. – 256 с.

3. Смирнова, А. «Дыхательные практики в образовании: Методические рекомендации» Адаптивная физическая культура. Частные методики. //Учебное электронное издание: Петрозаводск, 2022. – 75 с.

Дьяков, В. «Физическое воспитание и здоровье: Актуальные подходы и методики». – Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2023. – 71 с.

Summary. In recent decades, there has been a growing interest in methods to improve health and increase physical endurance. One of these methods is the Wim Hof technique, which includes breathing exercises, cold exposure, and meditation. This technique not only promotes the restoration of mitochondria, but also helps students cope with academic loads and stress. In this report, we will look in detail at how the use of these techniques can be useful in the educational process.

УДК 796.01

Фомина Т.В., старший преподаватель;
Рублевская Е.П., Лысова Е.В., студенты
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ВЗРОСЛЕЯ В ГАРМОНИИ: ДУХОВНОЕ И ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ КАК ОСНОВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ СОВРЕМЕННОЙ МОЛОДЕЖИ

Аннотация: В статье рассматривается важность интеграции духовного и физического развития в образовательный процесс современной молодежи. Особое внимание уделяется влиянию цифровой среды и предлагаются пути противодействия ее негативным последствиям, чтобы сформировать гармонично развитую и социально ответственную личность.

Abstract: The article examines the importance of integrating spiritual and physical development into the educational process of modern youth. Particular attention is paid to the impact of the digital environment and proposes ways to counteract its negative consequences, in order to form a harmoniously developed and socially responsible personality.

Ключевые слова: духовное развитие, физическое развитие, образовательный процесс, молодежь, цифровая среда, эмоциональный интеллект, здоровый образ жизни, критическое мышление, социальная ответственность, самопознание.

Keywords: spiritual development, physical development, educational process, youth, digital environment, emotional intelligence, healthy lifestyle, critical thinking, social responsibility, self-awareness.

В современном мире, полном технологических инноваций и стремительных перемен, крайне важно уделять особое внимание развитию молодого поколения. Образование, выходящее за рамки простого усвоения знаний, должно формировать целостную личность, способную успешно адаптироваться к вызовам будущего. В этой работе мы рассмотрим, как духовное и физическое развитие интегрируются в образовательный процесс современной молодежи, и почему это так важно для их успешного будущего. Кроме того, мы рассмотрим влияние цифровой среды на духовное и физическое здоровье молодежи, а также способы противодействия негативным последствиям.

Духовное развитие молодежи часто ошибочно ассоциируется с религиозностью [1]. На самом деле, речь идет о развитии моральных принципов, этического сознания, способности к сочувствию и самопознанию. В рамках образовательного процесса, это предполагает:

•Развитие критического мышления. Обучение анализировать информацию, различать правду от лжи, формировать собственное мнение и не бояться его высказывать. Это позволяет молодым людям осознанно формировать свою систему ценностей. Важно учить молодежь распознавать фейковые новости и пропаганду, особенно в социальных сетях.

•Эмпатия и социальная ответственность. Участие в волонтерских проектах, обсуждение социальных проблем, изучение культурных различий, - все это помогает молодежи почувствовать свою связь с обществом и ответственность за его благополучие.

•Самопознание и эмоциональный интеллект. Развитие способности понимать свои эмоции и эмоции других людей, а также умение эффективно строить коммуникацию. Это достигается через занятия медитацией, тренинги по развитию лидерских качеств, групповые дискуссии и индивидуальные консультации с психологом. Важным инструментом для развития эмоционального интеллекта является арт-терапия и различные творческие мастерские.

•Творческое самовыражение. Поощрение творческих способностей через музыку, искусство, литературу и другие формы самовыражения. Творчество помогает молодежи раскрыть свой потенциал, найти свой

уникальный голос и развить креативное мышление. Необходимо предоставлять доступ к различным видам искусства и поддерживать инициативы, направленные на развитие креативности.

Однако нельзя недооценивать роль физического развития в формировании здоровой и успешной личности. Активный образ жизни, правильное питание и забота о своем теле способствуют:

- улучшению когнитивных функций – регулярные физические упражнения улучшают кровообращение мозга, способствуя лучшей концентрации, памяти и обучаемости. Необходимо продвигать идею о том, что физическая активность – это не только спорт, но и активный отдых, прогулки на свежем воздухе и танцы.

- снятию стресса и улучшению настроения – физическая активность стимулирует выработку эндорфинов, гормонов счастья, которые помогают справляться со стрессом и улучшают общее самочувствие. Особенно важно предлагать разнообразные виды физической активности, чтобы каждый мог найти что-то по душе.

- формированию здоровых привычек – вовлечение в спорт и физическую активность с раннего возраста формирует привычку к здоровому образу жизни, которая сохраняется на протяжении всей жизни. Образовательные учреждения должны предоставлять доступ к здоровой пище и проводить просветительские мероприятия о правильном питании.

- развитию дисциплины и командного духа – участие в спортивных командах развивает дисциплину, умение работать в команде и достигать поставленных целей. Важно поддерживать развитие школьных и студенческих спортивных клубов.

Современная молодежь неразрывно связана с цифровым миром [2]. С одной стороны, это открывает огромные возможности для обучения и саморазвития. С другой стороны, чрезмерное использование гаджетов, социальные сети и онлайн-игры могут негативно сказываться на духовном и физическом здоровье. Негативные последствия включают в себя:

•Снижение физической активности и сидячий образ жизни.

•Проблемы со сном и циркадными ритмами.

•Зависимость от социальных сетей и кибербуллинг.

•Размывание границ между реальностью и виртуальным миром.

•Ухудшение концентрации и внимания.

Пути противодействия негативным последствиям:

1. Ограничение времени, проводимого перед экраном.

2. Пропаганда цифровой грамотности и безопасного поведения в интернете.

3. Создание альтернативных занятий, не связанных с гаджетами (кружки, секции, клубы по интересам).

4. Проведение профилактических мероприятий по кибербуллингу и онлайн-зависимости.

5. Поощрение общения в реальном мире и укрепление социальных связей.

Важно не просто предлагать отдельные занятия по развитию духовности и физической активности, а интегрировать их в учебную программу:

•Внедрение практик осознанности и медитации в учебный процесс. Несколько минут тишины и концентрации перед началом урока могут значительно улучшить концентрацию и снизить уровень стресса. Также полезно обучать студентов техникам саморегуляции и управления стрессом.

•Организация спортивных мероприятий и активных перерывов. Создание возможностей для физической активности в течение учебного дня, например, проведение спортивных соревнований, игр на свежем воздухе или коротких разминок между занятиями. Необходимо создавать условия для занятий спортом для всех, независимо от физических возможностей.

•Использование проектной деятельности, направленной на решение социальных проблем. Вовлечение молодежи в проекты, направленные на помощь нуждающимся, защиту окружающей среды или продвижение здорового образа жизни, помогает им почувствовать свою значимость и ответственность перед обществом.

•Организация гостевых лекций и мастер-классов с экспертами в области психологии, здоровья и духовного развития.

Образование, фокусирующееся исключительно на академических знаниях, оставляет без внимания важнейшие аспекты развития личности. Духовное и физическое развитие современной молодежи – это инвестиции в будущее, которые позволят им стать не просто образованными, но и счастливыми, успешными и социально ответственными гражданами. Интегрируя эти компоненты в образовательный процесс, мы создаем благоприятную среду для формирования целостных, гармонично развитых личностей, способных успешно адаптироваться к вызовам современного мира и вносить свой вклад в его процветание. Необходимо постоянно совершенствовать образовательные программы, учитывая новые вызовы и потребности молодежи, чтобы обеспечить им наилучшие возможности для развития и самореализации.

Список использованной литературы

1. Коваль, Н. А. Духовность как условие формирования нравственных норм личности / Н.А. Коваль // Государственно-правовые исследования. 2020. №3. С. 33–37.

2. Король, Ю. А. К вопросу о значении духовного развития в формировании мировоззрения молодой личности в условиях мегаполиса / Ю. А. Король // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2015. – Т. 3. – С. 16–20. – URL: http://e-koncept.ru/2015/65254.htm.

Summary. In today's world full of technological innovations and rapid changes, it is extremely important to pay special attention to the development of the younger generation. Education that goes beyond the simple acquisition of knowledge should form a holistic personality capable of successfully adapting to the challenges of the future. In this paper, we will look at how spiritual and physical development are integrated into the educational process of modern youth, and why it is so important for their successful future.

УДК 378.1

Ракова Н.Л., кандидат технических наук, доцент;
Кемеш О.Н., кандидат физико-математических наук, доцент;
Пантелеева Ж.И., кандидат физико-математических наук
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА КАК СВЯЗУЮЩЕЕ ЗВЕНО МЕЖДУ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫМИ ДИСЦИПЛИНАМИ И ДИСЦИПЛИНАМИ ИНЖЕНЕРНОГО ПРОФИЛЯ

Аннотация. В статье рассматривается значимость междисциплинарной интеграции в профессиональном образовании для формирования устойчивых компетенций. На примере «Теоретической механики» показаны связи между фундаментальными и инженерными дисциплинами. Предложен алгоритм интеграции учебных курсов, повышающий эффективность обучения и качество подготовки студентов.

Abstract. The article examines the importance of interdisciplinary integration in professional education to develop sustainable competencies. Using "Theoretical Mechanics" as an example, it highlights the connections between fundamental and engineering disciplines. An algorithm for integrating educational courses is proposed to improve the effectiveness of learning and the quality of student training.

Ключевые слова. Профессиональное образование, Межпредметные связи, Междисциплинарная интеграция, Интегрированное обучение.

Keywords: Professional Education, Interdisciplinary Connections, Interdisciplinary Integration, Integrated Learning.

В настоящее время все более актуальной становится задача рационального сочетания фундаментального и профессионального образования. В решении этой проблемы может помочь системный подход к изучению учебных дисциплин профессиональной направленности, в основу которого положены методы реализации межпредметных связей.

Идея обучения, как процесса взаимного согласования учебных дисциплин с точки зрения единого, непрерывного и целостного развития профессиональной деятельности получила развитие еще в прошлом веке. Была нацелена на усвоении разрозненных знаний студентами при изучении большого числа учебных дисциплин. Однако все сводилось к выстраива-

нию формальных связей между учебными дисциплинами без учета их функционального взаимодействия, что в свою очередь не формировала у выпускников вузов профессиональных компетенций.

В современной педагогике эффективным средством формирования профессионально-деятельного компонента компетенций и обеспечения качества образования и конкурентоспособности специалиста является междисциплинарная интеграция.

Междисциплинарные интеграционные модели разрабатываются на основе содержаний изучаемых дисциплин. Формами реализации интеграционных моделей являются научные проекты, курсовое проектирование, а также создание современной учебно-ресурсной базы обучения [1].

Однозначно, что компетенции получаемые обучающимися по окончанию учебного заведения являются целью, а компетенции, получаемые им на предыдущих этапах обучения, являются обеспечивающими преемственными и синхронными связями.

В данной статье мы рассмотрим дисциплину «Теоретическая механика» как связующее звено между фундаментальными дисциплинами такими как математика, физика и начертательная геометрия и дисциплинами инженерного профиля такими как сопротивление материалов, теория механизмов и машин, гидравлика (рисунок).

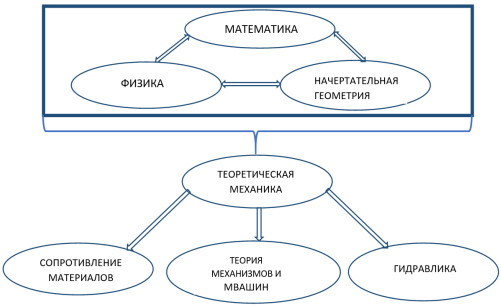


Рисунок – Интеграционная модель

Дисциплина «Теоретическая механика» (ТМ) реализуется в рамках базовой части профессионального учебного цикла. Преемственными и синхронными связями обеспечиваются дисциплинами математика и физика. Соответственно их компетенции должны найти продолжение и усиление в компетенциях ТМ. Перспективными связи обеспечиваются с дисциплинами: сопротивление материалов; теория механизмов и машин; гидравлика и др. Из-за междисциплинарных связей идет дублирование некоторых элементов в различных дисциплинах и это хорошо, так как обучаемые закрепляют материал, полученный на смежной дисциплине. К сожалению,

с перераспределением и сокращением учебного времени отводимого на изучение дисциплины приходиться исключать дублирование. О междисциплинарных связях и преемственности компетенций лектор упоминает во время прочтения лекций. Ограниченность в аудиторных часах заставляет преподавателей изыскивать наиболее информативные задачи и примеры, мультимедийную информацию, чтобы поддерживать последовательность получения знаний и овладения компетенциями.

Авторы на протяжении многих лет изучают эту проблему. Вначале на дисциплине математика подбирали задания и показывали связь между дисциплинами [2]. Затем на дисциплине теоретическая механика для закрепления предлагали самим в поставленных задачах увидеть связь. На данный момент проводится анализ курсового проекта по дисциплине Теория механизмов и машин и возможность применения метода интегрированного обучения.

В процессе работы составлен алгоритм разбиения разделов курсового проекта по семестрам и дисциплинам. На первом курсе студенты должны научиться выполнять построение механизма и его 12 положений на занятиях начертательная геометрия и инженерная графика. На занятиях по математике изучается раздел векторная алгебра необходимый в дальнейшем для кинематического и динамического расчета механизма. При изучении теоретической механики студенты проводят кинематический и динамический расчет данного механизма аналитическими методами. Данные расчеты будут использоваться для анализа точности геометрического метода решения задачи.

Предполагается, что интегрированный метод поможет студентам подготовиться к изучению дисциплины Теория механизмов и машин и написанию курсового проекта по данной дисциплине, а также будет благоприятно влиять на качество выполнения данной работы.

Список использованной литературы

1. Коньшин, Д. В. Формирование базисных компетенций военного инженера при изучении теоретической механики / Д. В. Коньшин, А. А. Кудашкин, А. В. Иванов // Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции: методика преподавания математических и естественно-научных дисциплин: современные проблемы и тенденции развития, Омский автобронетанковый инженерный институт. – Омск, 2021. – С. 65–69.

2. Морозова, И. М. Компетентностный подход в образовании и метод проектного обучения / И. М. Морозова, Л. В. Лобанок, О. Н. Кемеш // Модернизация математической подготовки в университетах технического профиля: материалы международной научно-практической конференции, БелГУТ. – Гомель, 2017. – С. 89–93.

УДК 681.518

Авцинов И.А., доктор технических наук, профессор;
Кудряшов В.С., доктор технических наук, профессор;
Иванов А.В., кандидат технических наук, доцент;
Алексеев М.В., кандидат технических наук, доцент;
Козенко И.А., кандидат технических наук, доцент;
Васечкин М.А., кандидат технических наук, доцент;
Литвинов Е.В., кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж, Российская Федерация

ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА СТУДЕНТОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ АВТОМАТИЗАЦИИ И РОБОТИЗАЦИИ В АГРОПРОМЫШЛЕНОМ КОМПЛЕКСЕ

Аннотация. Обоснована необходимость повышения качества практической подготовки студентов в области автоматизации технологических процессов на базе промышленных программируемых контроллеров и эксплуатации роботизированных систем агропромышленного комплекса. Приведено краткое описание технического оснащения лабораторий кафедры автоматизированных систем управления процессами и производствами. Сформулированы задачи отработки практических навыков программирования контроллеров в системах управления и эксплуатации роботизированных комплексов.

Abstract. The necessity of improving the quality of practical training of students in the field of automation of technological processes based on industrial programmable controllers and operation of robotic systems of the agro-industrial complex is substantiated. A brief description of the technical equipment of the laboratories of the Department of Automated Process and Production Control Systems is given. The tasks of practicing practical skills of programming controllers in control systems and operation of robotic complexes are formulated.

Ключевые слова: программируемый контроллер, автоматизация, роботизация, мехатронная система.

Key words: programmable controller, automation, robotics, mechatronic system.

Одной из важнейших задач в процессе обучения в Высшей школе является качественная подготовка обучающихся на основе современных технологий и технических средств, которые интенсивно применяются на производстве, в агропромышленном комплексе и научных исследованиях. Для этого выпускающим кафедрам необходимо поддерживать плотные связи с передовыми предприятиями и фирмами для модернизации учебно-исследовательской лабораторной базы.

На кафедре автоматизированных систем управления процессами и производствами (АСУПП) Воронежского государственного университета инженерных технологий (ВГУИТ) сложились партнёрские отношения с отечественными разработчиками и производителями современных средств

автоматизации и управления технологическими процессами, такими как ООО “ПО ОВЕН”, НПП “ЭЛЕМЕР” и ПАО “АВТОМАТИКА”. Благодаря тесно установившимся связям с ООО “ПО ОВЕН” (г. Москва) и их спонсорской поддержке удалось разработать и создать своими силами учебные лаборатории на базе микропроцессорных приборов для освоения технических и программных средств контроля и управления процессами (рисунки 1–3) [1]. Это позволяет обеспечивать проведение исследовательских, практических и лабораторных работ на высоком научно-методическом уровне с применением современной вычислительной техники и средств автоматизации.

Рисунок 1 – Лицевая и внутренняя панели учебных шкафов в лаборатории систем цифрового регулирования на базе контроллеров ОВЕН (цифровые регуляторы ТРМ1, ТРМ251, ТРМ101, счетчик импульсов СИ8, модули ввода/вывода МВ110, МВА8, МВУ8, программируемый логический контроллер ПЛК110, операторская сенсорная панель СП270, эмулятор печи ЭП10)

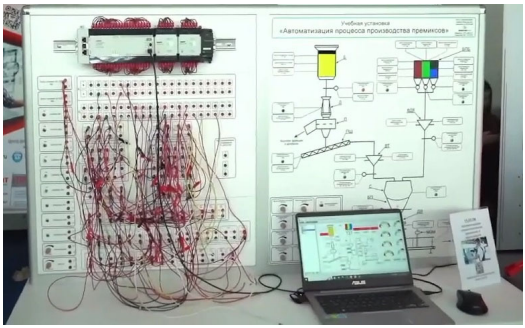


Рисунок 2 – Учебный комплекс по автоматизации процесса производства премиксов под управлением контроллера ОВЕН ПЛК110-60

Учебный комплекс (рисунок 3) при поддержке ООО “Монтаж-автоматика” (г. Воронеж) и представительства Siemens дополнен вторым шкафом управления с контроллером SIMATIC S7-1500, модулями

ввода/вывода SIMATIC AI 8xU/I/RTD/TC ST, DI 32x24VDC HF, AQ 4xU/I ST, DQ 32x24VDC HF, интерфейсным модулем ESP200 и сенсорной панелью оператора TP1500 Comfort (рисунок 4) [2].

Рисунок 3 – Учебный комплекс по автоматизации нагревательной установки (датчики температуры дТС035, ТП2488, давления ПД100, расхода Эмис Мета-215, Эмис Вихрь-200, уровня АИР-20, регулирующие клапаны 25ч945п, многоканальный регистратор РМТ69L, контроллеры ТРМ151, СПК207, модули ввода/вывода МВА8, МВ110, МВУ8)

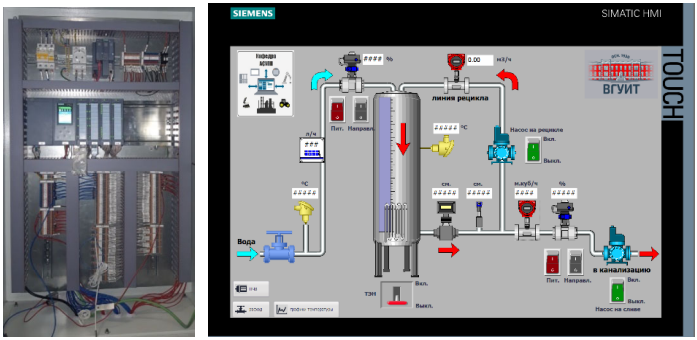


Рисунок 4 – Внутренняя панель шкафа с контроллером S7-1500 и главная экранная форма панели оператора (проект в TIA Portal)

Перечисленные учебные комплексы в лабораториях кафедры позволяют решать следующие практические задачи:

- подключение, настройка и эксплуатация промышленных приборов и средств автоматизации;
- программирование отечественных и зарубежных контроллеров для оптимального управления процессами и установками;
- создание проектов визуализации процессов управления с помощью SCADA.

На кафедре АСУПП студенты также обучаются программированию и эксплуатации роботизированных комплексов (рисунки 5, 6). Часть специальных дисциплин ведут преподаватели кафедры технической механики.

В 2024 году выполнен первый набор обучающихся по новому направлению 35.03.06 “Агроинженерия” для подготовки по профилю “Эксплуатация и обслуживание беспилотных мехатронных систем агропромышленного комплекса”.

Это направление требует решения новых задач профессиональной деятельности:

- автоматизация тепличных комплексов, процессов полива и подкормки растений, процессов сбора, сортировки и первичной переработки урожая, а также процессов хранения сельскохозяйственной продукции;
- управление микроклиматом животноводческих помещений, процессами кормления и поения животных, процессами уборки и переработки отходов;
- автоматизация процессов пищевой перерабатывающей промышленности;
- эксплуатация беспилотных мехатронных систем;
- настройка систем автопилотирования для сельскохозяйственной техники.

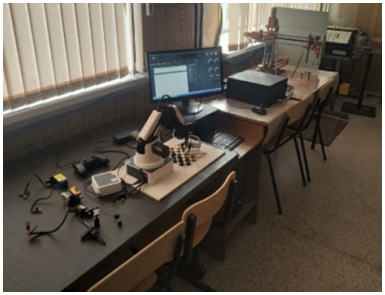


Рисунок 5 – Лабораторный робот “Dobot Magician” с набором рабочих органов и компрессором

Рисунок 6 – Исследовательская беспилотная мехатронная система

Подготовлены заявки на закупку учебных мехатронных систем, разрабатываются новые исследовательские комплексы, корректируется программное обеспечение действующих установок (для исследовательского комплекса на базе контроллера ПЛК210 вместо проекта “Умный дом” [3] разработан проект “Автоматизация теплицы”).

Наши обучающиеся и выпускники успешно работают инженерами на предприятиях химической и пищевой промышленности, в том числе на предприятиях агропромышленного комплекса, в энергетических компаниях, в проектных организациях, а также фирмах по автоматизации и приборостроительных предприятиях.

Список использованной литературы

1. Кудряшов, В. С. Алексеев, М. В. Рязанцев, С. В. Иванов, А. В. Гайдин, А. А. Новое поколение специалистов АСУ / Автоматизация и производство. Изд-во “Алмаз-Пресс”. 2010. № 2. С. 34–36.

2. Кудряшов, В. С. Козенко, И. А. Иванов, А. В. Алексеев, М. В. Модернизация управляющей части исследовательского комплекса на базе Siemens / Моделирование энергоинформационных процессов. Сборник статей XI нац. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Воронеж. гос. ун-т инж. технол. – Воронеж: ВГУИТ, 2023. С. 179–183.

3. Кудряшов, В. С. Козенко, И. А. Иванов, А. В. Алексеев, М. В. Практическая подготовка по автоматизации на учебном стенде с контроллером ПЛК210 / Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство / IX Межд. науч.-техн. конф. Воронеж. гос. ун-т инж. техн. – Воронеж: ВГУИТ, 2024. С. 379–382.

Summary. To ensure high quality training of students in automation of technological processes and agricultural engineering, research complexes and robotic systems based on industrial domestic and foreign controllers have been developed and implemented into the educational process.

УДК 372.862

Попов А.И., кандидит педагогических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, Российская Федерация

ОЛИМПИАДЫ ПО ТРУДУ (ТЕХНОЛОГИИ) КАК ИНСТРУМЕНТ ВОВЛЕЧЕНИЯ МОЛОДЕЖИ В ИННОВАЦИОННУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В АПК

Аннотация: Показана роль олимпиад школьников по труду (технологии) в формировании универсальных компетенций и обеспечении осознанности самоопределения для работы в агропромышленном комплексе. Сформулированы психолого-педагогические и организационные условия проведения олимпиад школьников, которые бы способствовали повышению эффективности профориентационной работы и обеспечивали нацеленность обучающихся на будущую инновационную деятельность в АПК.

Abstract: The role of school Olympiads on labor (technology) in the formation of universal competencies and ensuring awareness of self-determination for work in the agro-industrial complex is shown. The psychological, pedagogical and organizational conditions for conducting school Olympiads have been formulated, which would contribute to improving the effectiveness of career guidance and ensure that students are focused on future innovative activities in the agro-industrial complex.

Ключевые слова: олимпиада, профессиональное самоопределение, подготовка кадров, агропромышленный комплекс.

Keywords: Olympiad, professional self-determination, personnel training, agro-industrial complex.

Инновационные преобразования в АПК предполагают активное вовлечение молодежи в решение актуальных проблем развития сельского хозяйства. Одним из инструментов становления творческой направленности личности является олимпиадное движение школьников, позволяющее не только на продвинутом уровне освоить учебную предметную область, но и сформировать навыки социального взаимодействия, стрессоустойчивость, креативность, обеспечить осознанность профессионального самоопределения.

Наибольшим образом способствуют формированию нацеленности на творческую деятельность в реальном секторе экономики олимпиады по труду (технологии). Всероссийские олимпиады по труду (технологии) объединят информационную безопасность, робототехнику, технологии и техническое творчество, культуру дома. В них обучающиеся не только демонстрируют знания и понимание основных понятий естественных и технических наук, востребованных в производстве, но и показывают практические навыки в процессе работы на металлообрабатывающих и деревообрабатывающих станках, владения аддитивными технологиями, проектирования технических систем, создания программных продуктов для проектирования и функционирования сложного оборудования.

Одним из направлений в олимпиадном движении по труду является создание творческих проектов и решение реальных проблем развития промышленного потенциала нашей страны. Несмотря на то, что в настоящее время для молодежи наиболее привлекательными являются создание различного рода промышленных и бытовых роботов и модернизация беспилотных летальных аппаратов, разрешению проблем сельского хозяйства также уделяется достойное внимание. Например, на заключительном этапе Всероссийской олимпиады (Казань, 2025) школьниками были предложены очень перспективные проекты по созданию аэропонной системы для выращивания растений, конструкция спроектированного универсального сельскохозяйственного комбайна для утилизации отходов растительного происхождения в крестьянско-фермерских хозяйствах, система питания растений, различные конструкции фильтров для воды. Существующая система отбора участников заключительного этапа олимпиады детерминирует преобладание школьников из столичного региона, что несколько снижает мотивацию участников из школ сельской местности.

Действующая образовательная программа учебного предмета «Труд (технология)» в настоящее время охватывает наиболее востребованные направления технического перевооружения и инновационного развития страны. В тоже время целесообразно во внеучебной творческой деятельности школьников из сельской местности ориентировать их на изучение проблемных ситуаций, характерных для близких для них хозяйствующих субъектов, требующих инженерного решения. Например,

на использование роботов при раздаче кормов в животноводстве, использование квадрокоптеров при проведении обработки растений инсектицидами [1] и т.п.

На основе анализа организации олимпиадного движения по труду выявлены следующие психолого-педагогические условия, выполнение которых способствовало бы повышению эффективности профориентационной работы и обеспечивало и познавательную интеллектуальную активность обучающихся, и осознанность профессионального самоопределения и нацеленность на инновационную деятельность в АПК.

1. Проведение части занятий по учебному предмету «Труд (технология)» в сельскохозяйственных предприятиях для выявления проблемных моментов по применению прогрессивных технологий и функционирования действующего оборудования. Обучающиеся должны сами выбрать проблему, которую возможно решить инженерно-технологическими или инженерно-конструкторскими методами. Данная проблемная ситуация должна требовать от школьника дополнительных знаний и умений, которые он может освоить самостоятельно без ущерба для остальной учебной деятельности.

2. Создание цифрового образовательного пространства для обеспечения возможностей школьников получить необходимые им знания для инженерной деятельности при решении проблем АПК [2]. Основное внимание необходимо уделить представлению учебного материала по биологии сельскохозяйственных растений и животных, органической химии и теоретической механике. Это позволит обучающимся на более высоком уровне выбирать агротехнологии и проектировать технические системы.

3. Ввести в программу учебного предмета «Труд (технология)» дополнительные компоненты, направленные на преодоление психологической инерции и повышения уровня интеллектуальной активности.

4. Поощрять создание виртуальных коллективов школьников из различных учебных заведений сельской местности, работающих над решением родственных проблем АПК. Это позволит развивать навыки социального взаимодействия у одаренной молодежи, а также реализовывать такие методы преодоления психологической инерции, как мозговой штурм.

5. Соревновательный аспект в олимпиадном движении будет обеспечиваться при практической реализации выбранного во время коллективной деятельности направления инженерного решения, когда обучающиеся смогут продемонстрировать свои навыки и в 3-D моделировании, в работе на промышленном оборудовании.

6. Необходимо повысить значимость при подведении итогов олимпиады практических умений обучающихся как в творческом применении знаний, так и выполнении трудовых функций на оборудовании [3]. Для этого целесообразно предлагать обучающимся для решения творческую задачу, требующую комплексного применения знаний и навыков. С одной стороны, отход от используемых в настоящее время тестов на общую эрудицию или типовое применение знаний усложнит проверку таких работ, но с другой – усилит стимулирование креативного мышления.

Повышению эффективности олимпиадного движения будут способствовать и ряд мер организационного характера. Во-первых, необходимо обеспечивать равный доступ школьников к современному оборудованию (особенно в области аддитивных технологий) посредством создания центров коллективного пользования в сельской местности, где обучающиеся нескольких школ периодически могли бы совершенствовать свои навыки. Это также решит кадровую проблему небольших школ, когда один учитель труда должен в совершенстве владеть и навыками работы на станках, и робототехникой, и информационными технологиями. Во-вторых, изменить систему отбора на заключительный этап, чтобы позволить школьникам из сельской местности также бороться за главный приз – возможность получения профессионального образования в выбранном учебном заведении.

Реализация сформулированных психолого-педагогических условий и организационных решений позволит повысить эффективность олимпиад школьников по труду по вовлечению в инновационную деятельность в АПК.

Список использованной литературы

1. Толочко, Н.К. Совершенствование конструкций и оптимизация режимов эксплуатации мультикоптеров-опрыскивателей / Н.К. Толочко, Н.Н. Романюк, В.Н. Еднач, А.И. Попов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2023. – Т. 29. – № 2. – С. 324–334.

2. Драница, В.П. Современные подходы к подготовке специалистов в условиях цифровой трансформации АПК / В.П. Драница, В.М. Синельников, С.В. Бондарь, А.И. Попов // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2022. – №4(86). – С. 153–161.

3. Попов, А.И. Совершенствование механизма демонстрационного экзамена в профессиональном образовании / А.И. Попов // Социальная компетентность. – 2021. – Т.6. – №3. – С. 326–340.

Научное издание

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ И ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК

Материалы Международной
научно-практической конференции, посвященной
25-летию образования факультета «Технический сервис в АПК»

(*Минск, 4–5 июня 2025 года*)

Ответственный за выпуск *В. Н. Еднач*
Компьютерная верстка *О. В. Сокол*
Дизайн обложки *Д. А. Пекарского*

Подписано в печать 22.08.2025. Формат $60\times84^{1}/_{16}$.
Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 37,66. Уч.-изд. л. 29,45. Тираж 30 экз. Заказ 464.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Учреждение образования
«Белорусский государственный аграрный технический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/359 от 09.06.2014.
№ 2/151 от 11.06.2014.
Пр-т Независимости, 99–1, 220012, Минск.