

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



БЕЛОРУССКИЙ РЕСПУБЛИКАНСКИЙ
ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ИННОВАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

Сборник научных статей
Международной научно-практической конференции

(Минск, 23–24 ноября 2023 года)

Минск
БГАТУ
2023

УДК 631.17(06)

Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : сборник научных статей Международной научно-практической конференции (Минск, 23–24 ноября 2023 года) / редкол.: В. П. Чеботарев [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2023. – 536 с. – ISBN 978-985-25-0245-0.

Издание включает научные статьи белорусских и зарубежных ученых, посвященные актуальным проблемам повышения эффективности разработки и применения сельскохозяйственной техники в АПК.

Адресовано научным работникам, преподавателям, аспирантам, студентам высших учебных заведений, а также всем заинтересованным лицам.

Редакционная коллегия:

Чеботарев В. П., д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой сельскохозяйственных машин БГАТУ (научный редактор);

Ловкис В. Б., канд. техн. наук, доцент, декан агромеханического факультета БГАТУ;

Гедроить Г. И., канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой тракторов и автомобилей БГАТУ;

Назаров Ф. И., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры технологий и механизации животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции БГАТУ;

Непарко Т. А., канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой эксплуатации машинно-тракторного парка и агротехнологий БГАТУ;

Серебрякова Н. Г., канд. пед. наук, доцент, заведующий кафедрой моделирования и проектирования БГАТУ.

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

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

1. **СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА** (С.К. Карпович, канд. экон. наук, доцент, Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, г. Минск, Республика Беларусь) 23
2. **МЕХАНИЗАЦИЯ И «ТОЧНОЕ» СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО КАК ИННОВАЦИОННЫЙ ПУТЬ РАЗВИТИЯ АПК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ** (Д.И. Комлач, канд. техн. наук, доцент, Н.Г. Бакач, канд. техн. наук, доцент, А.Н. Перепечаев, канд. техн. наук, доцент, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь) 27
3. **ТРАКТОРЫ «БЕЛАРУС» ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ** (Н.И. Зезетко, канд. техн. наук, ОАО «Минский тракторный завод», г. Минск, Республика Беларусь) 31
4. **ПОДКАПЫВАЮЩИЕ РАБОЧИЕ ОРГАНЫ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ СОВРЕМЕННЫХ РЕШЕНИЙ** (В.А. Ружьев¹, канд. техн. наук, доцент, А.С. Сергеев¹, аспирант, И.В. Кокунова², канд. техн. наук, доцент, ¹ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», г. Санкт-Петербург, ²ФГБОУ ВО «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия», г. Великие Луки, Российская Федерация) 35
5. **АДАПТИВНОЕ ДОЕНИЕ В ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА** (В.О. Китиков¹, д-р техн. наук, профессор, Д.А. Григорьев², канд. техн. наук, доцент, К.В. Король³, соискатель, В.С. Журко³, ст. преподаватель, ¹«Институт жилищно-коммунального хозяйства НАН Беларуси», ²БГАТУ, г. Минск, ³УО «Гродненский государственный аграрный университет», г. Гродно, Республика Беларусь) 39
6. **ИННОВАЦИОННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В УСЛОВИЯХ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АГРАРНОМ СЕКТОРЕ** (В.Б. Ловкис, канд. техн. наук, доцент, Т.А. Непарко, канд. техн. наук, доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 44

**Секция 1 «СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ТЕХНИКА:
ИССЛЕДОВАНИЕ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ИСПЫТАНИЕ»**

1. **ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОМПЕНСИРУЮЩЕГО МЕХАНИЗМА ДЛЯ ВИБРИРУЮЩЕГО ПЛАСТИНЧАТОГО ОТВАЛА** (В.П. Чеботарев, д-р техн. наук, профессор, Д.А. Яновский, ассистент, А.А. Зенов, ст. преподаватель, Д.Н. Бондаренко, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 51
2. **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СЕПАРАЦИИ ЗЕРНОВОЙ СМЕСИ НА ПЛОСКИХ РЕШЕТКАХ** (В.П. Чеботарев, д-р техн. наук, профессор, Д.Н. Бондаренко, ст. преподаватель, А.А. Зенов, ст. преподаватель, Д.А. Яновский, ассистент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 54
3. **АГРЕГАТ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В СИСТЕМЕ ПОЧВОЗАЩИТНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ** (Н.Д. Лепешкин, канд. техн. наук, доцент, В.В. Мижурин, науч. сотр., РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь) 57
4. **ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИЙ АГРЕГАТ С ИЗМЕНЯЕМОЙ ШИРИНОЙ ЗАХВАТА** (Н.Д. Лепешкин, канд. техн. наук, доцент, В.В. Мижурин, науч. сотр., РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь) 60
5. **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯГОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ НАВЕСНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН** (Н.Д. Лепешкин, канд. техн. наук, доцент, В.В. Мижурин, науч. сотр., РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь) 63
6. **ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМЫ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ** (А.А. Зенов, ст. преподаватель, Д.Н. Бондаренко, ст. преподаватель, Д.А. Яновский, ассистент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 66
7. **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПОЧВОЗАЩИТНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ** (А.А. Зенов, ст. преподаватель, Д.Н. Бондаренко, ст. преподаватель, Д.А. Яновский, ассистент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 69
8. **ПЕРСПЕКТИВНЫЙ РАБОЧИЙ ОРГАН ДЛЯ ГЛУБОКОГО РЫХЛЕНИЯ ПОЧВЫ** (С.Р. Белый, ст. преподаватель, Г.А. Радишевский, канд. техн. наук, доцент, В.В. Козловский, студент, Е.Ю. Позняк, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 72

9. **ГЛУБОКОЕ РЫХЛЕНИЕ – АЛЬТЕРНАТИВА
ОТВАЛЬНОЙ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ** (Г.А. Радишевский, канд. техн. наук, доцент, Н.П. Гурнович, канд. техн. наук, доцент, С.Р. Белый, ст. преподаватель, В.В. Козловский, студент, Е.Ю. Позняк, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 75
10. **ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ** (В.Н. Еднач¹, канд. техн. наук, доцент, Н.Н. Романюк¹, канд. техн. наук, доцент, В.К. Клыбик², канд. техн. наук, доцент, Н.Н. Козакевич¹, д-р техн. наук, профессор, В.Н. Романюк³, ассистент, ¹БГАТУ, ²РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», ³БГУ, г. Минск, Республика Беларусь) 78
11. **АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ МАШИН, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ
ДЛЯ ГЛУБОКОГО РЫХЛЕНИЯ ПОЧВЫ** (Г.А. Радишевский, канд. техн. наук, доцент, Н.П. Гурнович, канд. техн. наук, доцент, В.В. Козловский, студент, Е.Ю. Позняк, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 82
12. **РАСЧЕТ ПОЛЕТНОЙ МАССЫ СЕЛЬСКО-
ХОЗЯЙСТВЕННОГО ДРОНА ХАГ Р100** (Д.А. Яновский, ассистент, А.А. Зенов, ст. преподаватель, Д.Н. Бондаренко, ст. преподаватель, М.Е. Лях, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 84
13. **К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОСЕВА
ЗЕРНОВЫХ, ЗЕРНОБОБОВЫХ И МЕЛКОСЕМЯННЫХ
КУЛЬТУР** (В.В. Болвонович¹, директор, Ю.И. Рудникович¹, инженер, Д.Н. Бондаренко², ст. преподаватель, А.А. Зенов², ст. преподаватель, Д.А. Яновский², ассистент, ¹ООО «СелАгро», ²БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 87
14. **АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ПРЕДПЛУЖНИКОВ** (Е.В. Лещенко¹, В.В. Зыбайло¹, Ф.И. Назаров², канд. техн. наук, доцент, ¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», ²БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 90
15. **ЗНАЧЕНИЕ ОВОЩЕЙ В ПИТАНИИ ЧЕЛОВЕКА** (А.С. Зыкун, ст. преподаватель, В.П. Чеботарев, д-р техн. наук, профессор, Е.В. Плискевич, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 92
16. **ФОРМИРОВАНИЕ ГРЯД ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ
КОРНЕПЛОДОВ** (А.С. Зыкун, ст. преподаватель, В.П. Чеботарев, д-р техн. наук, профессор, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 95

17. **АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ГРЯДООБРАЗОВАТЕЛЕЙ**
(А.С. Зыкун, ст. преподаватель, В.П. Чеботарев, д-р техн. наук, профессор, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 97
18. **ВЛИЯНИЕ ЗОНЫ КОНЦЕНТРАЦИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КАРТОФЕЛЯ** (Д.Г. Зубович, ст. преподаватель, В.П. Чеботарев, д-р техн. наук, профессор, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 100
19. **СПОСОБЫ ПОДГОТОВКИ ПОЧВЫ ПОД ПОСАДКУ КАРТОФЕЛЯ** (Д.Г. Зубович, ст. преподаватель, В.Д. Зубович, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 103
20. **К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ НОРИИ** (Н.Н. Романюк¹, канд. техн. наук, доцент, В.Н. Еднач¹, канд. техн. наук, доцент, В.А. Агейчик¹, канд. техн. наук, доцент, И.А. Гошко¹, студент, М.Б. Гарба², канд. техн. наук, ¹БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь, ²Педагогический университет имени Шеху Шагари, штат Сокота, Нигерия) 106
21. **ОБЗОР КОНСТРУКЦИИ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ЛОКАЛЬНОГО ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ** (Д.Г. Зубович, ст. преподаватель, В.Д. Зубович, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 110
22. **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ПОДГОТОВКИ ПОЧВЫ ПОД ПОСЕВ МЕЛКОСЕМЯННЫХ КУЛЬТУР** (П.П. Бегун, канд. техн. наук, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь) 113
23. **ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТИПА РАБОЧИХ ОРГАНОВ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПОД МЕЛКОСЕМЯННЫЕ КУЛЬТУРЫ** (П.П. Бегун, канд. техн. наук, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь) 117
24. **СТЕНДЫ И УСТАНОВКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РАСПЫЛИТЕЛЕЙ ПОЛЕВЫХ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ** (И.С. Крук¹, канд. техн. наук, доцент, О.В. Гордеенко², канд. техн. наук, доцент, А.А. Анищенко¹, аспирант, ¹БГАТУ, г. Минск, ²БГСХА, г. Горки, Республика Беларусь) 121
25. **ДИНАМИКА УБОРКИ СОИ И СОСТОЯНИЕ КОМБАЙНОВОГО ПАРКА В АПК АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ В 2022 ГОДУ** (И.В. Бумбар¹, д-р техн. наук, профессор, А.А. Кувшинов², канд. техн. наук, ст. науч. сотр., ¹ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет», ²ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский НИИ сои», г. Благовещенск, Российская Федерация) 124

26. **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ** (Е.В. Ковалева, канд. экон. наук, доцент, Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева; г. Москва, Российская Федерация) 127
27. **К ВОПРОСУ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА ДЛЯ СБОРА СЕМЯН САКСАУЛА** (Б.Т. Мамбетов, д-р с.-х. наук, профессор, С.Б. Бекбосынов, канд. техн. наук, профессор, Ж.Б. Жумагулов, канд. техн. наук, ассоц. профессор, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», г. Алматы, Республика Казахстан) 131
28. **ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРЕДПОСЕВНОЙ ПОДГОТОВКИ ПОЧВЫ** (Д.В. Ермаков, аспирант, С.В. Щитов, д-р техн. наук, профессор, Е.Е. Кузнецов, д-р техн. наук, доцент, П.Н. Школьников, д-р техн. наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск, Российская Федерация) 134
29. **ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ПОЧВ ЮГА КАЗАХСТАНА** (А.С. Рзалиев, канд. техн. наук, доцент, В.П. Голобородько, канд. с.-х. наук, С.Б. Бекбосынов, канд. техн. наук, ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии», г. Алматы, Республика Казахстан) 137
30. **АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МАШИН ДЛЯ УНИЧТОЖЕНИЯ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА** (В.А. Бурдейко¹, ст. преподаватель, В.Б. Ловкис², канд. техн. наук, доцент, ¹БарГУ, г. Барановичи, ²БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 142
31. **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВАКУУМНЫХ НАСОСОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ** (Л.Г. Филипова, ст. преподаватель, Я.А. Чикилевский, инженер, А.Г. Вершико, студент, БНТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 146
32. **УЛУЧШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ С ПОМОЩЬЮ МИКРОГИДРАВЛИКИ** (В.А. Сокол, ст. преподаватель, И.Д. Модонов, студент, БНТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 149
33. **ПРИМЕНЕНИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ** (Л.Г. Филипова, ст. преподаватель, Я.А. Чикилевский, инженер, Е.В. Коваленко, студент, БНТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 152

34. **ОБОСНОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ САДОВОГО ТУННЕЛЬНОГО ОПРЫСКИВАТЕЛЯ** (А.Н Юрин¹, канд. техн. наук, доцент, А.В. Захаров², канд. техн. наук, доцент, А.Н. Юрина³, зам. нач. отдела, ¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», ²БГАТУ, ³РУП «БелГИМ», г. Минск, Республика Беларусь) 154
35. **РАЗРАБОТКА РАБОЧИХ ОРГАНОВ БОТВО-ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ИБН-2,8** (А.И. Пунько¹, канд. техн. наук, доцент, С.Н. Сапач², инженер-конструктор, ¹БГАТУ, ²РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь) 157
36. **ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ** (А.С. Зорин, канд. техн. наук, А.Н. Корнева, магистрант, С.А. Горбунов, магистрант, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, Российская Федерация) 160
37. **ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ ВОССТАНОВЛЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ** (К.Л. Сергеев, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 164
3
38. **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА** (А.С. Зорин, канд. техн. наук, А.Н. Корнева, магистрант, С.А. Горбунов, магистрант ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, Российская Федерация) 167
39. **ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА СЕВА ШИРОКОЗАХВАТНОЙ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СЕЯЛКИ** (Н.Г. Серебрякова, канд. пед. наук, доцент, А.Н. Смирнов, канд. техн. наук, доцент, П.В. Авраменко, канд. техн. наук, доцент, Е.Ю. Жушма, магистрант, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 171
40. **ПРИМЕНЕНИЕ РАБОЧЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ДЛЯ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ СЛОЖНО-ПРОФИЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН** (Л.М. Акулович, д-р техн. наук, профессор, Л.Е. Сергеев, канд. техн. наук, доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 175

41. **ВИБРАЦИОННЫЙ МЕТОД ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ПОДШИПНИКОВ МЕХАНИЗМА ПРИВОДА ОЧИСТКИ В РЕЖИМЕ РАЗГОНА** (М.А. Новиков, д-р техн. наук, профессор, В.А. Смелик, д-р техн. наук, профессор, А.С. Рожков, канд. техн. наук, доцент, Н.П. Алдохина, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация») 180
42. **ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОРАБОТКИ КОНСТРУКЦИЙ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ** (Д.С. Праженик, ст. преподаватель, В.В. Носко, ст. преподаватель, П.А. Губар, магистрант, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 183

Секция 2 «МОБИЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ»

1. **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТРАНСМИССИИ ТРАКТОРОВ «БЕЛАРУС» ТЯГОВОГО КЛАССА 0,6–2** (Г.И. Гедроить, канд. техн. наук, доцент, С.В. Занемонский, ст. преподаватель, Т.А. Варфоломеева, ст. преподаватель, И.Г. Потанейко, магистрант, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 187
2. **ПОВОРАЧИВАЕМОСТЬ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА СО СДВОЕННЫМИ ЗАДНИМИ КОЛЕСАМИ** (Т.А. Варфоломеева, ст. преподаватель, С.В. Занемонский, ст. преподаватель, А.А. Блохин, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 190
3. **ПАРАМЕТРЫ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ШИН ДЛЯ ТРАКТОРОВ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН** (Г.И. Гедроить, канд. техн. наук, доцент, И.И. Бондаренко, канд. техн. наук, доцент, В.В. Михалков, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 193
4. **ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ШИН ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ С ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ** (В.В. Михалков, ст. преподаватель, Ю.А. Напорко, ст. преподаватель, С.В. Занемонский, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 197
5. **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВОДОРОДНОГО ГЕНЕРАТОРА НА ПРОИЗВОДСТВО ВОДОРОДА И ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ** (Д.А. Бебко, канд. техн. наук, доцент, А.Э. Абдулаев, магистр, В.Е. Гребнев, студент, А.А. Чижевский, студент, Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Российская Федерация) 201

6. **ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ**
(В.С. Корко, канд. техн. наук, доцент, П.В. Кардашов, канд. техн. наук, доцент, И.Б. Дубодел, канд. техн. наук, доцент, Е.А. Стаселович, маг. техн. наук, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 204
7. **АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ РОССИЙСКИХ СЕЛЬХОЗПРЕДПРИЯТИЙ ТРАКТОРАМИ** (А.Ю. Несмиян, д-р техн. наук, профессор, А.Г. Арженовский, д-р техн. наук, доцент, А.А. Дзюба, студент, Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, г. Зерноград, Российская Федерация) 207
8. **ВЫБОР ХАРАКТЕРИСТИК ПРИВОДА АГРЕГАТОВ С АКТИВНЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ** (А.В. Бобрышов¹, канд. техн. наук, доцент, С.Н. Капов¹, д-р техн. наук, профессор, А.В. Орлянский¹, канд. техн. наук, профессор, А.Н. Петенёв¹, канд. техн. наук, доцент, И.А. Орлянская¹, канд. техн. наук, доцент, Г.И. Гедроить², канд. техн. наук, доцент, ¹ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», г. Ставрополь, Российская Федерация, ¹БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 210
9. **ПЕРЕДНЕЕ НАВЕСНОЕ УСТРОЙСТВО ТРАКТОРА С ИЗМЕНЕНИЕМ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОСИ ПОДВЕСА** (А.В. Захаров¹, канд. техн. наук, доцент, А.Н. Юрин², канд. техн. наук, доцент, И.О. Захарова¹, ассистент, ¹БГАТУ, ²РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь) 214
10. **К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ ТЕЛЕЖКИ КРАНА МОСТОВОГО ТИПА** (Н.Н. Романюк, канд. техн. наук, доцент, В.Н. Еднач, канд. техн. наук, доцент, В.А. Агейчик, канд. техн. наук, доцент, И.А. Гошко, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 218
11. **МЕТОДИКА РАСЧЁТА КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КУРСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПАХОТНОГО АГРЕГАТА** (А.В. Захаров¹, канд. техн. наук, доцент, А.Н. Юрин², канд. техн. наук, доцент, И.И. Бондаренко¹, канд. техн. наук, доцент, И.О. Захарова¹, ассистент, ¹БГАТУ, ²РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь) 222
12. **ПРОВЕРКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НАВЕСНЫМ УСТРОЙСТВОМ** (А.А. Ананичков, канд. техн. наук, доцент, зав. сектором, В.А. Козловский, магистрант, Л.Д. Бельчик, канд. техн. наук, доцент, вед. науч. сотр., Д.В. Семашко, маг. техн. наук, мл. науч. сотр., Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь) 225

13. **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВНУТРЕННЕГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ЯЧЕЙКИ LI-NMC** (А.В. Белевич, зам. директора по высок. электротранспорту, И.В. Игнатчик, зав. сектором, А.А. Ананчиков, канд. техн. наук, доцент, зав. сектором, А.В. Михайлов, начальник НИЦ, Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь) 228
14. **РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОУПРАВЛЯЕМОГО РЕГУЛЯТОРА РАСХОДА** (Л.Д. Бельчик, канд. техн. наук, доцент, вед. науч. сотр., Д.В. Семашко, маг. техн. наук, мл. науч. сотр., А.А. Ананчиков, канд. техн. наук, доцент, зав. сектором, В.А. Козловский, магистрант, Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь) 230
15. **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТОРМОЗНЫХ КОЛОДОК ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ** (И.Г. Потанейко¹, магистрант, А.С. Новик¹, студент, Н.А. Поздняков², ст. преподаватель, ¹БГАТУ, ²БНТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 233
16. **СНИЖЕНИЕ ВИБРАЦИИ РЕЗИНОМЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ОПОРАМИ КАБИН ТРАКТОРОВ** (А.Ф. Безручко, канд. техн. наук, доцент, В.В. Михалков, ст. преподаватель, Д.Е. Жданович, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 237
17. **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОГО КЛАПАНА СИСТЕМЫ СМАЗКИ ДВИГАТЕЛЯ Д-245** (В.А. Сенников, канд. техн. наук, доцент, Э.П. Погребенный, магистр, ФГБОУ «Дальневосточный государственный аграрный университет», г. Благовещенск, Российская Федерация) 241
18. **ПРИМЕНЕНИЕ БЕЗВОЗДУШНЫХ КОЛЕСНЫХ ШИН ИЗ ВЫСОКОЭЛАСТИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ В МОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ** (И.И. Бондаренко, канд. техн. наук, доцент, А.Г. Белевич, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 244
19. **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОЗАРЯДНЫХ СТАНЦИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ** (А.Г. Белевич, ст. преподаватель, С.В. Шлемен, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 248
20. **ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ** (С.В. Шлемен, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 251
21. **ПОКАЗАТЕЛИ ДЫМНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЯ Д-243 ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В СИСТЕМЕ ПИТАНИЯ РАПСОВОГО МАСЛА** (В.А. Белоусов¹, канд. техн. наук, доцент, А.В. Гордеенко¹, канд. техн. наук, доцент, В.Г. Костенич², канд. техн. наук, доцент, ¹БГСХА, г. Горки, ²БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 254

22. **ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ ПАРАФИНОВ В ДИЗЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ** (В.А. Белоусов¹, канд. техн. наук, доцент, А.В. Гордеенко¹, канд. техн. наук, доцент, В.Г. Костенич², канд. техн. наук, доцент, ¹БГСХА, г. Горки, ²БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 257
23. **АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ СКАНЕРЫ** (В.Г. Костенич¹, канд. техн. наук, доцент, В.А. Белоусов², канд. техн. наук, доцент, А.В. Гордеенко², канд. техн. наук, доцент, А.А. Антонов¹, студент, М.Р. Агакишиев¹, студент, ¹БГАТУ, г. Минск, ²БГСХА, г. Горки, Республика Беларусь) 260
24. **СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ МИНИТЕХНИКИ** (А.П. Картошкин¹, д-р техн. наук, профессор, А.И. Фомичев¹, канд. техн. наук, доцент, В.Б. Ловкис², канд. техн. наук, доцент, ¹ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», ²БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 263
25. **МОБИЛЬНЫЙ АГРО-РОБОТ С КОЛЁСАМИ МЕКАНУМ КАК АЛЬТЕРНАТИВНА ГУСЕНИЧНОМУ РОБОТУ** (С.А. Павлюковец, канд. техн. наук, доцент, А.А. Радкевич, магистрант, БНТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 267
26. **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОТРАКТОРНЫХ ПОЕЗДОВ** (С.Ю. Радин, канд. техн. наук, доцент, С.Ю. Шубкин, канд. техн. наук, доцент, С.А. Добрин, ст. преподаватель, А.О. Епанчин, ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», г. Елец, Российская Федерация) 270

Секция 3 ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

1. **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР** (Н.Н. Быков, канд. техн. наук, доцент, Т.А. Непарко, канд. техн. наук, доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 274
2. **ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНОЙ УСТАНОВКИ ПРИ УХОДЕ ЗА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ КУЛЬТУРАМИ** (А.Ф. Станкевич, ст. преподаватель, Н.С. Чирков, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 278
3. **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЧВО-ОБРАБАТЫВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ НА ЛУЩЕНИИ СТЕРНИ И ПОЛУПАРОВОЙ ОБРАБОТКЕ** (Н.Н. Быков, канд. техн. наук, доцент, Т.А. Непарко, канд. техн. наук, доцент, А.Э. Шибеко, канд. экон. наук, доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 280

4. **РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ** (Н.Д. Янцов, канд. техн. наук, доцент, А.Г. Вабищевич, канд. техн. наук, доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 284
5. **ЗНАЧЕНИЕ ГАЛЕГИ ВОСТОЧНОЙ КАК ПРЕДШЕСТВЕННИКА** (Н.Н. Вечер, канд. биол. наук, доцент, В.Н. Кецко, ст. преподаватель, Т.М. Чумак, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 289
6. **ВИШНЯ В БУРЯТИИ** (Н.А. Васильева, ст. преподаватель, ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова», г. Улан-Удэ, Республика Бурятия, Российская Федерация) 292
7. **ПРИМЕНЕНИЕ БИОСТИМУЛЯТОРОВ В ТЕХНОЛОГИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ** (Е.М. Дедова, ст. преподаватель, Д.В. Виноградов, д-р биол. наук., профессор, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», г. Рязань, Российская Федерация) 297
8. **ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОЛИЗА КОАГУЛЯЦИИ БЕЛКОВОСОДЕРЖАЩИХ СРЕД** (И.Б. Дубодел, канд. техн. наук, доцент, В.С. Корко, канд. техн. наук, доцент, П.В. Кардашов, канд. техн. наук, доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 300
9. **ВЛИЯНИЕ ТИПА ПОЧВЫ ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ МИКРОБОЦЕНОЗА К ВОЗДЕЙСТВИЮ ГЕРБИЦИДА РАУНДАП** (В.Л. Захаров, д-р с.-х. наук, доцент, В.А. Гулидова, д-р с.-х. наук, профессор, А.В. Ленкиевич, аспирант, ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», г. Елец, Российская Федерация) 303
10. **ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА, ОБРАБОТАННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ** (П.В. Кардашов, канд. техн. наук, доцент, В.С. Корко, канд. техн. наук, доцент, И.Б. Дубодел, канд. техн. наук, доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 308
11. **КИНЕТИЧЕСКИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ПРОДУКТОВ ИЗ АМАРАНТА** (А.Н. Остриков, д-р техн. наук, профессор, В.Н. Василенко, д-р техн. наук, профессор, М.В. Копылов, канд. техн. наук, доцент, Е.Ю. Маранулец, экстерн, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж, Российская Федерация) 311

12. **КОМПЛЕКТ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПСЕВДОКАПСУЛИРОВАННЫХ КОМБИКОРМОВ** (А.Н. Остриков, д-р техн. наук, профессор, М.В. Копылов, канд. техн. наук, доцент, К.В. Мишинева, аспирант, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж, Российская Федерация) 314
13. **ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЦЕССУ И МАШИНАМ ВНУТРИПОЧВЕННОГО ВНЕСЕНИЯ ЖИДКОГО НАВОЗА** (В.Б. Ловкис¹, канд. техн. наук, доцент, Э.В. Дыба², канд. техн. наук, доцент, А.В. Пётух¹, магистрант, ¹БГАТУ, ²РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь) 317
14. **ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ КОРОТКОПЛОДНОГО ГИБРИДА ОГУРЦА F1 МОНОЛИТ В ВЕСЕННЕ-ЛЕТНЕЙ ТЕПЛИЦЕ** (А.А. Маслакова, бакалавр, М.В. Воробьев, канд. с.-х. наук, В.Д. Богданова, канд. с.-х. наук, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Российская Федерация) 319
15. **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ ПРИ ПОСЕВЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР** (В.А. Смелик, д-р техн. наук, профессор, А.Н. Перекопский, канд. техн. наук, В.Д. Врублевский, канд. техн. наук, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», Российская Федерация) 325
16. **ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СИДЕРАЛЬНОГО ПАРА** (А.Б. Калинин, д-р техн. наук, доцент, И.З. Теплинский, канд. техн. наук, профессор, В.А. Калинина, соискатель, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», Российская Федерация) 328
17. **ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА РАБОТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ В ТЕХНОЛОГИЯХ ПРОИЗВОДСТВА КАРТОФЕЛЯ** (О.И. Теплинский¹, аспирант, И.С. Немцев², аспирант, ассистент, О.Н. Теплинская², соискатель, АОУ ВО ЛО «ГИЭФПТ», г. Гатчина, Ленинградская область, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, Российская 331

- Федерация)
18. **ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА ОСМОТРА ЯБЛОК ПРИ ИХ ОПТИЧЕСКОЙ СОРТИРОВКЕ** (А.Н. Юрин¹, канд. техн. наук, доцент, А.Н. Юрина², зам. нач. отдела, ¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», ²РУП «БелГИМ», г. Минск, Республика Беларусь) 336
 19. **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГНОЗНОЙ АНАЛИТИКИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ НА ПЛАТФОРМЕ ТЕХНОЛОГИИ «БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ»** (П.В. Терентьев, канд. техн. наук, доцент, А.С. Балабайкин, магистрант, Д.А. Мартюхин, студент, ФГБОУ ВО «Нижегородский Государственный Агротехнологический Университет», Российская Федерация) 340
 20. **ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РАПСА ЯРОВОГО НА ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ МАСЛОСЕМЯН** (С.Ю. Храмченко, науч. сотр., РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», г. Жодино, Республика Беларусь) 344
 21. **ИНТЕЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫМ РЕЖИМОМ В ТЕПЛИЦЕ** (Е.С. Якубовская, ст. преподаватель, К.О. Савицкая, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 6
 22. **СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПРИРОДНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ АГРЕГАТОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ** (А.С. Вороненко, магистрант, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 349
 23. **ВНЕДРЕНИЕ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ ТРАВООСМЕСЕЙ ИЗ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА КОРМОВЫЕ ЦЕЛИ В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ** (И.В. Беркаль, канд. с.-х. наук, доцент, О.П. Ран, канд. с.-х. наук, доцент ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск, Российская Федерация) 353
 24. **EFFICIENT TECHNOLOGIES FOR SPREADING OF LIQUID MANURE** (N.V. Dakuko, senior teacher, A.V. Piotukh, master degree student, BSATU, Minsk, Republic of Belarus) 356
 25. **MICRONUTRIENTS IN RAPESEED CROPS** (T.V. Zubkova, associate professor, M.Yu. Zmeikina, student, M.D. Butov, student, Federal State Educational Institution of Higher Education «Yelets State University named after I.A. Bunin», Yelets, Russian Federation) 359
 26. **ОБОБЩЕННАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА КАРТОФЕЛЯ** (А.С. Вороненко, магистрант, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 362

Республика Беларусь)

27. **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОПЕРАЦИЙ** (Т.А. Непарко¹, канд. техн. наук, доцент, В.В. Терентьев², ¹БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь, ²ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Российская Федерация) 365
28. **ОЗОНИРОВАНИЕ КАК ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН СОРГО** (С.С. Морунова¹, педагог-организатор, А.А. Гаврилова², канд. биол. наук, доцент, Ю.В. Бочкарева³, канд. с.-х. наук, доцент, Д.С. Семин³, канд. с.-х. наук, ¹МБУ ДО «ДДТ им. В.П. Чкалова», г. Нижний Новгород, ²ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет», г. Нижний Новгород, ³ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», г. Саратов, Российская Федерация) 370
29. **ВЛИЯНИЕ СИДЕРАТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ КАБАЧКОВ** (Ю.В. Винокурова-Лабунская, соискатель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 374
30. **ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ** (А.С. Вороненко, магистрант, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 375
31. **РЕГУЛИРОВАНИЕ КИСЛОТНОСТИ ЯБЛОЧНОГО СОКА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОМЕМБРАННЫХ МЕТОДОВ** (М.Р. Яковлева, О.К. Никулина, О.В. Колоскова, РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь) 379
32. **ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОПОСЕВА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ РАПСА** (Ю.А. Напорко, ст. преподаватель, С.В. Шлемен, ст. преподаватель, А.В. Колола, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 382
33. **ВЛИЯНИЕ НА ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ПЛУГА ПОПЕРЕЧНОГО И ПРОДОЛЬНОГО РАССТОЯНИЯ ОТ НОСКА ЛЕМЕХА ДО ДИСКОВОГО ПРЕДПЛУЖНИКА** (Ш. Бекмирзаев, аспирант, А.Р. Нормирзаев, канд. техн. наук, доцент, Наманганский инженерно-строительный институт, г. Наманган, Республика Узбекистан) 385

СЕКЦИЯ 4 «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ»

1. **ЕРЕНОСНОЙ МАНИПУЛЯТОР ДОЕНИЯ КОРОВ ЛИНЕЙНОЙ ДОИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ** (В.И. Борозенцев, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО Белгородский государственный аграрный университет, г. Белгород, 389

- Российская Федерация)*
2. **УСТАНОВКИ ДЛЯ ТЕРМООБРАБОТКИ ОТХОДОВ
УБОЯ ЖИВОТНЫХ** (Е.В. Воронов, канд. экон. наук, доцент,
Г.В. Новикова, д-р техн. наук, профессор, О.В. Михайлова, д-р
техн. наук, профессор, ГБОУ ВО «Нижегородский
государственный инженерно-экономический университет»,
г. Княгинино, Российская Федерация) 392
 3. **СИСТЕМНАЯ ОЦЕНКА МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ
МАСТИТА У КОРОВ** (И.И. Гируцкий¹, д-р техн. наук, доцент,
Ю.А. Ракевич², науч. сотр., ¹БГАТУ, ²РУП «НПЦ НАН Беларуси
по механизации сельского хозяйства» г. Минск, Республика
Беларусь) 397
 4. **БЕСПОДСТИЛОЧНЫЙ НАВОЗ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**
(Д.Ф. Кольга, канд. техн. наук, доцент С.А. Костюкевич, канд.
с.-х. наук, доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 400
 5. **ПРОИЗВОДСТВО ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ
ЖИВОТНОВОДСТВА** (С.А. Костюкевич, канд. с.-х. наук, доцент,
Д.Ф. Кольга, канд. техн. наук, доцент, БГАТУ, г. Минск,
Республика Беларусь) 403
 6. **АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ПОДГРЕБАТЕЛЕЙ
(ПОДТАЛКИВАТЕЛЕЙ) КОРМОВ** (Ф.И. Назаров¹, канд.
техн. наук, доцент, И.С. Крук¹, канд. техн. наук, доцент,
С.К. Карпович², канд. экон. наук, доцент, Е.В. Сенчуров¹, канд.
техн. наук, доцент, ¹БГАТУ, ²Министерство сельского
хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, г. Минск,
Республика Беларусь) 406
 7. **ВЫДЕЛЕНИЕ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ПРИ ХРАНЕНИИ
НАВОЗА** (И.Н. Казаровец, канд. с.-х. наук, доцент,
Д.В. Зыбайло, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 410
 8. **МЕРЫ ПО СНИЖЕНИЮ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ
ГАЗОВ В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ**
(И.Н. Казаровец, канд. с.-х. наук, доцент, Д.В. Зыбайло,
студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 413
 9. **ЦИФРОВИЗАЦИЯ МОЛОЧНОГО ЖИВОТНОВОДСТВА**
(И.И. Скорб, ст. преподаватель, И.М. Швед,
ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 417
 10. **ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫПАИВАНИЯ
ТЕЛЯТ** (И.И. Скорб, ст. преподаватель, И.М. Швед,
ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 420
 11. **ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ЧИСЛА УГЛА ПОДЪЕМА
ВИНТОВОЙ ЛИНИИ ЛОПАСТИ МЕШАЛКИ НА
ДИАМЕТР ВЫХОДНОГО ОТВЕРСТИЯ СОПЛА**
(И.М. Швед, ст. преподаватель, И.И. Скорб, ст. 424

- преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)
12. **ВИБРОПНЕВМОСОРТИРОВАНИЕ СЕМЯН**
(В.М. Поздняков¹, канд. техн. наук, доцент, С.А. Зеленко²,
ст. преподаватель, ¹Международный университет «МИТСО»,
²БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 426
 13. **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВАКУУММЕТРИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ
НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ УДЕРЖАНИЯ ДООИЛЬНОГО
АППАРАТА НА СОСКАХ ВЫМЕНИ КОРОВЫ**
(А.В. Китун, д-р техн. наук, профессор, С.Н. Бондарев, канд.
техн. наук, доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 429
 14. **ЭФФЕКТИВНАЯ МЕХАНИЧЕСКАЯ МАШИНА ДЛЯ
УДАЛЕНИЯ НАВОЗА НА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ
ФЕРМАХ И КОМПЛЕКСАХ** (П.П. Бегун, канд. техн. наук,
В.В. Миккульский, канд. техн. наук, доцент, РУП «НПЦ НАН
Беларуси по механизации сельского хозяйства» г. Минск,
Республика Беларусь) 432
 15. **МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ТРУДОЕМКИХ
ПРОЦЕССОВ В ОБЛАСТИ КОРМОПРОИЗВОДСТВА**
(В.И. Передня¹, д-р техн. наук, профессор, В.П. Чеботарев²,
д-р техн. наук, профессор, Е.Л. Жилич¹, зав. лабораторией,
¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского
хозяйства», ²БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 437
 16. **РАЗВИТИЕ РОБОТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ДОЕНИЯ**
(Д.И. Комлач, канд. техн. наук, Е.Л. Жилич, зав. лабораторией,
Ю.Н. Рогальская, науч. сотр., РУП «НПЦ НАН Беларуси по
механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика
Беларусь) 442
 17. **ОТХОДЫ ЖИВОТНОВОДЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ КАК
ИСТОЧНИК ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ** (А.М. Карпович,
ст. преподаватель, И.А. Цубанова, ст. преподаватель, БГАТУ,
г. Минск, Республика Беларусь) 446
 18. **НАПРАВЛЕННОЕ ФОРМИРОВАНИЕ СЕНСОРНЫХ
ХАРАКТЕРИСТИК СОЗРЕВАЮЩИХ СЫРОВ**
(Ю.А. Гузкова¹, заместитель начальника управления мясной и
молочной промышленности, Е.А. Давыдова², канд. техн. наук,
доцент, ¹Министерство сельского хозяйства и продовольствия
Республики Беларусь, ²БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 451
 19. **ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ПТИЦЕВОДЧЕСКИХ ФЕРМ
НА ОСНОВЕ ГАЗОГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ** (Д.Ф.
Балтиков, канд. техн. наук, Е.А. Макаров, студент, ФГБОУ
ВО «Башкирский государственный аграрный университет», 454

- г. Уфа, Российская Федерация)
20. **ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА МУРОМСКОЙ ПОРОДЫ СВИНЕЙ** (Г.С. Походня, д-р с.-х. наук, профессор, Т.А. Малахова, канд. с.-х. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина», п. Майский, Российская Федерация) 458
21. **ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ПОТОЧНОГО ЭЛЕКТРОКОАГУЛЯТОРА БЕЛКОВ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ** (Д.И. Кривовязенко, канд. техн. наук, доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 462
22. **ПРОФИЛАКТИКА СТРЕССОВ В СВИНОВОДСТВЕ** (С.А. Костюкевич, канд. с.-х. наук, доцент, Д.Ф. Кольга, канд. техн. наук, доцент, Т.М. Чумак, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 467
23. **УСТАНОВКА С СВЧ ЭНЕРГОПОДВОДОМ В КООКСИАЛЬНО РАСПОЛОЖЕННЫЕ РЕЗОНАТОРЫ ДЛЯ ТЕРМООБРАБОТКИ МЯСНОГО СЫРЬЯ** (А.А. Тихонов¹, канд. техн. наук, доцент, Н.Н. Романюк², канд. техн. наук, доцент, Г.В. Новикова³, д-р техн. наук, профессор, Д.Д. Коршиков¹, магистр, А.А. Монеv¹, магистр, ¹ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет», г. Нижний Новгород, Российская Федерация, ²БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь, ³Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, г. Княгинино, Российская Федерация) 470
24. **ИСПЫТАНИЯ СИСТЕМЫ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ УСТАНОВКИ ПРЕДДОИЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ВЫМЕНИ КОРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ** (М.А. Керимов, д-р техн. наук, профессор, Д.В. Барабанов, науч. сотр., ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», Российская Федерация) 473
25. **МОДЕРНИЗАЦИЯ ПЛАСТИНЧАТОЙ ПАСТЕРИЗАЦИОННО-ОХЛАДИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ В ЛИНИИ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ МОЛОКА** (С.Ю. Шубкин, канд. техн. наук, доцент, А.Л. Мелешкин, ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», г. Елец, Российская Федерация) 477
26. **ШНЕКОВЫЙ ДОЗАТОР С УВЕЛИЧИВАЮЩИМСЯ ШАГОМ ВИНТОВОЙ НАВИВКИ** (С.М. Ведищев, д-р техн. наук, профессор, А.В. Прохоров, канд. техн. наук, доцент, А.Г. Павлов, канд. с.-х.н., доцент, Е.Б. Ложкина, аспирант, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический 480

- университет», Тамбов, Российская Федерация)
27. **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ СТЕБЛЯ НОЖОМ ДИСКОВОГО ИЗМЕЛЬЧАЮЩЕГО АППАРАТА ИКВ-Ф-5А** (Д. Алижанов, канд. техн. наук, доцент, Я. Жуматов, д-р философии (PhD) по техн. наукам, доцент, К.А. Шавазов, канд. техн. наук, доцент, Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», г. Ташкент, Узбекистан) 483
 28. **ТЕХНОЛОГИЯ И УСТАНОВКА ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПАТОКИ ИЗ ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ** (П.А. Савиных, д-р техн. наук, профессор, В.А. Казаков, д-р техн. наук, вед. науч. сотр., ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого», г. Киров, Российская Федерация) 488

Секция 5 «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ АПК»

1. **ЦЕННОСТНО-СМЫСЛОВАЯ ОРИЕНТАЦИЯ МОЛОДЕЖИ В ПРОЦЕССЕ НЕПРЕРЫВНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ** (А.И. Попов, канд. пед. наук, доцент, Н.В. Майстренко, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, Российская Федерация) 492
2. **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТВОРЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПО МЕХАНИКЕ** (А.И. Попов, канд. пед. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, Российская Федерация) 495
3. **РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОЦЕНКИ И МОНИТОРИНГА НАЛИЧИЯ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ В ЗАМКНУТОМ ПРОСТРАНСТВЕ** (А.В. Мироненко, ст. преподаватель, Д.Н. Клесов, канд. техн. наук, доцент, В.В. Баскакова, ст. преподаватель, Р.В. Ткаченко, студент, ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ им. В.Я. Горина», пос. Майский, Российская Федерация) 498
4. **ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ НОВЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ** (И.А. Серебряков¹, ст. преподаватель, А.Э. Волосевич², учащийся, И.И. Матюш², учащийся, ¹БНТУ, ²УО «Национальный детский технопарк», г. Минск, Республика Беларусь) 500

5. **МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕРАКТИВНЫХ ДИДАКТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В ФОРМИРОВАНИИ ИННОВАЦИОННО-ПРОЕКТИРОВОЧНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩЕГО ИНЖЕНЕРА ПО АВТОМАТИЗАЦИИ** (Е.С. Якубовская, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 502
6. **ФОРМИРОВАНИЕ ЛИЧНОСТИ СТУДЕНТА В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ** (И.Н. Казаровец, канд. с.-х. наук, доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 505
7. **РЕШЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ КАК ПОИСК КОНЕЧНОГО РЕЗУЛЬТАТА** (А.А. Нехайчик, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 509
8. **ОСОБЕННОСТИ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ СТУДЕНТОВ ПЕРВОГО КУРСА** (Д.С. Праженик, ст. преподаватель, В.В. Носко, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 511
9. **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ КАЧЕСТВЕННОЙ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРА** (А.Г. Вабищевич, канд. техн. наук, доцент, П.В. Авраменко, канд. техн. наук, доцент, Н.Д. Янцов, канд. техн. наук, доцент, М.А. Курмыса, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 514
10. **ИННОВАЦИОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ** (Н.Д. Янцов, канд. техн. наук, доцент, А.Г. Вабищевич, канд. техн. наук, доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 517
11. **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ-ЭНЕРГЕТИКОВ ДЛЯ АПК** (Ю.Н. Селюк, ст. преподаватель, О.В. Бондарчук, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 520
12. **ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СПЕЦИАЛИСТОВ АПК В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ** (В.В. Чуешков¹, канд. техн. наук, ведущий инженер, Е.А. Давыдова², канд. техн. наук, доцент, ¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», ²БНТУ г. Минск, Республика Беларусь) 523
13. **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ PROTEUS ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ АПК** (И.П. Матвеевко, канд. техн. наук, доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 6
14. **ИЗУЧЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДОВ**

ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ ДЛЯ АПК (С.В. Жилич, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)

529

15. **ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ АГРАРНЫМ БИЗНЕСОМ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ** (А.Э. Шибeko, канд. экон. наук, доцент, Н.Н. Быков, канд. техн. наук, доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)

532

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

УДК 631.36

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА

С.К. Карпович, канд. экон. наук, доцент

*Министерство сельского хозяйства и продовольствия
Республики Беларусь*

г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация: В статье представлен анализ состояния, состава и перспектив развития машинно-тракторного парка сельскохозяйственных организаций Республики Беларусь.

Abstract: The article presents an analysis of the state, composition and prospects for the development of the machine and tractor fleet of agricultural organizations of the Republic of Belarus.

Ключевые слова: машинно-тракторный парк, перспективные технологии, производительность, эффективность, квалификация.

Keywords: machine and tractor fleet, advanced technologies, productivity, efficiency, qualifications.

Введение

В настоящее время в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь эксплуатируется 212 тыс. сельхозмашин и оборудования, в том числе 35,5 тыс. тракторов, из них 6,9 тыс. с двигателем мощностью 250 и более л.с., 7,8 тыс. зерноуборочных и 3,5 тыс. кормоуборочных комбайнов, 5,1 тыс. комбинированных почвообрабатывающих и почвообрабатывающе-посевных агрегатов и другая техника [1].

Основой машинно-тракторного парка сельскохозяйственных организаций является техника отечественных заводов-изготовителей (87 %), при этом необходимо отметить, что в 1990 г. промышленными организациями нашей страны выпускалось лишь 13 % необходимой техники.

Основная часть

Отечественная техника задействована на всех этапах технологического процесса от обработки почвы и посева – до упаковки и хранения готовой продукции.

Доля импортных тракторов составляет лишь 4 % от всего парка, зерноуборочных комбайнов – 13 %, кормоуборочных комбайнов – 21 %. Говорить, что сельское хозяйство значительно зависит от импортной техники не приходится.

Реализуемая Государственная программа «Аграрный бизнес» на 2021–2025 гг. предусматривает стратегию развития в области механизации сельского хозяйства направленную на создание машинно-тракторного парка, позволяющего проводить сельскохозяйственные работы по современным технологиям в оптимальные агротехнические сроки.

Но в области механизации сельского хозяйства необходимо решить вопросы по дооснащению машинно-тракторного парка и обеспечить его структурные изменения.

Стоит отметить, что за последние 5 лет тракторов выбыло в 1,3 раза больше, зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов – в 1,2 раза больше, чем поступило новых; комбинированных почвообрабатывающих и почвообрабатывающе-посевных агрегатов – в 1,8 раза; машин для внесения твердых минеральных и твердых органических удобрений – в 1,6 раза; опрыскивателей выбыло в 1,1 раза больше, чем поступило. Аналогичная ситуация и по другим видам техники. Вместе с тем, на смену вышедшей техники поступают новые высокопроизводительные и широкозахватные машины, что позволяет проводить весь комплекс сельскохозяйственных работ.

Благодаря поддержки государства, ежегодно из всех источников в стране закупается сельскохозяйственной техники на сумму более 1,3 млрд. рублей, например за 10 месяцев 2023 года приобретено 7,6 единиц техники, в том числе 1,5 тыс. единиц тракторов, в т.ч. энергонасыщенных – 188 единиц, зерноуборочных комбайнов – 831 единица, кормоуборочных комбайнов – 103 единицы и другая техника.

Основным инструментом для закупки техники является Указ Президента Республики Беларусь от 2 апреля 2015 г. № 146, в рамках которого на условиях финансовой аренды (лизинга) передается техника для платежеспособных сельскохозяйственных организаций, а также при поддержке государства и для неплатежеспособных организаций.

Учитывая недостаточную оснащенность сельскохозяйственных организаций и требуемые структурные изменения, ежегодное об-

новление машинно-тракторного парка необходимо обеспечивать на уровне 6–8 %. Однако фактическое обновление значительно ниже и составляет 3–4 %. Обеспеченность по республике составляет: тракторы – 89 %, грузовые автомобили – 72 %, погрузчики – 80 %, зерноуборочные комбайны – 90 %, опрыскиватели – 64%, разбрасыватели твердых минеральных удобрений – 73%, комбинированные почвообрабатывающие агрегаты – 70 %.

Стратегия развития в области механизации сельского хозяйства направлена на создание машинно-тракторного парка, позволяющего проводить весь комплекс работ по современным технологиям в оптимальные агротехнические сроки. Основными направлениями совершенствования машинно-тракторного парка являются:

- увеличение мощности энергетических средств;
- повышение производительности сельскохозяйственных агрегатов за счет увеличения ширины захвата и скорости выполнения технологических операций;
- минимизация человеческого фактора, внедрение элементов системы точного земледелия.
- совершенствование структуры машинно-тракторного парка в части увеличение доли энергонасыщенных тракторов до 25 % (сейчас 20 %), при этом десять лет назад было всего лишь 9,6 %, зерноуборочных комбайнов с пропускной способностью 12 кг/с до 90 % (сейчас 86 %), кормоуборочных комбайнов с двигателем 450 л.с. и более до 85 % (сейчас 75 %).

Все эти подходы заложены в «Систему перспективных машин и оборудования для реализации эффективных технологий производства и первичной переработки основных видов продукции растениеводства и животноводства на 2021–2025 гг. и на период до 2030 г.».

Немаловажную роль в обеспечении проведении комплекса полевых работ играет и своевременная подготовка имеющегося парка, а своевременная постановка сельскохозяйственной техники на хранение в соответствии с требованиями, ГОСТ 7751-2009, ее дефектовка является залогом успешной подготовки ее к полевым работам.

Стратегией подготовки машинно-тракторного парка к работе предусматривается ремонт в сельскохозяйственных организациях около 90–95 % техники. Для этих целей в сельскохозяйственных организациях имеется 1636 машинных дворов с ремонтными мастерскими. Ежегодно Минсельхозпродом проводится

смотр-конкурс машинных дворов и смотр конкурс по охране труда с вручением победителям премий.

Полнокомплектная техника, двигатели, сложные узлы и агрегаты, которым необходим капитальный ремонт – восстанавливаются на специализированных ремонтных предприятиях и технических центрах заводов изготовителей. Так утвержденной Программой ремонта на 2023–2024 гг. предусмотрено восстановить около 3 тыс. единиц техники, из них 551 трактор, 108 зерноуборочных и 99 кормоуборочных комбайнов и другая техника.

И все же решающим фактором для эксплуатации сельскохозяйственной техники являются кадры и их квалификация. В связи с чем в зимний период проводится работа с промышленными и другими предприятиями по привлечению механизаторов для работы в напряженные периоды сельскохозяйственных работ и их обучение на заводах-изготовителях техники и учебных заведениях.

На местах для работников должны быть обеспечены безопасные условия труда, в этой связи необходимо отметить, что основными причинами несчастных случаев являются:

- нарушение потерпевшим трудовой и исполнительской дисциплины, нормативных правовых актов по охране труда – 29 %;
- личная неосторожность потерпевших – 26 %;
- невыполнение руководителями и специалистами обязанностей по охране труда – 17 %;
- недостатки в организации рабочих мест – 8 %;
- нарушения ПДД – 9 %;
- прочие – 11 %.

Заключение

Подводя итог, основными задачами для обеспечения сохранности, эффективной работы и максимального использования машинно-тракторного парка являются:

- своевременная постановка всей сельскохозяйственной техники на длительное хранение, согласно ГОСТ 7751-2009, включая консервацию топливной системы;
- обеспечение качественного ремонта и подготовки к работе техники
- работа с кадрами, включая определение недостающего количества механизаторов, определение откуда они будут привлекаться и обеспечение их своевременного обучения;

➤ внедрение системы управления охраной труда с концепцией «Нулевой травматизм».

Список использованной литературы

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический буклет / Национальный статистический комитет Республики Беларусь; [редколлегия: И.В. Медведева и др.]. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2023. – 36 с.

УДК 631.171

МЕХАНИЗАЦИЯ И «ТОЧНОЕ» СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО КАК ИННОВАЦИОННЫЙ ПУТЬ РАЗВИТИЯ АПК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Д.И. Комлач, канд. техн. наук, доцент,

Н.Г. Бакач, канд. техн. наук, доцент,

А.Н. Перепечаев, канд. техн. наук, доцент

РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

pan-sl@yandex.by

Аннотация: В статье проводится анализ дальнейшего развития сельского хозяйства основанного на элементах точного земледелия.

Abstract: The article analyzes the further development of agriculture based on elements of precision farming.

Ключевые слова: система земледелия, агрокомплекс, агротехника, экология, мелиорация, управление, анализ данных.

Keywords: farming system, agricultural complex, agricultural technology, ecology, land reclamation, management, data analysis.

Введение

Современное земледелие – это наука о наиболее рациональном, экологически, экономически и технологически обоснованном использовании земли, формировании высокоплодородных, с оптимальными показателями для возделывания культурных растений почв.

Земледелие как наука основывается на новейших теоретических достижениях важнейших фундаментальных научных дисциплин, таких как почвоведение, физиология растений, землеустройство и землепользование, агрохимия, микробиология, растениеводст-

во, биотехнология, агрометеорология, мелиорация, экология, экономика и др.

Основная часть

Современная система земледелия – это сложный агрокомплекс взаимосвязанных мероприятий по производству растениеводческой продукции на основе эффективного использования земельных, материальных и трудовых ресурсов. Она должна быть хорошо адаптирована к природным условиям агроландшафта, к рынку, материальным ресурсам. Адаптивность предполагает соответствие биологических особенностей и требований сельскохозяйственных культур климатическим условиям, уровню плодородия почвы, влагообеспеченности и т.д.

Современная система земледелия как сложный агрокомплекс включает в себя четыре группы (блока) взаимосвязанных мероприятий: агротехнические, мелиоративные, организационно-экономический [1]:

- **агротехнических** – направленных на устранение причин, ограничивающих получение высоких и устойчивых урожаев высокого качества, включающих *организацию территории землепользования хозяйства* (размещение севооборотов), *комплексную защиту растений* (от сорняков, болезней и вредителей); *систему удобрений* (комплекс мероприятий, включающий производство, заготовку, закупку, перевозку и хранение удобрений, и рациональное их распределение по севооборотам и внутри них под различные культуры, а также выбор оптимальных доз, сроков и способов внесения); *систему обработки почвы* (которая строится на принципах дифференциация способов и технологий обработки, разноглубинность обработки почвы в севообороте, минимализация обработки, экологическая, экономическая и почвозащитная целесообразность); *систему семеноводства* (осуществляет планирование производства семян, технологии возделывания культур на семена, сортовой и семенной контроль), *систему машин* (наличие агрегатов, планирование их использования, ремонта и т.д.).

- **экологический** (контроля за состоянием плодородия почвы качеством продукции; *рекультивацию* (восстановление свойств почвы).

- **мелиоративный** (*химические мелиорации*, (известкование кислых почв и гипсование засоленных земель), *водные мелиорации*, *лесомелиорации* (лесополосы и лесонасаждения))

- **организационно-экономический** блок, включающий:
- *формы хозяйствования и организации производства;*
- *управление;*
- *системы хранения, переработки и реализации продукции;*
- *кооперативные связи.*

Важно отметить, что центральным и наиболее трудоёмким мероприятием при разработке адаптивно-ландшафтных систем земледелия является выбор оптимальных технологий возделывания сельскохозяйственных культур из множества возможных сценариев. Решение этой задачи не только обеспечивает конечный результат, но, по сути, и является тем управлением режимами агроландшафтов, где компромисс между продуктивностью и устойчивостью получает своё окончательное разрешение. При этом, как показал зарубежный и отечественный опыт, наибольший эффект может быть получен при реализации агроприёмов по технологии точного земледелия.

Точное земледелие является новаторским подходом к решению проблем, оно базируется на новейших достижениях не только традиционных областей агрономической науки, но и других областей знаний. В его основе лежит управление продуктивностью посевов, учитывающее пространственно-временную вариабельность среды обитания растений.

Точное земледелие рассматривается как неотъемлемая часть ресурсосберегающего экологического сельского хозяйства, которое подразумевает применение интегрированной системы управления, а не отдельных ее разрозненных элементов, и открывает перед производителями новые возможности, особенно, в плане обеспечения условий для получения запрограммированного объема продуктов растениеводства высокого качества.

Точное земледелие базируется на современных научно-технических возможностях общества, информационного и технического обеспечения технологий и строится на основополагающей идее рационального ведения сельского хозяйства, обоснованного производства количества и качества растениеводческой продукции

и сырья для промышленности при неукоснительном соблюдении требований по предотвращению деградации природной среды.

Принципиальная отличительная особенность концепции единой навигационно-временной системы в растениеводстве заключается в том, что технология точного земледелия рассматривает каждое сельскохозяйственное поле как неоднородное. Оно разделяется на некоторое количество единиц управления, которые являются однородными (квазиоднородными) участками.

Суть точного земледелия заключается в том, что для получения с данного поля максимального количества продукции высокого качества для всех растений этого массива создаются оптимальные условия произрастания с учётом выявленной неоднородности участка.

Концепция точного земледелия предусматривает применение физико-технических и программных средств, как для получения и обработки информации в локальных агроэкосистемах, так и для реализации агроприемов непосредственно в поле. Это обстоятельство, в принципе, позволяет более широко в сельскохозяйственной практике использовать методы и средства нового направления для получения полезной и более точной информации о состоянии растений и среды их обитания.

Заключение

В связи с выше сказанным, одним из базовых элементов ресурсосберегающих технологий при производстве растениеводческой продукции в сельском хозяйстве является «точное земледелие». Точное земледелие – это управление продуктивностью посевов с учётом внутрипольной вариативности среды обитания растений. Целью такого управления является получение максимальной прибыли при условии оптимизации сельскохозяйственного производства, экономии хозяйственных и природных ресурсов, где открываются реальные возможности производства качественной продукции и сохранения окружающей среды.

Список использованной литературы

1. Экологическое земледелие с основами почвоведения и агрохимии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bio.wikireading.ru/hYfKdxoQ6N> – дата доступа 09.11.2023.

ТРАКТОРЫ «БЕЛАРУС» ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Н.И. Зезетко, канд. техн. наук

*ОАО «Минский тракторный завод»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: В статье дан обзор выпускаемых и перспективных моделей тракторов «БЕЛАРУС», современных технических решений, реализованных на них.

Abstract: The article gives an overview of the produced and promising models of tractors «BELARUS», modern technical solutions implemented on them.

Ключевые слова: трактор, двигатель, расход топлива, система точного земледелия, навигационные системы.

Keywords: tractor, engine, fuel consumption, precision farming system, navigation systems.

Введение

Согласно данным Национального статистического комитета Республики Беларусь обеспеченность тракторами на 1000 га пашни в сельскохозяйственных организациях Беларуси составляет 7 ед. [1], в Казахстане – 5, а в России – 3. В развитых странах Европы и других странах этот показатель значительно выше. Для увеличения данного показателя Холдинг «МТЗ-Холдинг» развивает линейку тракторов, повышая их технический уровень, расширяя функциональные возможности и увеличивая количество выпускаемых тракторов [2, 3].

Сегодня завод может предложить потребителям сельхозмашин не только тракторную технику, которая может работать в различных климатических условиях, но и оборудование для современных технологий, включая систему удаленного мониторинга, точного земледелия и другие инновационные решения в сельскохозяйственном производстве [2, 4].

Дальнейшее развитие получают и давно успешно зарекомендовавшие себя модели тракторов, совершенствуемые с учетом требований времени.

Основная часть

Холдингом «МТЗ-Холдинг» серийно производится широкая линейка тракторов от 0,2 тягового класса до 8-го с мощностью двигателя от 6-ти до 355 л.с. В последние годы один из самых популярных тракторов БЕЛАРУС-82 претерпел глубокую модернизацию. Все изменения связаны с повышением надежности узлов и улучшением условий работы тракториста. В конструкции новой модели БЕЛАРУС-82.3 появилась гидросистема трансмиссии, которая позволила использовать гидромуфты для привода переднего ведущего моста, заднего вала отбора мощности, блокировки дифференциала заднего моста. Это позволило исключить из конструкции привода переднего ведущего моста раздаточную коробку и промежуточную опору карданного привода – на эти узлы было много нареканий. Так же тяжелое рычажное управление заменено на легкое кнопочное электро-гидравлическое управление. Кроме измененного внешнего вида с применением светодиодных фар и фонарей освещения, трактор оборудован кондиционером, сиденьем с пневмоподвеской, наружными зеркалами заднего вида с подогревом и электроуправлением с места оператора, новым информационным щитком приборов с цветным дисплеем.

Так же глубокую модернизацию получил трактор БЕЛАРУС-1221, который вместе с новым внешним видом приобрел кабину с улучшенными условиями работы.

Кроме тракторов с традиционной механической трансмиссией, на ОАО «МТЗ» идет подготовка к выпуску тракторов мощностью 300...350 л.с. с электромеханической трансмиссией (рис. 1) [4].



Риснок 1 – Трактор БЕЛАРУС-3023 с электромеханической трансмиссией

С развитием новых технологий в сельском хозяйстве актуальность набирает и оснащение техники различными навигационными системами. МТЗ в настоящее время может предложить все существующие в этой сфере новинки.

Метрологическая система комплексного мониторинга и учета топлива позволяет:

- вести наблюдение на электронной карте за местоположением технического средства в реальном масштабе времени;
- вести справочники технических средств, терминалов, водителей, расхода топлива;
- формировать маршруты, расписания движения технического средства путем нанесения на карту контрольных точек;
- экспортировать данные из системы в другие форматы (Excel, HTML, XML, TXT), а также выводить их на печать в виде отчетов;
- вести контроль расхода топлива;
- вести контроль цифровой CAN-шины двигателя и трансмиссии и др.;

Система автоматического вождения на основе спутниковой навигации GPS/ГЛОНАСС для тракторов БЕЛАРУС имеет множество преимуществ:

- выполнение параллельного вождения в автоматическом режиме с точностью 2-3 см;
- поддержание режима оптимальной разворотной полосы;
- повышение скорости и точности выполнения работ;
- возможна работа трактора в условиях плохой видимости.

При этом система обеспечивает значительную экономическую эффективность:

- сокращение затрат на содержание и эксплуатацию парка спецтехники;
- повышение эффективности использования сельхозугодий;
- минимизация количества пропусков и перекрытий, и, как следствие, экономия на посадочном материале, ГСМ;
- уменьшение себестоимости сельскохозяйственной продукции.

В настоящее время возможна установка таких систем на всю линейку выпускаемой техники (рис. 2).



Рисунок 2 – Системы точного земледелия на тракторах «БЕЛАРУС» мощностью 80–450 л.с.

При этом дальнейшее увеличение мощности выпускаемых тракторов позволяет использовать их с еще более широкозахватными агрегатами. В настоящее время ведется работа по созданию трактора мощностью 500 л.с. – BELARUS-5022. Он будет также в классической компоновке.

Сельское хозяйство занимает 8,5 % мирового ВВП, но на сегодняшний день является самой неоцифрованной отраслью. Высокая стоимость полевых работ и низкая скорость обновления основных средств приводят к низкой рентабельности, вынуждают государство тратить значительные денежные средства на дотации сельскохозяйственным организациям. Также на предприятиях не всегда отлажен внутренний контроль состояния полей, произрастания культур и расхода посевного материала и удобрений.

Помочь с решением этих проблем могла бы тотальная информатизация сельского хозяйства в Республике Беларусь, а как следствие этого, применение новейших технологий в процессе производства сельскохозяйственной продукции. Результаты такого внедрения помогли бы увеличить урожайность культур и повысить эффективность сельскохозяйственных мероприятий. В решении этих задач может помочь внедрение системы «точного земледелия». Эта система ведения сельского хозяйства построена на использовании современных технологий на всех этапах работы. Система помогает эффективнее расходовать семена, удобрения и пестициды, а также собирать более высокие урожаи.

Заключение

В последние годы все чаще поднимается вопрос использования технологий точного земледелия и ресурсосберегающих технологий. В Беларуси внедряются элементы системы точного земледелия (системы параллельного вождения, GPS-навигации, системы учета расхода топлива). Только полное и комплексное внедрение всех технологий позволит достичь максимальной выгоды. Благодаря системам вождения осуществляется точное движение сельхозмашин, снижается утомляемость операторов и увеличивается эффективность использования сельхозорудий. Существенно экономится топливо и вносимые материалы.

Список использованной литературы

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический буклет / Национальный статистический комитет Республики Бела-

рус; [редколлегия: И.В. Медведева и др.]. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2023. – 36 с.

2. ОАО «МТЗ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://belarus-tractor.com> – Дата доступа: 12.10.2023.

3. Гедроить, Г.И. Развитие конструкции ходовых систем тракторов «БЕЛАРУС» мощностью 300...450 л.с. [Текст] / Г.И. Гедроить, Н.И. Зезетко, А.В. Медведь // Агропанорама. – 2017. – №4. – С. 5–9. – Библиогр.: с. 9 (12 назв.).

4. 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.

УДК 631.356.4

ПОДКАПЫВАЮЩИЕ РАБОЧИЕ ОРГАНЫ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ СОВРЕМЕННЫХ РЕШЕНИЙ

В.А. Ружьев¹, канд. техн. наук, доцент,

А.С. Сергеев¹, аспирант,

И.В. Кокунова², канд. техн. наук, доцент

¹ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

ruzhev_va@mail.ru

²ФГБОУ ВО «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Великие Луки, Российская Федерация

i.kokunova@yandex.ru

Аннотация: В настоящее время наиболее ресурсозатратным технологическим процессом производства картофеля остается его уборка, на долю которой приходится около 75 % всех трудозатрат и до 60 % энергозатрат. Уменьшение данных показателей возможно за счет применения более совершенных технологий и технических средств, отвечающих всем агротехническим требованиям, предъявляемым к уборочным машинам. Следует добиться минимальных потерь и более высоких качественных показателей работы картофелеуборочной технической системы уже на этапе подкапывания клубней и подачи их на сепарирующие органы.

Abstract: Currently, the most resource-intensive technological process for potato production remains its harvesting, which accounts for about 75 % of all labor costs and up to 60 % of energy costs. Reducing these indicators is possible through the use of more advanced technologies and technical means that meet all agrotechnical requirements for harvesting machines. It is necessary to achieve minimal losses and higher quality performance indicators of the potato harvesting technical system already at the stage of digging up tubers and feeding them to the separating organs.

Ключевые слова: уборка картофеля, картофелеуборочные машины, подкапывающие рабочие органы

Keywords: potato harvesting, potato harvesting machines, digging working tools.

Введение

Производственная эксплуатация картофелеуборочных технических систем в современных условиях в постоянном режиме заставляет учитывать агроклиматические условия произрастания культуры с сочетающимся сложным физико-механическим составом почвенного пласта, особенно это ярко выражено в Северо-Западном регионе Российской Федерации [1].

Зачастую подкапывающие рабочие органы картофелеуборочных технических систем имеют малую пропускную способность в виду несовершенства конструкции и применяемых материалов при их изготовлении.

Необходимо отметить, что производители данной техники сделали серьезный шаг в нивелировании рассматриваемой проблемы.

Основная часть

Рассмотрим новинку применения подкапывающих рабочих на примере картофелеуборочного комбайна Grimme VENTOR 4150. Для тяжелых почв производитель рекомендует пользоваться (опционально) полиуретановыми лопатками плоского лемеха с чрезвычайно высокой износостойкостью (рис. 1, таблица), которые снижают до минимума налипание почвы.

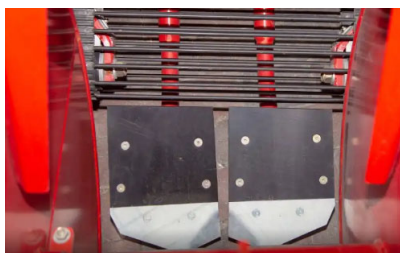


Рисунок 1 – Полиуретановые лопатки подкапывающего лемеха

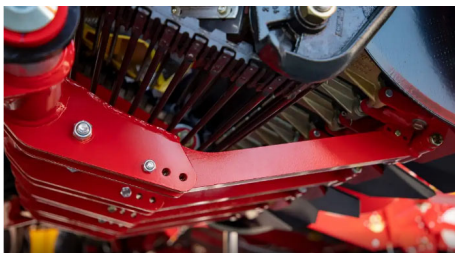


Рисунок 2 – Система камнезащиты кронштейна подкапывающего лемеха

Наряду с предустановленными срезными болтами на лопатовидных плоских лемехах и на кронштейне лемеха, стойки (опционально) оснащены дополнительным срезным болтом для защиты от перегрузки. Различная необходимая сила среза регулируется посредством изменения положения болтов в трех отверстиях (рис. 2).

Таблица. Технические характеристики полиуретана

Показатель	Значение
Твёрдость по Шору (Метод вдавливания)	40-98
Модуль упругости при растяжении 100%	29
Эластичность по откосу, %	40
Предел прочности при разрыве, кг/см ²	312
Предел прочности при разрыве, %	540
Коэффициент морозостойкости по эластичному восстановлению после сжатия, при -50°C	0,45
Абразивная стойкость (Шабер H22)	10

Обновленный DEWULF ENDURO – 4-хрядный самоходный картофелеуборочный комбайн просеивающего типа – можно приспособить для уборки картофеля в различных условиях.

При «стандартном» исполнении плоских подкапывающих лемехов на влажных и тяжелых почвах в «помощь» вступают дополнительные технические решения (рис. 3).



a



б



в

Рисунок 3 – Подкапывающие рабочие органы DEWULF ENDURO:

a – стандартный комплект плоских дисков оснащается комплектом диaboлических роликов (диaboлические ролики + дисковые ножи) и технологией автоматического контроля давления;

б – дисковые ножи с гидравлическим приводом; *в* – комплект диaboлических роликов с дисковыми ножами с принудительным приводом, что диaboлическим роликам позволяет «парить» над гребнями

Заключение

Для повышения эффективности технологических процессов функционирования картофелеуборочных технических систем разработчики техники выполняют совершенствование рабочих органов, обеспечивающих интенсификацию механического воздействия на клубненосный почвенный пласт. Однако это приводит к существенному усложнению конструкции уборочных машин и повышению их стоимости [2, 3].

В результате проведенных исследований работы картофелеуборочных машин научным коллективом предлагается совершенствовать рабочие органы, обеспечивающие процесс разрушения почвы путем изменения формы рабочей поверхности подкапывающего лемеха и определения рациональных режимов его работы.

Список использованной литературы

1. Теплинский И.З. Минимизация факторов риска техногенного характера при производстве картофеля по интенсивной технологии / И.З. Теплинский, А.Б. Калинин, В.А. Ружьев // Научное обоснование стратегии развития АПК и сельских территорий в XXI веке: материалы Национальной научно-практической конференции, Волгоград, 10 ноября 2020 года. Том 1. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2021. – С. 29–33. – EDN FZHPSX.

2. 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. – EDN LFJWBC.

3. Kalinin, A. Improvement of digging shares of root harvesting machines based on rheological model of soil state / A. Kalinin, I. Teplinsky, V. Ruzhev // Engineering for Rural Development : 20, Virtual, Jelgava, 26–28 мая 2021 года. – Virtual, Jelgava, 2021. – P. 1051–1057. – DOI 10.22616/ERDev.2021.20.TF230. – EDN BFLMBM.

УДК 631.171: [637.115:636.03+636.082]

АДАПТИВНОЕ ДОЕНИЕ В ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА

В.О. Китиков¹, д-р техн. наук, профессор,

Д.А. Григорьев², канд. техн. наук, доцент,

К.В. Король³, соискатель,

В.С. Журко³, ст. преподаватель

¹*«Институт жилищно-коммунального хозяйства НАН Беларуси»,*

²*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

³*УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь*

Аннотация: В рамках концепции механико-информационного взаимодействия элементов триединой системы человек-машина-животное обоснована эффективность использования адаптивных алгоритмов управления процессом доения и лактацией у коров в поточно-цеховой системе производства молока на современных молочно-товарных комплексах.

Abstract: The effectiveness of using adaptive algorithms for controlling the milking process and lactation of cows in a flow-shop milk production system at modern dairy complexes is substantiated within the framework of the concept of mechanical-information interaction of elements of the triune human-machine-animal system

Ключевые слова: человек-машина-животное, механико-информационная технология, доение, измерение хозяйственно-биологических параметров, идентификация, мониторинг физиологического состояния коров.

Keywords: human-machine-animal, mechano-information technology, milking, measurement of economic-biological parameters, identification, monitoring of physiological condition of cows.

Введение

В мировой практике, в условиях постоянно растущего рынка молока [1], молочное скотоводство преобразуется в сегмент прибыльного производства и бизнеса. В условиях интенсивного развития проходит процесс трансформации концептуальных подходов к реализации технологии производства молока. С одной стороны, сохраняются тенденции в рамках основной для стран с развитым молочным скотоводством концепции выровненного стада, отобранного по принципу пригодности к промышленной технологии. С другой стороны, в рамках концепции механико-информационного взаимодействия элементов триединой системы человек-машина-животное, формируются тенденции, направленные на адаптивность техники и технологий к фенотипическим, групповым и индивидуальным особенностям животных.

В связи с выше изложенным, целью представленного научного исследования является разработка адаптивных алгоритмов управления процессом доения и лактацией у коров в поточно-цеховой системе производства молока.

Основная часть

Молочная отрасль Республики Беларусь находится в процессе интенсивного развития по причинам, связанным с интересами государства и бизнеса, активно инвестирующих в быстрорастущий молочный рынок [2]. В сложных условиях формирования новой структуры и культуры производства при строительстве новых и реконструкции существующих ферм и комплексов, приходится решать задачи по повышению продуктивности коров и показателей воспроизводства при одновременном сохранении и увеличении срока хозяйственного использования животных молочного стада.

Доильное оборудование на современных молочно-товарных фермах выполняет функцию информационного обеспечения всей

технологии производства молока, что позволяет принимать технологические решения, руководствуясь данными молочной продуктивности и другими хозяйственно-биологическими параметрами животных, при организации технологии машинного доения, управления стадом и лактацией коров [3].

Принцип адаптивности реализуется на нескольких уровнях управления процессами и технологией. На первичном уровне стоит задача оперативного изменения параметров работы аппарата в процессе доения. Теоретическое обоснование динамического доения опирается на зависимость потока молока через сфинктер в такте сосания, который линейно связан со средней скоростью молокоотдачи коровы:

$$Q_{сфср} = \frac{Q_{ср} 1000}{60n\rho\sigma_c},$$

где $Q_{сфср}$ – среднее значение потока из сфинктера, мл/с;

$Q_{ср}$ – средняя скорость молокоотдачи за доение, кг/мин;

n – количество доящихся долей вымени, шт.;

ρ – плотность молока, г/мл;

σ_c – относительная длительность такта сосания.

Исученный опыт ведущих компаний-производителей доильного оборудования по обеспечению адаптивности машинного доения показывает наибольшую эффективность управления процессом, путем изменения характера пульсации доильного чулка, когда система подстраивается под изменяющийся поток молока, увеличивая или уменьшая длительность, то есть изменяя соотношение и частоту тактов, в зависимости от измеренной скорости молокоотдачи [4]. Такой подход реализуется в рамках концепции динамического доения, которая приходит на смену утратившей актуальность концепции управления уровнем вакуумметрического давления в зависимости от потока молока.

Полученная в результате последовательных преобразований математическая модель позволяет рассчитать значения искомых параметров процесса молоковыведения [5]. На рисунке приведена теоретическая зависимость потока молока через сфинктер от длительности такта сосания и скорости молокоотдачи при минимально

необходимом для раскрытия соскового сфинктера значении вакуумметрического давления в подсосковой камере.

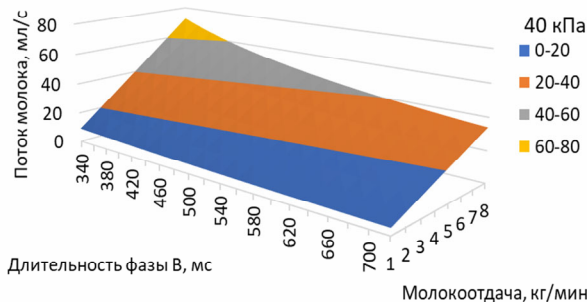


Рисунок – теоретическая зависимость потока молока от длительности фазы В такта сосания и скорости молокоотдачи

Полученные результаты позволили разработать алгоритм динамического доения, работающий в трех режимах: с низкой интенсивностью, в стандартных параметрах, с интенсивным доением при максимальном потоке молока. Результаты внедрения алгоритма на молочных фермах Минской области, использующих оборудование отечественного производителя ООО «Полиэфир АГРО», подтверждают возможность повышения скорости молокоотдачи и продуктивности, а также улучшения здоровья и увеличения срока хозяйственного использования коров [6].

Адаптивность на уровне управления лактацией обеспечивается возможностью использования результатов измерения хозяйственно-биологических параметров коров для принятия технологических решений. Так перевод коров из группы в группу и из цеха в цех осуществляется с учетом текущей продуктивности и характера лактационной кривой, который в свою очередь определяется длительностью сервис-периода. В таблице приведены данные о среднесуточном удое коров в различные периоды лактации.

Таблица. Среднесуточный удой и период лактации				
Среднесуточный удой	День лактации			
	< 65 дня	65-120	120-300	> 300
Средний ($M\pm m$), кг	26,03±0,62	28,98±0,41	22,66±0,24	17,68±0,36
Медианный (Me), кг	26,90	29,35	22,90	18,00
Корреляция с днем лактации (r)	0,46	-0,17	-0,43	-0,18

Проведенные исследования подтвердили статистически достоверную зависимость лактационной деятельности коров от длительности сервис-периода. Исследования также показали, что использование современных систем измерения хозяйственно-биологических параметров коров позволяют не только рационально управлять трафиком коров в рамках поточно-цеховой системы, но и консолидировать сервис-период возле оптимального для конкретного хозяйства значения, что, в свою очередь, позволяет повысить надой и увеличить выход телят на ферме [7].

Заключение

Таким образом, создание и использование адаптивных алгоритмов управления процессом доения и лактацией позволяют улучшить важные хозяйственно-биологические параметры при одновременном сохранении здоровья и увеличении срока хозяйственного использования коров стада. Увеличение скорости молокоотдачи при использовании динамического доения обеспечивает также повышение удоя. Рациональное управление лактацией позволяет повысить молочную продуктивность коров, включая удой за лактацию при одновременном увеличении показателей воспроизводства стада, сохранении здоровья и обеспечении продуктивного долголетия животных.

Список использованной литературы

1. Dairy Market Review: Overview of global dairy market developments in 2020 / FAO. – Rome, April, 2021 – 13p.
2. Аналитическая записка о выполнении Государственной программы развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы за 2019 год [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://mshp.gov.by/programms/ca5bed93374821f3.html>. – Дата доступа: 14.12.2022.
3. Григорьев, Д.А. Технология машинного доения коров на основе конвергентных принципов управления автоматизированными процессами: монография / Д.А. Григорьев, К.В. Король. – Гродно: ГГАУ, 2017. – 216 с.
4. MC200 Модуль управления дойкой: [руководство по эксплуатации]; версия 4.5 / S.C.R Engineers Ltd, 2007. – 74 с.
5. Григорьев, Д.А. Уравнение равновесного потока жидкости в системе сосок–доильный стакан/ Д.А. Григорьев, А.М. Кравцов // Агропанорама № 4 (октябрь), Минск, БГАТУ, 2023. – С. 2–6.

6. Григорьев, Д.А. Дифференцированное динамическое доение как фактор ветеринарного благополучия и продуктивности коров/ Д.А. Григорьев, К.В. Король, В.С. Журко // Эколого-биологическое благополучие растительного и животного мира: материалы международной научно-практической конференции (Благовещенск, 23 сент. 2020 г.) – Благовещенск: Издательство Дальневосточного государственного аграрного университета, 2020. – С. 84–85.

7. Григорьев, Д.А. Измерение хозяйственно-биологических параметров в организации трафика коров / Д.А. Григорьев, К.В. Король, В.С. Журко // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов. – Гродно: Гродненский государственный аграрный университет, 2020. – С. 38–45.

УДК 378.146

ИННОВАЦИОННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В УСЛОВИЯХ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АГРАРНОМ СЕКТОРЕ

В.Б. Ловкис, канд. техн. наук, доцент,

Т.А. Непарко, канд. техн. наук, доцент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
dekanat_amf@bsatu.by*

Аннотация: Рассмотрены вопросы освоения аграриями новых технологий точного земледелия, которые меняют традиционные подходы к сельскохозяйственным работам, и подготовки специалистов с высшим образованием для современного аграрного производства.

Abstract: The issues of development by farmers of new technologies of precision farming, which change traditional approaches to agricultural work, and training of specialists with higher education for modern agricultural production are considered.

Ключевые слова: цифровизация аграрного сектора, система точного земледелия, высокопрофессиональные кадры, параллельное вождение, бортовой компьютер, дифференцированное внесение, картографирование.

Keywords: digitalization of the agrarian sector, precision farming system, highly professional personnel, parallel driving, on-board computer, differentiated application, mapping.

Введение

Сельскохозяйственное производство в Республике Беларусь относится к одному из приоритетов государственной политики. Это важнейшая жизнеобеспечивающая сфера деятельности человека, определяющая продовольственную безопасность страны, в значительной мере социальную и политическую стабильность в обществе [1]. Основные задачи сельскохозяйственного производства и перерабатывающей промышленности: стабильное обеспечение населения страны продовольствием и потребительскими товарами из сельскохозяйственного сырья; поставка продовольствия на экспорт; устойчивое развитие сельских территорий; повышение уровня и улучшение качества жизни сельского населения.

Развитие АПК страны ориентировано на крупнотоварное производство и реализацию инновационных технологий в растениеводстве и животноводстве. К 2025 году предусматривается обеспечить производство: зерна – 10,0 млн. т; сахарной свеклы – 5,2 млн. т; рапса – 830 тыс. т; овощей – 2,0 млн. т; льноволокна – 55 тыс. т; молока – 9,2 млн. т; продукции выращивания скота и птицы – 2,0 млн. т.

Основная часть

Точное земледелие – современный высокотехнологичный уровень развития земледелия и растениеводства, основанный на применении цифровых методов и геоинформационных систем, общих знаниях традиционного и адаптивно-ландшафтного земледелия, включающий новые подходы современных достижений механизации растениеводства. Поэтому развитие механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства республики базируется на: максимальной эффективности использования техники в сфере ее производства и потребления; рациональном ограничении номенклатуры технических средств, сокращении металло- и энергоемкости путем создания оптимальных типоразмерных рядов, агрегатной унификации, блочно-модульного построения и универсализации машин; автоматизации технологических процессов с использованием машин-автоматов и роботов.

Освоение аграриями новых технологий точного земледелия, сложных и интеллектуально насыщенных систем, включающих роботизированные системы, которые позволяют управлять процессами, и программы, по которым сельскохозяйственная техника работает – это не вопрос выбора, а необходимость. Технологии точного земледелия меняют традиционные подходы к сельскохозяйственным работам, позволяют повысить эффективность и производительность на каждом их этапе, оптимизировать количество вносимых материалов, снизить затраты и увеличить урожайность [2].

Некоторые элементы точного земледелия, такие как использование мобильного оборудования для отбора проб почв, оборудования для дистанционного зондирования полей (БЛА) с фотосъемкой, разбрасывателей минеральных удобрений, сеялок и посевных агрегатов с автоматизированным приводом регулирующих механизмов, опрыскивателей, уборочной техники, а также различного вспомогательного оборудования, предназначенного для измерения площадей, картирования полей, управления агрегатами и других операций, использующих сигналы спутниковых навигационных систем, в первую очередь – GPS, в Беларуси уже внедрены. Даже частичное внедрение элементов системы точного земледелия дает экономию до 25 процентов ресурсов [3].

С каждым годом все больше отечественных предприятий подключаются к выпуску техники, оснащенной элементами системы точного земледелия. Среди них следует отметить разбрасыватели минеральных удобрений (ОАО «Щучинский ремонтный завод»), трактор «Беларус-3522» с бортовым компьютером управления, трактор «Беларус-4522» с системой управления «Автопилот», опрыскиватели РОСА и ОВС-4224 с системой дифференцированного внесения КАС на основе карты поля, зерноуборочные комбайны КЗС-2124 с системой мониторинга урожайности.

Проводя в сельском хозяйстве модернизацию на основе новейших достижений науки и техники, наша страна делает ставку на высокопрофессиональные кадры, поэтому аграрное образование стало инновационным образованием в одном из наиболее динамично развивающемся секторе экономики Республики Беларусь, готовом активно внедрять новые технологии.

Подготовку специалистов с высшим образованием для современного аграрного производства республики и стран Европы,

Азии, Африки осуществляет учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» в тесном взаимодействии с аграрными учреждениями высшего образования и колледжами Республики Беларусь, ведущими учебными и исследовательскими зарубежными организациями.

Важным элементом подготовки квалифицированных кадров при цифровизации в аграрном секторе остается ее практическая составляющая. В этих целях в университете постоянно разрабатываются и актуализируются учебные планы и программы, ведется работа по повышению профессионального уровня педагогических кадров, их стажировке в передовых предприятиях, развитию материально-технической базы, максимальному сближению образовательного процесса с производством, созданию филиалов кафедр в сельскохозяйственных предприятиях и в научно-практических центрах Национальной академии наук Беларуси.

Освоение новых технологий точного земледелия на агрономическом факультете БГАТУ опирается на компетенции, знания, умения и навыки при изучении дисциплин «Технологии и техническое обеспечение производства продукции растениеводства», «Технологические основы растениеводства», «Тракторы и автомобили», «Машины и оборудование в растениеводстве», «Основы энерго- и ресурсосбережения» на протяжении всего срока получения высшего образования, а также дисциплин «Перспективные технологии и комплексы машин в сельскохозяйственном производстве», «Интеллектуальные технологии в агропромышленном комплексе» при получении углубленного высшего образования по специальности «Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства».

Техническая база БГАТУ признана одной из лучшей среди 15 аграрных вузов стран СНГ [4]. В павильоне корпуса механизации с новейшей отечественной и импортной сельскохозяйственной техникой, представленной фирмами-изготовителями, в учебных аудиториях для проведения лабораторных и практических занятий, созданы условия для изучения особенностей устройства и эксплуатационных характеристик энергетических средств, сельскохозяйственных машин и оборудования, как студентами, так и специалистами-производственниками, проходя стажировку в Институте по-

вышения квалификации и переподготовки кадров АПК при университете.

В образовательном процессе эффективно используются специальные фильмы, в основе которых опыт передовых аграрных предприятий в применении самых новейших технологий, для чего аудитории оборудованы интерактивными электронными досками.

Любая сложная система имеет подсистемы, так современное направление в сельском хозяйстве обозначено как точное животноводство – в животноводстве и точное земледелие – в растениеводстве. В растениеводстве благодаря широкому распространению технологии GPS стало возможно параллельное вождение, которое дает возможность оптимизировать процесс обработки пахотных земель. При наличии навигационного прибора спутниковые системы глобального позиционирования обеспечивают точное ведение агрегата по треку. Поэтому одним из первых этапов на пути внедрения точного земледелия является навигация, чему на кафедрах эксплуатации машинно-тракторного парка и агротехнологий, тракторов и автомобилей, сельскохозяйственных машин БГАТУ уделяют большое внимание при подготовке специалистов. Практика показала, что на территории Беларуси достигается приемлемая точность движения по параллельным рядам от 20 до 30 см. При использовании платного канала достигается точность курса 2,5 см. В последнем случае площадь участков, обработанных дважды (накладки) или совсем не обработанных (просветы), значительно уменьшается. Кроме того, сокращается ширина полосы разворота и длина холостого хода. В результате расход топлива, удобрений и семян снижается до 20 %.

Точное земледелие основывается на применении максимально детализированных по участкам и характеристикам карт полей. Имеющиеся кадастровые карты содержат недостаточно информации, определяя в основном границы поля на местности. На кафедре эксплуатации машинно-тракторного парка и агротехнологий БГАТУ, студенты изучают картирование полей для целей точного земледелия (картирование контуров полей, агрохимического состояния, урожайности), систему удобрения в современных технологиях возделывания и дифференцированное внесение удобрений, применение инструментария ГИС-технологий для построения тематических карт сельскохозяйственных угодий.

В производственных условиях берут пробы грунта для получения сведений об уровне влажности и химическом составе почвы, определяют преобладающие ветра, углы наклона поверхности, количество солнечного излучения, наличие естественных и искусственных объектов и расстояние до них (водоемы, леса, дороги, предприятия и прочее), по каждому участку выполняя общий анализ.

Так же на кафедре эксплуатации машинно-тракторного парка и агротехнологий БГАТУ на лабораторных занятиях будущие инженеры выполняют диагностирование и регулировки современных тракторов и сельскохозяйственных машин, осваивают компьютерное диагностирование, принцип работы системы контроля расхода топлива, определяют расход топлива на различных режимах работы трактора в стационарных условиях. Теоретические знания студенты под руководством преподавателей кафедры реализуют на лабораторно-полевых занятиях на базе структурного подразделения университета Республиканского учебно-производственного центра практического обучения новым технологиям и освоения комплексов машин, сравнивая показатели работы техники без использования и с использованием элементов точного земледелия, оценивая эффективность применения навигации при выполнении механизированных полевых работ.

Научно-исследовательская работа профессорско-преподавательского состава кафедры направлена на разработку научно-практических рекомендаций пооперационного использования технических средств в системе точного земледелия, по элементам которого проводятся исследования и в диссертационных работах аспирантов.

Развитие кадрового потенциала становится гибким, способным оперативно реагировать на требования времени. В БГАТУ разрабатывают и внедряют электронные образовательные ресурсы и электронные средства обучения (учебные базы данных, электронные учебные пособия, электронные справочники, тестирующие системы, обучающие программы, электронные учебно-методические комплексы). Близость научно-практических центров по земледелию, механизации, животноводству и продовольствию, позволяет привлекать высококвалифицированных специалистов преподавать

в университете, а студентам практиковаться на производственной базе этих центров.

Знания, умения и навыки, полученные при изучении учебных дисциплин, студенты и магистранты закрепляют, расширяют и углубляют при прохождении всех видов практик, как в предприятиях республики, так и за рубежом, в научно-исследовательской работе и в будущей профессиональной деятельности.

Заключение

Обеспечение притока образованных специалистов в отрасль – главный вопрос и приоритет точного земледелия в Беларуси, в результате решения которого страна получит тот уровень продукции, который будет экономически обоснован.

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» – ведущее учреждение образования в отрасли, и делается многое, чтобы выпускники заявили себя высококвалифицированными специалистами, что подтверждается и девизом университета «БГАТУ – инновации, качество, перспектива!».

Список использованной литературы

1. Аграрная политика союзного государства: опыт, проблемы, перспективы (в рамках V Форума регионов Беларуси и России) : материалы Международной научно-практической конференции / редкол.: П. А. Саскевич (гл. ред.) [и др.]. – Горки : БГСХА, 2018. – 218 с.

2. Энергосберегающие технологии возделывания зерновых культур в Республике Беларусь : пособие / И.Н. Шило [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2008. – 160 с.

3. Бизюк, Т. Как идет процесс цифровизации в сельском хозяйстве вуза / Т. Бизюк // Сельская газета [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: [Как идет процесс цифровизации в сельском хозяйстве \(sb.by\)](#). – Дата доступа: 13.02.2021.

4. Суббот, В. Ректор Белорусского государственного аграрного технического университета Иван Шило рассказал о новых подходах в подготовке специалистов АПК и перспективах вуза / В. Суббот // Сельская газета [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: [Ректор БГАТУ Иван Шило рассказал о новых подходах в подготовке специалистов АПК и перспективах вуза \(sb.by\)](#). – Дата доступа: 13.02.2021.

**Секция 1 «СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ТЕХНИКА:
ИССЛЕДОВАНИЕ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ИСПЫТАНИЕ»**

УДК 631.312.021.4

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ
КОМПЕНСИРУЮЩЕГО МЕХАНИЗМА
ДЛЯ ВИБРИРУЮЩЕГО ПЛАСТИНЧАТОГО ОТВАЛА**

В.П. Чеботарев, д-р техн. наук, профессор,

Д.А. Яновский, ассистент,

А.А. Зенов, ст. преподаватель,

Д.Н. Бондаренко, ст. преподаватель

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

г. Минск, Республика Беларусь

jda.shm@bsatu.by

Аннотация: В статье представлен расчет параметров компенсирующего механизма для вибрирующего пластинчатого отвала корпуса плуга.

Abstract: The article presents the calculation of the parameters of the compensating mechanism for a vibrating blade of the plow body.

Ключевые слова: вспашка, пластинчатый отвал, вибрация, компенсирующий механизм.

Keywords: plowing, blade of the plow, vibration, compensating mechanism.

Введение

В макетном образце корпуса плуга с вибрирующим пластинчатым отвалом, для ограничения отгиба пластин используется компенсирующий механизм с пружинами сжатия [1]. На вибрационные характеристики отвала в данном случае влияет длина дуги l для установки компенсирующего механизма и усилие сжатия пружины $F_{пр}$.

Основная часть

Переменный угол наклона пластины отвала обеспечивается за счет пружинного элемента 4, установленного между основной 2 и дополнительной пластиной 3 (рис. 1).

Для обоснования параметров пружинного элемента, рассмотрим силовое взаимодействие пласта почвы с одной из пластин отвала. Так как движение плуга в установившемся режиме осуществ-

ляется с постоянной скоростью, рассмотрим равновесие пластины под действием активных сил.

$$N = \frac{G(X_C - l_0) \sin \alpha + Q \left(\frac{a}{2} - l_0 \tan \frac{\alpha}{2} \right)}{X_C - l_0}, \quad (1)$$

где X_C – центр тяжести пластины отвала, м;

l_0 – длина дуги груди отвала, м.

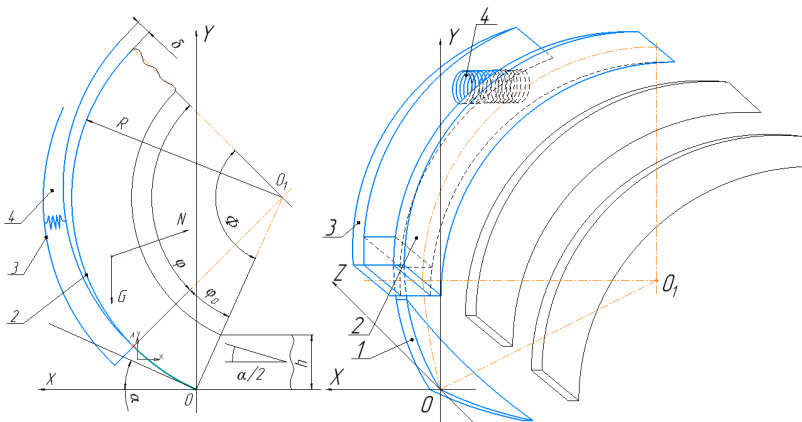


Рисунок 1 – Схема силового взаимодействия пласта почвы с пластиной отвала: 1 – грудь отвала, 2 – пластина отвала, 3 – дополнительная пластина, 4 – пружинный элемент, N – нормальная реакция поверхности пластины отвала, G – сила тяжести, h – высота пласта, Q – реакция подпора, R – радиус кривизны пластины отвала, Φ – угол охвата пласта пластиной и грудью отвала, ϕ – угол охвата пласта пластиной отвала, ϕ_0 – угол охвата пласта грудью отвала, δ – изменение угла наклона пластины отвала, α – угол установки отвала относительно стенки борозды, $\alpha/2$ – угол между реакцией подпора и горизонталью

Величину сжатия пружины можно определить из уравнения равновесия – суммы моментов относительно точки A (рисунок 1).

$$F_{np} l_1 - N'(X_C - l_0) = 0, \quad (2)$$

где $l_1 = \frac{\pi R \phi}{180}$ – длина дуги от начала пластины до пружинного элемента, м;

ϕ_1 – угол охвата пласта между началом пластины и пружинным элементом, град;

F_{np} – величина усилия сжатия пружины, Н.

Выразим из выражения (2) величину усилия сжатия пружины

$$F_{np} = \frac{N(X_c - l_0)}{l_1}. \quad (3)$$

Подставив значения нормальной реакции N получим

$$F_{np} = \frac{G(X_c - l_0) \sin \alpha + Q \left(\frac{a}{2} - l_0 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \right)}{l_1}. \quad (4)$$

Согласно [2] реакция подпора пласта

$$Q = 2 \varepsilon a b v^2 \sin \left(\frac{\alpha}{2} \right) \operatorname{tg} \left(\beta + \frac{\alpha}{2} \right), \quad (5)$$

где ε – коэффициент пропорциональности; a – глубина вспашки, м; b – ширина пластины, м; v – скорость движения корпуса плуга, м/с; β – угол трения почвы о металл, град.

Запишем окончательное уравнение для расчета усилия сжатия пружины:

$$F_{np} = \frac{G(X_c - l_0) \sin \alpha + 2 \varepsilon a b v^2 \sin \left(\frac{\alpha}{2} \right) \operatorname{tg} \left(\beta + \frac{\alpha}{2} \right) \left(\frac{a}{2} - l_0 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \right)}{l_1}. \quad (6)$$

Используя формулу (6) проанализируем влияние скорости движения при вспашке v и значение длины дуги установки пружинного элемента l_1 на усилие сжатия пружины F_{np} . Для расчета используем данные: $G = 0,017$ кН; $X_c = 0,31$ м; $l_0 = 0,084$ м; $\alpha = 50^\circ$; $\varepsilon = 0,1$; $a = 0,27$ м; $b = 0,039$ м; $\beta = 22^\circ$; $v = 0,5 \dots 2,5$ (шаг 0,5 м/с); $l_1 = 0,35 \dots 0,5$ м (шаг 0,05 м).

Обработка данных производилась с использованием программы Statistica. По полученным данным было получено следующее регрессионное уравнение:

$$F_{np} = 20,4 + 0,64v - 47,5l_1 + 0,21v^2 + 36,93l_1^2 - 1,42vl_1. \quad (7)$$

Заключение

Анализ полученного уравнения регрессии (7) показывает, что на усилие сжатия пружины во время работы наибольшее влияние оказывает длины дуги от начала пластины до пружинного элемента, поэтому при разработке параметров пружинных элементов пластин вибрирующего отвала, необходимо оперировать именно данным параметром. Исходя из обработки результатов вычислений, принимаем длину дуги для установки пружинного элемента пластины $l_1 = 0,35$ м при усилии сжатия пружины $F_{np} = 10$ Н.

Список использованной литературы

1. Чеботарев, В.П. Корпус плуга : пат. 23486 Республика Беларусь, МПК А 01 В 15/08 / В.П. Чеботарев, Д. А. Яновский ; заявитель и патентообладатель: Учреждение образования "Белорусский государственный аграрно-технический университет". – № а 20200036 ; заявл. 03.02.2020 ; опубл. 30.08.2021 // Афіцыйны бюлетэнь. – 2021. – N 4. – С. 34–36.

2. Нестерович Э.О. Разработка и обоснование параметров рабочих органов картофелеуборочной машины: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Рязань, 2018. – 20 с.

УДК 631.362.322

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СЕПАРАЦИИ ЗЕРНОВОЙ СМЕСИ НА ПЛОСКИХ РЕШЕТКАХ

В.П. Чеботарев, д-р техн. наук, профессор,

Д.Н. Бондаренко, ст. преподаватель,

А.А. Зенов ст. преподаватель,

Д.А. Яновский ассистент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

г. Минск, Республика Беларусь

bdn.shm@bsatu.by

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы разработки экспериментальной установки для исследования процесса сепарации зерновой смеси на решетном стане с плоскими решетками.

Abstract: The article discusses the development of an experimental plant for the study of the process of separation of grain mixture on a lattice mill with flat sieves.

Ключевые слова: решето, амплитуда, частота, экспериментальная установка.

Keywords: lattice, amplitude, frequency, experimental installation.

Введение

В процессе сепарирования зерновой смеси плоскими решетками средняя скорость движения зернового вороха по решетку оказывает влияние на качественные и количественные показатели процесса сепарации [1].

Основная часть

На решетках (ситах) зерновую смесь разделяют по двум геометрическим размерам – толщине и ширине семян. Процесс работы любого решета заключается в том, что поступившая на него смесь разделяется на проходovou и сходовую части.

Для определения основных режимов работы решет, для качественного разделения зерновой смеси на фракции и для проведения экспериментальных исследований разработали и изготовили экспериментальную установку (рисунок 1), которая состоит из пульта управления 1, преобразователя частоты 2, загрузочного бункера 3, рамы 4, подвеса 5, фиксатора рамок 6, рамки с решетками 7, электродвигателя привода 8, емкости для отбора фракций 9, заслонки 10. Экспериментальная установка комплектовалась решетками, размер ячеек (по толщине) которых составил – верхнего $b=2,5$ мм; нижнего $b=2,0$ мм. Размер решет экспериментальной лабораторной установки составил 697×278 мм. Угол наклона решетного стана изменялся в диапазоне $6^{\circ} - 8^{\circ} - 10^{\circ}$.

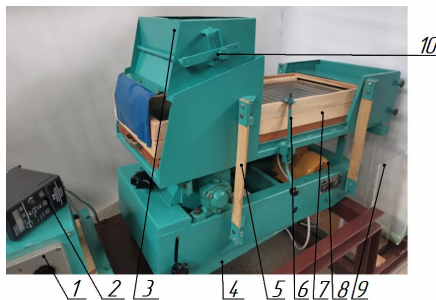


Рисунок 1 – Экспериментальная установка: 1 – пульт; 2 – преобразователь частоты; 3 – бункер; 4 – рама; 5 – подвес; 6 – фиксатор; 7 – рамки; 8 – электродвигатель; 9 – емкость для отбора фракций; 10 – заслонка

Физико-механические свойства зерновой смеси оказывают значительное влияние на характер протекания процесса просеивания через плоские решета. Поэтому перед началом проведения экспериментальных исследований определялись: исследуемая культура, влажность зерновой смеси, температура, процентное содержание фракций и примесей [2].

Определение влажности и температуры зерновой смеси производилось перед проведением эксперимента с помощью влагомера

зерна ФАУНА-М. Отбор фракций для проведения исследований проводился на лабораторной установке SORTIMAT с размерами ячеек в решетках верхнее – 2,8 мм, среднее 2,5 мм, нижнее – 2,0 мм. Масса навески составляла 70 грамм, угол наклона решетной поверхности 0^0 , время сепарации – 60 с.

Определение частоты и амплитуды колебаний производилось при помощи виброанализатора с подключенным к нему датчиком считывания частоты и амплитуды колебаний на режимах 40, 45 и 50 Гц (таблица).

Таблиц. Результаты измерений частоты и амплитуды колебаний при работе экспериментальной установки на различных режимах

№ п/п	Количество повторностей (измерений)	Частота колебаний, Гц	Скорость об/мин	Амплитуда СКЗ, мм/с	Дисперсия, %
1	20	50	479	0,022	112,0
2	20	45	399	0,019	108,3
1	20	40	373	0,014	102,4

Установка работает следующим образом: устанавливался определенный режим работы (частота колебаний и угол наклона), далее подготовленный зерновой ворох из загрузочного бункера подавался на решетный стан, где происходило разделение вороха на фракции. Время работы установки 60 с. В процессе экспериментальных исследований определялась масса зерен, застрявших в ячейках 1-го ($b=2,5$ мм) и 2-го решета ($b=2,0$ мм), а также сход фракции с решет при различных режимах работы установки

Заключение

Таким образом, изготовленная экспериментальная установка с возможностью изменения частоты колебаний и угла наклона решетного стана позволила выполнить экспериментальные исследования по разделению зерновой смеси на фракции, а также определить оптимальные режимы работы данного устройства.

Список использованной литературы

1. К вопросу пропускной способности решет / В.П. Чеботарев [и др.] // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 24–25 ноября 2022 г. – Минск : БГАТУ, 2022. – С. 49–51.

2. Обоснование оптимального расположения отверстий на поверхности решета для разделения зерновых культур /

А.С. Побелустикова [и др.] ; науч. рук. В.Н. Еднач, Д.Н. Бондаренко // Перспективная техника и технологии в АПК: материалы Международной научной конференции студентов, магистрантов и аспирантов, Минск, 25–26 марта 2021 г. – С. 240–242.

УДК 68.85.29

АГРЕГАТ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В СИСТЕМЕ ПОЧВОЗАЩИТНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Н.Д. Лепешкин, канд. техн. наук, доцент,

В.В. Мижурин, науч. сотрудник

РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

mehposev@mail.ru

Аннотация: В статье дано техническое описание и принцип работы агрегата для предпосевной обработки почвы в системе почвозащитного земледелия.

Abstract: The article provides a technical description and operating principle of the unit for pre-sowing tillage in the conservation agriculture system.

Ключевые слова: агрегат, безплужная обработка, турбодиск.

Keywords: unit, plowless processing, turbo disc.

Введение

Достоинством безплужных почвозащитных обработок почвы является то, что при их использовании предотвращаются эрозия и дефляция почвы, снижаются её уплотнение и потери влаги, уменьшаются затраты энергии и средств на выполнение работ на единицу произведенной продукции, возрастают устойчивость растениеводства и урожайность при проявлении экстремальных погодных факторов (малоснежная зима, засуха и др.), сокращается потребность в технике и повышается производительность труда. В настоящее время в республике разработан и освоен в производстве ряд машин, позволяющих производить различные безплужные приёмы обработки почвы. Однако, машины для предпосевной обработки почвы, способные за один проход по полю создать уплотненное (семенное) ложе с образованием на поверхности почвы мульчирующего слоя отсутствуют.

Основная часть

Для предпосевной обработки почвы в системе почвозащитного земледелия РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» предлагается агрегат способный производить как приёмы поверхностной обработки почвы, так и предпосевную подготовку почвы, создавая при этом уплотненное (семенное) ложе на требуемой глубине заделки семян [1]. Агрегат содержит раму 1 (рисунок 1) с закрепленными на ней транспортными колесами 2 с гидроцилиндрами 3 подъема рамы 1, шарнирно соединенное с рамой 1 прицепное устройство 4 с гидроцилиндром 5 наклона рамы 1, расположенные рядами турбодиски 6 и прикапывающие рабочие органы 7.

Работа агрегата осуществляется следующим образом. Перед началом работы агрегат присоединяется с помощью прицепного устройства 4 к навеске трактора (не показан), гидросистема агрегата (не показана) подключается к гидросистеме трактора (не показана) для управления гидроцилиндрами 3 подъема рамы 1 и гидроцилиндром 5 наклона рамы 1. Далее, рама 1 посредством гидроцилиндров 3 и 5 опускается в рабочее положение. В рабочем положении агрегат опирается на почву опорными колесами 10 и прикапывающими рабочими органами 7, транспортные колеса 2 подняты над почвой. После этого, с помощью винтовых механизмов 12 и 14, устанавливается необходимая глубина обработки почвы турбодисками 6.

При движении агрегата по полю опорные колеса 10 удерживают переднюю часть рамы 1 в рабочем положении, рыхлители 11 опорных колес 10 рыхлят следы от колес трактора (не показаны), при этом вертикальные колебания от трактора не передаются на раму 1 за счет того, что гидроцилиндр 5 наклона рамы 1 присоединен к прицепному устройству 4 через паз 13 и имеет в нем свободный ход. Далее, расположенные в два ряда турбодиски 6, заглубленные в почву, вращаются и полностью копируют микрорельеф почвы по глубине обработки, разрезают растительные остатки, крошат обработанный слой почвы и интенсивно перемешивают его с измельченными растительными остатками. Транспортные колеса 2 не образуют уплотненные полосы, т.к. они подняты над почвой. Окончательную обработку почвы производят установленные за турбодисками 6 прикапывающие рабочие органы 7, они производят дополнительное крошение почвы и формирование уплотненного (семенного) ложа и верхнего мульчирующего слоя.

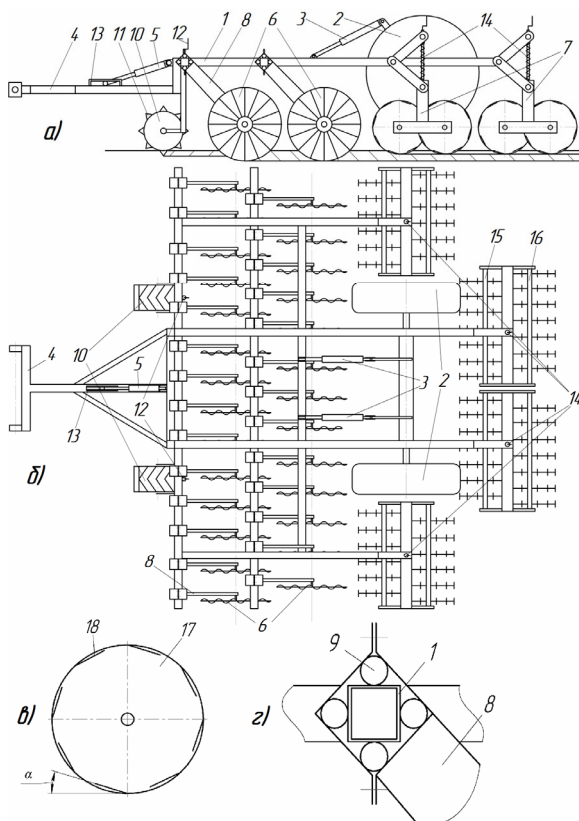


Рисунок 1 – Схема агрегата для предпосевной обработки почвы в системе почвозащитного земледелия: а – агрегат, вид сбоку; б – агрегат, вид сверху; в – прикатывающий рабочий орган; г – защита стоек турбодисков на упругих элементах, 1 – рама; 2 – транспортные колеса; 3, 5 – гидроцилиндр; 4 – прицепное устройство; 6 – турбодиск; 7 – прикатывающие рабочие органы; 8 – стойка; 9 – упругий элемент; 10 – опорные колеса; 11 – рыхлитель; 12 – винтовой механизм; 13 – паз

Закрепление на раме 1 агрегата посредством упругих элементов 9 стоек 8 исключает возможность поломки агрегата при встрече с препятствием, а соединение прицепного устройства 4 с рамой 1 через паз 13, исключает передачу вертикальных колебаний от трактора на агрегат, что обеспечивает устойчивый ход турбодисков 6 по глубине обработки, а, следовательно, обеспечивается качественная обработка почвы.

Заключение

Применение предложенного агрегата позволит более качественно производить как приемы поверхностной обработки почвы, так и предпосевную подготовку почвы, создавая при этом уплотненное (семенное) ложе на требуемой глубине заделки семян, что расширяет функциональные возможности использования агрегата.

Список использованной литературы

1. Дисковый почвообрабатывающий агрегат: пат. 13184 Республика Беларусь, МПК А01В 21/08 / Н.Д. Лепешкин, В.В. Мижурин, П.П. Бегун, С.Ф. Лойко: заявитель РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» – № u 20220208; заявл. 02.09.2022; опубл. 30.06.2023.

УДК 68.85.29

ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИЙ АГРЕГАТ С ИЗМЕНЯЕМОЙ ШИРИНОЙ ЗАХВАТА

Н.Д. Лепешкин, канд. техн. наук, доцент,

В.В. Мижурин, науч. сотрудник

РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

mehpovse@mail.ru

Аннотация: В статье дано техническое описание и принцип работы почвообрабатывающего агрегата с изменяемой шириной захвата.

Abstract: The article provides a technical description and operating principle of a tillage unit with variable working width.

Ключевые слова: почвообрабатывающий агрегат, ширина захвата, глубина обработки, тяговое сопротивление.

Keywords: tillage unit, working width, tillage depth, traction resistance.

Введение

Одним из недостатков многофункциональных модульных почвообрабатывающих агрегатов является то, что устанавливаемые на модулях почвообрабатывающие органы хотя и производят обработку почвы на различную глубину, однако при неизменной ширине захвата агрегата не обеспечивает оптимальную загрузку трактора одной мощности, т.к. с изменением глубины обработки тяговое сопротивление агрегата изменяется. Следовательно, при установке модулей с почвообрабатывающими органами, обеспечивающими

различную глубину обработки, потребуются и трактора различной мощности, что увеличивает парк и марочность тракторов в хозяйстве и снижает их загрузку.

Основная часть

Для загрузки трактора одной мощности при обработке почвы на различную глубину РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» предлагается почвообрабатывающий агрегат с изменяемой шириной захвата [1]. Агрегат состоит из рамы 1 (рисунок 1 а), соединенной с ней с возможностью поворота сннца 2, транспортной тележки 3, одной левой и одной правой боковых секций 4 с почвообрабатывающими органами 5, установленных в задней и/или передней части боковых секций 4 или рамы 1 агрегата, механизмов регулирования глубины обработки почвы и/или прикатывания почвы в виде катков 6, и/или иных неприводных рабочих органов (не показаны), и/или опорных колес 7.

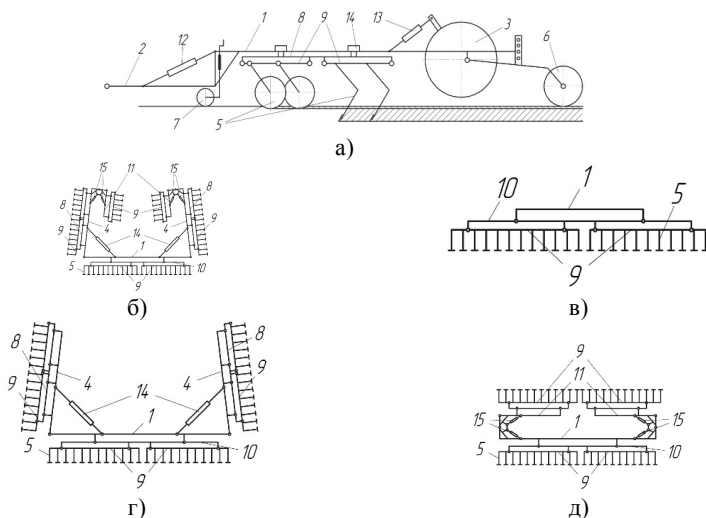


Рисунок 1 – Схема почвообрабатывающего агрегата с изменяемой шириной захвата: а – агрегат, вид сбоку; б – агрегат с присоединенными боковыми и периферийными боковыми секциями, вид сзади; в – агрегат с отсоединенными боковыми секциями, вид сзади; г – агрегат с присоединенными боковыми секциями, вид сзади; д – агрегат с периферийными секциями, вид сзади; 1 – рама; 2 – сннца; 3 – транспортная тележка; 4 – боковая секция; 5 – почвообрабатывающие органы; 6 – каток; 7 – опорные колеса; 8 – заменяемый модуль; 9 – сменный подмодуль; 10 – средняя секция; 11 – периферийная секция; 12, 13, 14, 15 – гидроцилиндр

Работает почвообрабатывающий агрегат следующим образом. Перед началом работы в зависимости от почвенного фона и вида выполняемой работы с учетом глубины обработки на заменяемые модули 8 устанавливают подмодули 9 с соответствующими почвообрабатывающими органами 5. При этом для обработки на глубину до 8 см подмодули 9 устанавливают на среднюю 10, боковые 4 и периферийные 11 секции (рисунок 1 б), для обработки на глубину 8-16 см – на среднюю 10 и боковые 4 секции (рисунок 1 г), на глубину 16-24 – на среднюю 10 и периферийную 11 секции (рисунок 1 д), а для обработки на глубину более 24 см – на среднюю секцию 10 (рисунок 1 в). Далее агрегат присоединяют к трактору (не показано) с помощью сниги 2 и подключают гидросистему агрегата (не показана) к гидросистеме трактора (не показана). Перевод агрегата с рабочего положения в транспортное осуществляется следующим образом. Сначала транспортная тележка 3 с помощью гидроцилиндра 13 опускается в нижнее положение, затем в зависимости от комплектации агрегата с помощью гидроцилиндров 14 и 15 производится последовательное складывание периферийных 11 и боковых 4 секций или с помощью гидроцилиндров 14 только боковых секций 4 (рисунок 1 г) или с помощью гидроцилиндров 15 только периферийных секций 11 (рисунок 1 д). Перевод агрегата из транспортного положения в рабочее осуществляется в обратной последовательности.

Выравнивание рамы 1 агрегата и регулировка глубины обработки почвообрабатывающих органов 5 осуществляется путем поворота сниги 2 и подъема или опускания передней части агрегата с помощью опорных колес 7 и задней части – с помощью прикатывающих катков 6.

При движении агрегата по полю почвообрабатывающие органы 5 заглубляются в почву и активно её рыхлят на установленную глубину. После рыхления почва прикатывается и выравнивается прикатывающими катками 6. При этом поверхностная обработка на глубину до 8 см преимущественно осуществляется почвообрабатывающими органами 5 в виде стрельчатых лап и/или дисков, мелкая обработка на глубину 8...16 см – в виде дисков, рыхлящих лап или стрельчатых лап, обычная обработка на глубину 16...24 см – в виде дисков, рыхлящих или стрельчатых лап и глубокая обработка на глубину более 24 см – в виде дисков и глубокорыхлителей, в виде рыхлящих лап и глубокорыхлителей, в виде стрельчатых лап и глубокорыхлителей.

Заключение

Предложен почвообрабатывающий агрегат с изменяемой шириной захвата, на котором могут устанавливаться почвообрабатывающие органы, обеспечивающие различную глубину обработки, при этом будет обеспечиваться постоянство тягового сопротивления данного агрегата независимо от глубины обработки, что позволит эффективно использовать на этих обработках почвы трактор одной мощности, а, следовательно, увеличить его загрузку и снизить потребность в тракторах другой мощности.

Список использованной литературы

1. Универсальный почвообрабатывающий агрегат: пат. 13252 Республика Беларусь, МПК A01B 49/02, A01B 59/04 / Н.Д. Лепешкин, В.В. Мижурин, Д.И. Комлач: заявитель РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» – № u 20220217; заявл. 19.09.2022; опубл. 30.08.2023.

УДК 631.316.023

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯГОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ НАВЕСНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Н.Д. Лепешкин, канд. техн. наук, доцент,

В.В. Мижурин, науч. сотрудник

РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

mehposev@mail.ru

Аннотация: В статье дано техническое описание и принцип работы устройства для определения тягового сопротивления навесных сельскохозяйственных машин и орудий.

Abstract: The article provides a technical description and operating principle of the device for determining the traction resistance of mounted agricultural machines and implements.

Ключевые слова: устройство, навесная машина, тяговое сопротивление, датчик усилий.

Keywords: device, mounted machine, traction resistance, force sensor.

Введение

Одним из показателей, который определяется при проведении энергетической оценки сельскохозяйственных, в том числе и навесных машин, во время лабораторно-полевых исследований является их тяговое сопротивление. Анализ известных устройств для определения тягового сопротивления навесных машин показал, что все они обладают рядом недостатков, основными из которых являются низкая надежность и точность измерений тягового сопротивления.

Основная часть

Для определения тягового сопротивления навесных сельскохозяйственных машин РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» предлагается устройство [1] состоящее из трактора с гидронавесной системой 1 (рисунок 1), навесного орудия 2, промежуточной плиты 3.

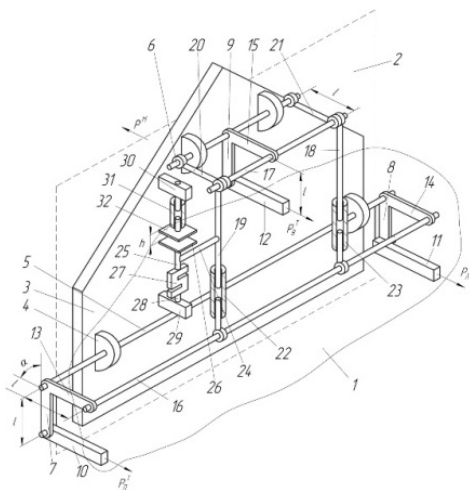


Рисунок 1 – Схема устройства для определения тягового сопротивления сельскохозяйственных машин: 1 – гидронавесная система; 2 – навесное орудие; 3 – промежуточная плита; 4 – подшипниковый узел; 5 – основной вал; 6 – вспомогательный вал; 7, 8, 9 – основные рычаги; 10, 11, 12 – тяга; 13, 14, 15 – вспомогательный рычаг; 16, 17 – дополнительный вал; 18, 19 – вертикальные шарнирные тяги; 20, 21 – горизонтальные тяги; 22, 23 – втулка; 24, 29, 30 – кронштейн; 25, 28 – зацеп; 26, 32 – упор; 27 – датчик усилий; 31 – регулировочный винт

При этом на промежуточной плите 3 горизонтально закреплены основной 5 и вспомогательный 6 вал, с возможностью их поворота относительно своих осей, на которых вертикально установлены

основные рычаги 7, 8, 9, к концам которых шарнирно присоединены тяги 10, 11, 12 трактора с гидронавесной системой 1. Основной 5 и вспомогательный 6 вал закреплены на промежуточной плите с помощью подшипниковых узлов 4.

Основные рычаги 7, 8, 9 жестко соединены с вспомогательными рычагами 13, 14, 15 под прямым углом α и имеют между собой одинаковую длину l . Основные 7, 8, 9 и вспомогательные 13, 14, 15 рычаги закреплены на основном 5 и вспомогательном 6 валах шарнирно, и расположены параллельно друг другу. Причем концы вспомогательных рычагов 13 и 14 соединены между собой с помощью дополнительного вала 16 на котором закреплены вертикальные шарнирные тяги 19, 18. При этом вертикальные шарнирные тяги 19, 18 связаны с вспомогательным рычагом 15 через дополнительный вал 17, который с помощью горизонтальных тяг 20, 21 связан с вспомогательным валом 6. Вертикальные шарнирные тяги 18, 19 выполнены из двух частей, соединенных между собой регулировочными втулками 22, 23. К вертикальной шарнирной тяге 19 жестко прикреплен кронштейн 24 с зацепом 25, к которому в верхней части прикреплен упор 26, а в нижней части прикреплен датчик усилий 27. В нижней части датчика усилий 27 зацеп 28 прикреплен к кронштейну 29, который жестко установлен на промежуточной плите 3.

Устройство работает следующим образом. Устройство навешивается на трактор с гидронавесной системой 1 с помощью тяг 10, 11, 12. При этом с помощью регулировочной втулки 22 шарнирной вертикальной тяги 19 и регулировочной втулки 23 шарнирной вертикальной тяги 18 устанавливают параллельно друг друга основные 7, 8, 9 и вспомогательные 13, 14, 15 рычаги. После этого трактор с гидронавесной системой 1 и с устройством посредством промежуточной плиты 3 соединяют с навесным орудием 2. Регулировочным винтом 31 устанавливают зазор h между упорами 32 и 26 равный допустимой деформации датчика усилий 27. После этого приступают к определению тягового сопротивления навесного орудия 2. При движении трактора с гидронавесной системой 1 и выполнении технологического процесса навесным орудием 2 со стороны тяг 10, 11, 12 на основные рычаги 7, 8, 9 действуют усилия $P_{\Pi}^T, P_{\text{Л}}^T, P_{\text{В}}^T$, т.е. усилия которые затем кинематически суммируются и приводятся к шарнирным вертикальным тягам 18, 19. При этом за счет шарнирного параллелограмма, который образован вспомога-

тельными рычагами 13, 14, 15 имеющими одинаковую длину l и расположенными параллельно друг другу, а также дополнительными валами 16, 17 и шарнирными вертикальными тягами 18, 19, на шарнирные вертикальные тяги 18, 19 передается только горизонтальное тяговое сопротивление R^M от навесного орудия 2. Если это сопротивление превышает допустимую нагрузку на датчик усилий 27, то упор 26 упирается в упор 32 регулировочного винта 31 и дальнейшая деформация датчика усилий 27 будет предотвращена.

Заключение

Предложенное устройство обеспечит защиту датчика усилий от воздействия на него временно возникающего тягового сопротивления машины, которое превышает допустимую на данный датчик нагрузку, что даст возможность использовать датчик с меньшей допустимой нагрузкой. Таким образом, предложенное устройство позволяет повысить надежность датчика усилий и точность определения горизонтальной составляющей тягового сопротивления навесных сельскохозяйственных машин.

Список использованной литературы

1. Устройство для определения тягового сопротивления навесных сельскохозяйственных машин и орудий: пат. 13200 Республика Беларусь, МПК G01L 5/13, A01B 59/06 / Н.Д. Лепешкин, В.В. Мижурин: заявитель РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» – № u20220207; заявл. 02.09.2022; опубл. 03.04.2023 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр. інтэлектуал. уласнасці. – 2023 – № 3 (152). С. 98–99.

УДК 631.17

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМЫ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

А.А. Зенов, ст. преподаватель,

Д.Н. Бондаренко, ст. преподаватель,

Д.А. Яновский, ассистент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
zenov.by@gmail.com*

Аннотация: Освещены основные элементы системы точного земледелия, такие как глобальные системы позиционирования, гео-

графические информационные системы, оценка урожайности, дифференцированное внесение материалов, дистанционное зондирование земли.

Abstract: The main elements of a precision farming system are covered, such as global positioning systems, geographic information systems, yield assessment, differentiated application of materials, and remote sensing of the earth.

Ключевые слова: картографирование, урожайность, затраты, точное земледелие.

Keywords: mapping, yield, costs, precision agriculture.

Введение

Современные сельскохозяйственные предприятия в большинстве своем ориентированы на обеспечение продовольственной безопасности за счет роста производительности. При этом зачастую не учитывается рациональное использование ресурсов, что может привести к удорожанию конечной продукции. Одним из решений данной проблемы является применение точного земледелия. Целью которого является повышения урожая и финансового дохода при минимизации воздействия на окружающую среду и расхода ресурсов [1].

Основная часть

Максимальной эффективности в сельском хозяйстве можно добиться только владея актуальной и точной информацией о площади, рельефе, специфике грунта полей. Для сбора, оценки и анализа этой информации в рамках точного земледелия используют различные технологии: системы глобального позиционирования (GPS, ГЛОНАСС), специальные датчики, аэрофотоснимки беспилотными летательными аппаратами и снимки со спутников, а также специальные программы, разработанные для агроменеджмента. Полученные данные применяют для планирования посева, расчета норм внесения удобрений и средств защиты растений, более точного предсказания урожайности и финансового планирования [2, 3].

Точное земледелие – это комплексная высокотехнологичная система сельскохозяйственного менеджмента, включающая в себя технологии глобального позиционирования (GPS), географические информационные системы (GIS), технологии оценки урожайности

(Yield Monitor Technologies), переменного нормирования (Variable Rate Technology), дистанционного зондирования земли (ДЗЗ).

Глобальная навигационная спутниковая система предназначена для определения пространственных координат, составляющих векторы скорости движения, поправки показаний часов и скорости изменения показаний часов потребителя. Что позволяет оптимизировать маршруты сельскохозяйственной техники, исключить пропуски или повторные проходы при работе на полях, оптимизировать расходы посевных материалов и удобрений, контролировать работу техники, работать в сложных условиях (при недостаточной видимости) и многое другое.

Геоинформационные системы применяются для составления тематических карт хозяйства, таких как карты использования земель, уклонов территории и экспозиций склонов, климатических и гидрологических условий, типов и характеристик почв, агрохимических данных, текущего состояния растений, урожайности и др. На основе анализа данных, представленных на перечисленных картах, осуществляется оценка агроклиматических условий данного хозяйства, необходимости внесения удобрений и возможности выращивания конкретной сельскохозяйственной культуры.

В зависимости от временного соотношения между сбором информации и применением соответствующих агротехнических мероприятий различают:

- двухэтапные подходы (off-line) или подходы на основе картирования;

- одноэтапные подходы (on-line) или подходы с принятием решений в реальном масштабе времени («real-time») или сенсорные подходы;

- различные комбинации одно- и двухэтапных подходов или сенсорный подход с поддержкой картированием (map overlay).

Применение точного земледелия требует учета дополнительных затрат, среди которых можно выделить категории:

- затраты на сбор данных (карты, глобальные системы позиционирования (ГСП), сенсоры);

- затраты на менеджмент данных (техника и программное обеспечение);

Учитывая необходимость дополнительных затрат при применении элементов точного земледелия при производстве сельскохозяй-

зяйственной продукции необходимо помнить про экономический эффект за счет экономии ресурсов и прибавкой урожайности по сравнению с традиционными технологиями.

Заключение

Применение систем точного земледелия, которое стало возможным благодаря появлению новых прогрессивных технологий и инновационного оборудования, что позволяет наблюдать и измерять, оперативно реагировать на изменение характеристик полей, состояния культур. Автоматизация агротехнических процессов делает их более точными, снижает влияние человеческого фактора на итоговый результат.

Список использованной литературы

1. Труфляк Е.В. Основные элементы системы точного земледелия / Е.В. Труфляк. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 39 с.

2. Андриянова, Е.А. Роботы в сельском хозяйстве / Е.А. Андриянова, В.В. Инашба ; науч. рук. А.А. Зенов // Перспективная техника и технологии в АПК: материалы Международной научной конференции студентов, магистрантов и аспирантов, Минск, 25–26 марта 2021 г. – С. 262–264.

3. Ковалевич, И.П. Беспилотники в сельском хозяйстве / И.П. Ковалевич, П.Д. Колонтай ; науч. рук. Д.Н. Бондаренко, Н.Ю. Мельникова // Перспективная техника и технологии в АПК : материалы Международной научной конференции студентов, магистрантов и аспирантов, Минск, 10–20 апреля 2022 г. – С. 184–187.

УДК 631.4(476)

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПОЧВОЗАЩИТНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

А.А. Зенов, ст. преподаватель,

Д.Н. Бондаренко, ст. преподаватель,

Д.А. Яновский, ассистент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

г. Минск, Республика Беларусь

zenov.by@gmail.com

Аннотация: В статье рассматриваются проблемы связанные с обработкой почвы и посева в Республике Беларусь, а также пути их

решения путем перехода от интенсивной обработке к почвозащитному земледелию. Определены основные направления развития почвозащитного земледелия.

Abstract: The article discusses the problems associated with tillage and crops in the Republic of Belarus, as well as ways to solve them by moving from intensive tillage to conservation agriculture. The main directions for the development of soil conservation agriculture have been identified.

Ключевые слова: почвозащитное земледелие, минимальная обработка почвы, эрозия почвы, урожайность.

Keywords: conservation agriculture, minimum tillage, soil erosion, productivity.

Введение

Обработка почвы и посев – важнейшие агротехнические приемы земледелия. Именно они создают почвенные условия, в которых произрастают и в дальнейшем развиваются растения. Агрономической наукой установлено, что в идеале для роста растений почва посевного слоя должна содержать примерно 45 % минеральных веществ, 5 % органических веществ и 50 % пористого пространства, заполненного равным количеством (по 25 %) воды и воздуха. Нарушение этого состояния ведет к недобору урожая. Например, снижение воздушной составляющей в результате переуплотнения почвы катками, ходовыми колесами тракторов и другой техники, наличие плужной подошвы и т.д. приводит к недобору урожая до 10–20 %. С другой стороны, излишнее разрыхление почвы, особенно легкой по механическому составу, ускоряет процессы испарения влаги, снижает капиллярный подъем ее к корневой системе растений, в результате чего создается дефицит влаги, ведущий к снижению урожая до 10–12 % [1].

Основная часть

Приемы обработки почвы и посева являются и наиболее ответственными в системе земледелия. Именно от них зависит рост, сохранность или падение плодородия почвы. Несоответствие человеческого и природного земледелия приводит к деградации плодородия почвы.

Эффективность капиталовложений в сельскохозяйственное производство из года в год снижается, одна из причин этого – система

обработки почвы не соответствует требуемой. Преобладает еще интенсивная система обработки почвы, на которую расходуется 30–40 % энергетических и 25 % трудовых затрат от всего объема расходов в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур [2]. Поэтому дальнейший рост производства и снижение себестоимости растениеводческой продукции невозможны без глубокой модернизации существующих технологий обработки почвы и посева. В основу этой модернизации должны быть положены основные мировые тенденции развития технологий и техники, наблюдаемые в последние годы. Главными из них являются:

- минимизация обработки почвы, сущность которой сводится к уменьшению механического воздействия на почву путем совмещения операций, уменьшения глубины обработки до оптимальных пределов;

- создание универсальных многофункциональных широкозахватных почвообрабатывающих и почвообрабатывающе-посевных агрегатов, сокращающих в 2–3 раза парк техники в хозяйствах, а также энергетические и экономические затраты.

Почвы Республики Беларусь в большинстве своем не относятся к высокоплодородным. В республике 68,6 %, а в Брестской области 84,8 %, в Гомельской 77,7 % площади пашни расположено на легких супесчаных и песчаных почвах, большая часть которых подстилается песками. Почвы данной группы подвержены ветровой эрозии, имеют постоянный дефицит влаги (600–700 м³/га), что ведет к недобору 7–8 ц/га зерна или 50–60 ц/га картофеля.

Вторая большая (29,8 %) площадь пахотных земель, особенно в Центральной и Северной зонах республики, расположена на склонах. Здесь широко распространена водная эрозия. Традиционная отвальная система обработки почвы и посева на склоновых землях усиливает эрозионные процессы, снижает плодородие почвы и урожайность возделываемых культур [3].

Следовательно, в связи с неблагоприятным водным режимом этих почв вся система обработки их под посев различных сельскохозяйственных культур в севообороте должна быть связана с созданием устойчивых запасов влаги, сохранением и улучшением ее структуры, снижением эрозионных процессов.

Нерешенной проблемой в Республике Беларусь до сих пор остается качественное послеуборочное измельчение и заделка в почву растительных остатков высокостебельных культур: кукуруза на зерно и корм, подсолнечник, рапс, зеленые удобрения.

Заключение

Таким образом, имеющееся структура посевных площадей под сельскохозяйственные культуры в Республике Беларусь требует перехода от традиционной интенсивной технологии возделывания к почвозащитной, что позволит замедлить процессы деградации почв, повысить урожайность и снизить затраты на возделывания.

Список использованной литературы

1. Зенов, А.А. Вертикальное рыхление почвы – один из факторов повышения урожайности возделываемых культур / А.А. Зенов // Инновационные технологии в производстве сельскохозяйственной продукции: сборник науч. статей Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 2–3 июня 2015 г. – Минск: БГАТУ, 2015. – С. 239–243.

2. Новые технические решения для почвозащитного земледелия Республики Беларусь / В. В. Мижурин [и др.] // Сельскохозяйственная научно-техническая и рыночная информация. – 2014. – №4. – С. 35–37.

3. К вопросу переуплотнения почвы и путях его снижения / А.А. Точицкий [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства : межведомственный тематический сборник. – Минск : НППЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2014. – В 2 т. Т. 1. – С. 39–49.

УДК 631.3.022

ПЕРСПЕКТИВНЫЙ РАБОЧИЙ ОРГАН ДЛЯ ГЛУБОКОГО РЫХЛЕНИЯ ПОЧВЫ

С.Р. Белый, ст. преподаватель,

Г.А. Радишевский, канд. техн. наук, доцент,

В.В. Козловский, студент,

Е.Ю. Позняк, студент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

г. Минск, Республика Беларусь

bsr.shm@bsatu.by, rga.shm@bsatu.by

Аннотация: В статье представлен анализ конструкций глубоко-рыхлителей и перспективная конструкция рабочего органа для глубокого рыхления почвы.

Abstract: The article presents an analysis of the designs of deep diggers and a promising design of the working body for deep loosening of the soil.

Ключевые слова: почва, плужная подошва, глубокое рыхление, рабочий орган для глубокого рыхления почвы.

Keywords: soil, plow sole, deep loosening, working body for deep loosening of the soil.

Введение

Любое орудие, работающее со смещением почвы, на тяжелых почвах оставляет уплотнение почвы, которое называется плужной подошвой.

С этой проблемой можно бороться с помощью глубокорыхлителей. При этом глубокое рыхление почвы – важный резерв повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

Основная часть

Эффективным орудием, позволяющим бороться с плужной подошвой является глубокорыхлитель ГР-70 «Берестье» (рисунок 1), основной недостаток которого – высокое тяговое сопротивление, для преодоления которого требуется минимум 50 л.с. мощности на одну лапу, что делает необходимым агрегатирование орудия с трактором мощностью минимум 250 л.с. [1].

Для снижения тягового сопротивления некоторые производители оборудуют глубокорыхлители долотообразными лапами с уменьшенным углом входа в почву (например, PINOCCHIO 300/7 (рисунок 2а)), который по заверениям производителя – «высокоэффективный образец современного конструктивного подхода к почвообрабатывающему оборудованию» [2].



Рисунок 1 – Глубокорыхлитель ГР-70 в агрегате с трактором Беларус-3022

В США производятся глубокорыхлители, особенностью конструкции которых являются дисковые ножи, установленные перед стойками с рыхлительными лапами (Wil-Rich 357 (рисунок 2б);

Great Plains SS 1300 (рисунок 2в); John Deere 913/915(рисунок 2г)) [3], [4], [5]. При этом диски снижают тяговое сопротивление агрегата, разрезая верхний слой почвы.



Рисунок 2 – Глубококорыхлители, производимые за рубежом: а) Pinocchio 300/7; б) Wil-Rich 357; в) Great Plains SS 1300; г) John Deere 913/915

Для снижения тягового сопротивления, рабочие органы глубокорыхлителя ГР-70 предлагается оборудовать дисковыми ножами, изменив при этом конфигурацию стойки и грядиля, что позволит установить диски максимально возможного диаметра без изменения конструкции рамы и навесного устройства.

Защита рабочих органов от поломок осуществляется с помощью рессорного предохранителя. При этом срезной болт, который имелся в конструкции секции глубокорыхлителя ГР-70 удален. Такое конструктивное решение обусловлено тем, что при наезде на препятствие, сначала с препятствием будет взаимодействовать диск, что позволит отклонить стойку в результате перекатывания диска.

Заключение

Основной недостаток глубокорыхлителей – высокая энергоемкость операции. Для снижения тягового сопротивления перед стойками с лапами необходимо устанавливать дисковые ножи, что снижает тяговое сопротивление орудий и позволяет применять трактора меньшей мощности, чем при агрегатировании с орудиями без дисковых ножей.

Список использованной литературы

1. Глубококорыхлитель ГР – 70 «Берестье». Техническое описание и инструкция по эксплуатации. ОАО «Брестсельмаш» – г. Брест 2015г. – 18 с.

2. Сайт ООО «Техника и технологии» (электронный ресурс). Режим доступа: https://t-i-t.com.ua/glubokoryihlitol-pinocchio-300_7-s-mehanichestkim-katkom/ Дата доступа 09.04.2023г.

3. Сайт компании «Агроэксперт» (электронный ресурс). Режим доступа: <https://agroexpert.su/p66182458-linejnyj-glubokoryihlitol-serii.html> Дата доступа 09.04.2023г.

4. Торговый агро-портал России (электронный ресурс). Режим доступа: <https://agroru.net/board/m-220987/glubokorykhliteli-ss-1300-proizvodstva-great-plains-ssha/> Дата доступа 09.04.2023г.

5. Сайт компании «Агропроф» (электронный ресурс). Режим доступа: <https://agroprof.com/perm/catalog/agriculture/tillage/rippers> Дата доступа 09.04.2023г.

УДК 631.312.5

ГЛУБОКОЕ РЫХЛЕНИЕ – АЛЬТЕРНАТИВА ОТВАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Г.А. Радишевский, канд. тех. наук, доцент,

Н.П. Гурнович, канд. тех. наук, доцент,

С.Р. Белый, ст. преподаватель,

В.В. Козловский, студент,

Е.Ю. Позняк, студент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

г. Минск, Республика Беларусь

rga.shm@bsatu.by

Аннотация: В статье представлен анализ эффективности применения безотвальной обработки почв по сравнению с классической.

Abstract: The article presents an analysis of the effectiveness of the use of soil tillage in comparison with the classical.

Ключевые слова: почвы, плуг, безотвальная обработка.

Keywords: soil, plow, non-tillage.

Введение

Основной задачей сельскохозяйственного производства является повышения урожайности сельскохозяйственных культур и это связано с созданием благоприятных условий для роста растений путем воздействия рабочих органов на почву.

Основная часть

В настоящее время для обработки почвы используются различные способы обработки и в основном отвальная обработка с помощью плугов. Однако применение отвальной обработки наряду с многочисленными преимуществами имеет свои недостатки. К ним следует отнести высокую энергоемкость процесса вспашки с оборотом почвенного пласта и с образованием, так называемой плужной подошвы, которая ухудшает водный и воздушный режимы почвы, а также созданием неблагоприятных условий для развития корневой системы растений. Поэтому оборачивание почвы не всегда является полезным. В весенне-летний период при перемещении более влажного слоя на поверхность почва быстро высыхает, что оказывает отрицательное влияние на развитие растений и кроме того нарушается естественное строение пахотного слоя, которое сопровождается ухудшением условий жизнедеятельности микроорганизмов.

Кроме того, при обработке почвы различными агрегатами в течение года поверхность поля подвергается воздействию колес тракторов и сельскохозяйственных машин, масса которых постоянно увеличивается вследствие чего нарушается структура пахотного слоя и в результате недобирается около 20...50 % урожая [1]. А также при движении почвообрабатывающих агрегатов почва уплотняется и образуется слой, который затрудняет фильтрацию воды вглубь и вследствие чего может происходить заболачивание.

Образованию плужной подошвы способствует и тот фактор, что на уплотненных слоях накапливаются вредные частицы, под влиянием которых увеличивается плотность и уменьшается водопроницаемость пахотного слоя. Уплотненный слой препятствует проникновению в глубокие слои почвы воздуха, влаги и корней растений.

Одним из способов предотвращения образования плужной подошвы является вспашка на разную глубину с учетом особенностей и требований выращиваемых в севообороте культур. Периодическая смена глубины вспашки также способствует уничтожению сорняков. Однако данный способ рыхления почвы нецелесообразно применять слоя в Республике Беларусь из-за толщины пахотного, который составляет 0,20...0,22 м [2].

В настоящее время прослеживается тенденция минимизации обработки почвы: внедрение безотвальной обработки почвы. Однако использование плуга, культиваторов и дисковых орудий для рыхления и насыщения воздухом слоя почвы, где располагается корневая система, не имеет альтернативы и создает основу для высокой урожайности сельскохозяйственных культур (рис.1).

Культиватор, дисковая борона и плуг при обработке почвы по глубине развития корневой системы растений не обеспечивают необходимую структуру и глубину развития (рис. 1, а).

Целесообразно применять для разрушения плужной подошвы глубокое рыхление на глубину до 40 см. с сохранением на поверхности поля пожнивных остатков, и которое обеспечивает оптимальный влаговоздушный обмен во взрыхленном слое и улучшает микроклимат в почве (рис. 1, б). Кроме того, при глубоком рыхлении увеличивается пористость и водопроницаемость почвы, создаются условия для проникновения влаги и её аккумуляции в нижних слоях, способствуя тем самым хорошему развитию корневой системы и повышению урожайности на 12...18 %.



Рисунок 1 – Влияние вида обработки почвы на развитие корневой системы растений:
а – обработка почвы классическими орудиями;
б – обработка почвы рыхлительными органами

Это обеспечивается ходом рабочего органа под нижний слой переуплотненной почвы, который деформирует её и приподнимает вверх осуществляет разрушение переуплотненного горизонта, а появившиеся трещины позволяют лучше проникать вглубь почвенных слоев воде, воздуху и корневой системе растений. Для разных видов сельскохозяйственных культур необходимо разная глубина рыхления почвы. Для зерновых культур (ячмень, пшеница) – 30...40 см, для пропашных имеющих глубокий стержневой корень (кукуруза, сахарная свекла) – до 50 см.

Заключение

На основании выше изложенного глубокое рыхление целесообразно проводить осенью различными по конструкции рыхлительными органами в зависимости от типа почвы и требованиями, предъявляемыми к подготовке почвы возделываемыми культурами.

Список использованных источников

1. Депрессия урожая сельскохозяйственных культур при уплотнении почвы и примы её снижения / А.П. Пупонин [и др.] // Сборник науч. тр. ВИМ- М.: ВИМ. – 1988. – Т. 118. – С. 29–34.

2. Современное состояние почвенноземельных ресурсов Беларуси [Электронный ресурс]: URC: <https://geo.bsu./images/pres/soil/kml/kml03.pdf>-Дата доступа 26.09.2023.

УДК 629.735

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**В.Н. Еднач¹, канд. техн. наук, доцент,
Н.Н. Романюк¹, канд. техн. наук, доцент,
В.К. Клыбик², канд. техн. наук, доцент,
Н.Н. Козакевич¹, д-р техн. наук, профессор,
В.Н. Романюк³, ассистент**

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

²РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,

³Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы применения беспилотных летательных опрыскивателей в сельском хозяйстве. Приводится анализ существующих наработок и вариантов машин, представленных на рынке.

Abstract: The article discusses the use of unmanned aerial vehicles in agriculture. The analysis of existing developments and variants of machines presented on the market is given.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, опрыскиватель, точное земледелие, сельское хозяйство

Keywords: unmanned aerial vehicle, precision agriculture, farming.

Введение

Использование беспилотных летательных аппаратов является наиболее перспективной формой автоматизации процессов сельскохозяйственного производства. На данный момент их преимущество смогли оценить только небольшие фермерские хозяйства. При этом можно вести речь не только о функциях беспилотников в области картирования полей, но и по наиболее востребованным операциям: по обработке растений ядохимикатами, внесении удобрений и д.р.

Основная часть

В Республике Беларусь общая площадь сельскохозяйственных земель на конец 2022 года, составляла 8176,2 тыс. га, из них посевная площадь 5772 тыс. га. Численность сельскохозяйственных организаций 1468 единицы, а число крестьянских фермерских хозяйств 3344 ед. [1].

Вклад в объем ВВП страны от сельскохозяйственного производства в 2022 году составил 7,7 %, отрасль задействовала более 251,3 тыс. человек [1].

Постоянное развитие общества и рост уровня жизни ведет к росту потребностей населения, как в количестве, так и в разнообразии продуктов питания, приводит к необходимости постоянного увеличения производства сельскохозяйственной продукции. Вместе с тем активно наблюдаются процессы урбанизации. Общая численность трудоспособного сельского населения сократилась в 2017 году с 1132803 человек, до 1086106 в 2022 году. Следовательно, для увеличения производства сельскохозяйственной продукции необходимо применение наиболее перспективных систем автоматизации, одной из которых является применение современных систем точного земледелия.

Использование современных технологий точного земледелия невозможно без использования беспилотных летательных аппаратов, поскольку они позволяют не только получать актуальную информацию, но и своевременно корректировать принятые решения. Для повышения производительности труда современному руководителю мало использовать высокопроизводительные энергонасыщенные машины, но и целый комплекс решений, связывающих все технологические цепочки, что позволяет сделать система точного земледелия.

Подобные передовые технологии с применением беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве используются, но они пока имеют ограниченное применение и не такие широкие возможности. К примеру, в РО «Белагросервис» создана бригада, которая занимается малообъемным опрыскиванием посевов по новой методике с использованием технологий земледелия и авиационных разработок [2].

Учитывая тот факт, что в среднем на одно фермерское хозяйство приходится 79 га сельскохозяйственных земель, мелкоконтурность полей, недостаток специалистов, а также высокие накладные расходы, связанные с наймом техники у сторонних организаций для проведения сельскохозяйственных работ, использование беспилотных летательных аппаратов будет хорошей перспективой для их развития.

На сегодняшний день в Беларуси разработкой и производством беспилотных летательных аппаратов заняты более пятнадцати предприятий и конструкторских бюро. Однако всего лишь две организации ведут разработки дронов, которые могут полноценно использоваться в сельскохозяйственном производстве.

На данный момент в республике есть возможность приобретения беспилотных летательных аппаратов для сельскохозяйственного производства лишь китайского производства.

Рассмотрим некоторые модели агродронов, представленных на рынке Беларуси для применения в сельском хозяйстве.

Сельскохозяйственный дрон XAG V40, страна производитель Китай, цена 30990 руб. [3]. Выполняет следующие функции: распыление жидких веществ, разбрасывание гранулированных удобрений, картирование полей.

Из особенностей конструкции стоит отметить то, что он имеет наклонную двухроторную конструкцию (бикоптер), благодаря чему стабильный нисходящий поток воздуха увлекает капли из распылителей и равномерно транспортирует к растениям.

Анализируя представленные технические характеристики XAG V40, можно сделать вывод, что такая машина сопоставима по ширине захвата и производительности с некоторой колесной сельскохозяйственной минитехникой.

Сельскохозяйственный дрон XAG P100, производитель Китай, стоимость 42590 руб., имеет модульную конструкцию, включающую модули разбрасывания гранулированных минеральных удобрений, опрыскивания жидкими ядохимикатами и систему безопасного полета. Данная машина имеет большую грузоподъемность, габаритные размеры и объемы рабочих баков.

Учитывая скорости движения, особенности маневренности и прочие технические характеристики, а также отсутствие технологической колее, современные дроны можно сравнивать с наземной техникой, особенно в условиях применения на мелкоконтурных полях фермерских хозяйств. Однако стоит отметить и ряд существенных недостатков, прежде всего это сложная техника, требующая специальной подготовки оператора. Второе – высокая стоимость оборудования и технического обслуживания, как правило, требует высокой загруженности для своевременной окупаемости. И третье немаловажное условие – это емкость аккумуляторной батареи, характеризующая время, проведенное дроном в работе, а также время на его обслуживание.

На данный момент перечисленные недостатки не позволяют полноценно использовать дроны, как замену тракторного опрыскивателя или разбрасывателя удобрений при больших объемах производства, однако, для небольших хозяйств это реальная альтернатива. В Республике Беларусь получили развитие и заняли эту нишу ряд небольших фирм ООО «Кропфлит», ООО «Белдрон» и др., оказывающих услуги использования беспилотных летательных аппаратов.

Заключение

Развитие сельского хозяйства неотделимо от общемировых тенденций, а применение беспилотных летательных аппаратов в качестве опрыскивателей в сельскохозяйственном производстве позволит существенно повысить производительность труда, снизит контакт человека с опасными химикатами, позволит реализовать принципы точного земледелия, а в будущем роботизировать значительную часть сельскохозяйственной деятельности.

Список использованной литературы

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь. Статистический буклет. Редакционная коллегия: И.В. Медведева [и др.]. – Минск, 2023. – 36 с.

2. Точное земледелие и беспилотники. <https://www.belta.by/economics/view/tochnoe-zemledelie-i-bespilotniki-kakie-novinki-budut-v-selskom-hozjajstve-belarusi-543395-2023/> - Электронный источник., Дата доступа 12.05.2023.

3. XAG-MINSK. <https://xag-minsk.by/>. Электронный источник. Дата доступа 14.04.2023.

УДК 631.316.23

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ МАШИН, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ГЛУБОКОГО РЫХЛЕНИЯ ПОЧВЫ

Г.А. Радишевский, канд. тех. наук, доцент,

Н.П. Гурнович, канд. тех. наук, доцент,

В.В. Козловский, студент,

Е.Ю. Позняк, студент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
rga.shm@bsatu.by*

Аннотация: Представлены результаты анализа конструкций машин для разрушения плужной подошвы и направления их совершенствования.

Abstract: The results of the analysis of the designs of machines for the destruction of the plow sole and the directions of their improvement are presented.

Ключевые слова: почва, плужная подошва, рыхлительный орган.

Keywords: soil, plow sole, loosening organ.

Введение

Основная задача сельскохозяйственного производства – повышение урожайности посевных культур. Это напрямую связано с созданием благоприятных условий для роста растений, то есть с обработкой почвы. Под обработкой понимают механическое воздействие на почву рабочими органами почвообрабатывающих машин и орудий в целях создания оптимальных условий жизни для выращиваемых растений, уничтожения сорняков, защиты почвы от эрозии. Обработка почвы – основное агротехническое средство регулирования почвенных режимов, интенсивности биологических процессов и главное – поддержание хорошего фитосанитарного состояния почвы и посевов.

Основная часть

Однако классический способ обработки почвы имеет ряд недостатков и основной это образование переуплотнения почвы с образованием подпахотного горизонта которой может достигать 12...17 см в зависимости от типа рабочих органов, массы орудия, числа обработок на одну и ту же глубину, влажности и механического состава. Этот слой содержит минимальное количество пор – основных путей для поступления воды и воздуха к растениям. Корни не могут пробить уплотненную подошву и получить влагу из более глубоких слоев. Образованию плужной подошвы способствует и то, что на уплотненных слоях накапливаются вымытые из пахотного слоя минеральные вещества, способствующие увеличению плотности.

Действенной мерой против образования плужной подошвы является глубокое рыхление, что способствует увеличению водопроницаемости почвы и обеспечивается проникновение в нижние слои почвы воздуха и влаги в результате чего повышается биологическая активность микроорганизмов, способствующих росту плодородия. Для разрушения уплотненной подошвы наиболее целесообразно применять глубокорыхлители – орудия с рыхлительными долотами или стрелообразными лапами, которые в сочетании с дисковыми орудиями обеспечивают измельчение растительных остатков и их перемешивание с почвой без оборота пласта (рис. 1, а). Глубокорыхлители параллельно с рыхлением почвы могут выполнять: внесение удобрений (рис. 1, б); измельчение крупных комьев почвы; уплотнение и выравнивание почвы.



а)



б)

Рисунок 1 – Обработка почвы глубокорыхлителями:

а – обработка стернового фона; б – рыхление с внесением удобрений

Для обработки почвы по способу навески на энергетическое средство глубокорыхлители подразделяются на навесные или прицепные. Одной из основных характеристик глубокорыхлителя является тип стойки определяющий рыхление пласта почвы. В глубокорыхлителях используются два вида стоек: пароплау – рабочие органы обеспечивают подъем и опускание с небольшим

перемешиванием внутренних слоев (производство Радогост-Маш); дельтаплау – рабочие органы разрезают и слегка смещают почву к центру агрегата, при этом не поднимая вверх неплодородные слои (производство КАМА, Kverneland DTX). В конструкции предусмотрены предохранительные элементы в виде срезного болта, рессорной или пружинной защиты, а также гидравлического механизма.

Глубококорыхлители в зависимости от физико-механических свойств почвы и видов культивируемых культур могут комплектоваться различными дополнительными рабочими органами: дисками для измельчения и рыхления с зубчатыми краями – интенсивная обработка почвы; ровные края дисков – легкие почвы; игольчатые диски – измельчение средних комков и уплотнение почвы; выравнивателями.

Заключение

Применение глубококорыхлителей позволяет нарушить связи плотной структуры подпахотного горизонта без выноса малоплодородных нижних слоев на и углубить пахотный слой, что улучшает воздушный режим почвы и способствует развитию корневой системы растений.

Список использованной литературы

1. Почвообрабатывающие машины фирмы Kverneland <https://ien.kvernelandgroup.com>, <https://ien.kverneland.com>. Дата доступа 26.09.2023 г.

2. Почвообрабатывающие машины фирмы Радогост-Маш <http://agro-borona.ru>. Дата доступа 26.09.2023 г.

УДК 632.982.4

РАСЧЕТ ПОЛЕТНОЙ МАССЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ДРОНА XAG P100

Д.А. Яновский, ассистент,

А.А. Зенов, ст. преподаватель,

Д.Н. Бондаренко, ст. преподаватель,

М.Е. Лях, студент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

г. Минск, Республика Беларусь

jda.shm@bsatu.by

Аннотация: В статье представлен расчет полетной массы сельскохозяйственного дрона XAG P100 для условий Республики Беларусь

Abstract: The article presents the calculation of the flight weight of the XAG P100 agricultural drone for the conditions of the Republic of Belarus

Ключевые слова: сельскохозяйственный дрон, внесение удобрений, опрыскивание, полетная масса

Keywords: agricultural drone, fertilization, spraying, flight weight.

Введение

В современном сельском хозяйстве использование дронов является одним из самых перспективных инструментов для повышения эффективности и экономии времени на различных этапах производства. Беспилотные летательные аппараты позволяют проводить точное картографирование, мониторинг состояния посевов, определение влажности и плодородия почвы, внесение пестицидов и гербицидов и т.д.

Одним из основных параметров любого дрона сельскохозяйственного назначения является полетная масса, от которой зависит его производительность и необходимая емкость батареи.

Основная часть

Сельскохозяйственный дрон XAG P100 отличается упрощенной модульной конструкцией, высокой стабильностью и многорежимностью работы. Дрон работает с помощью системы управления Super X4 в сочетании с разнонаправленным радаром, что позволяет выполнять такие операции как опрыскивание, разбрасывание удобрений и картографирование местности (рисунок 1).



Рисунок 1 – Сельскохозяйственный дрон XAG P100: 1 – винт, 2 – электронный регулятор скорости, 3 – пилотный прицел, 4 – модуль рельефа местности, 5 – электродвигатель, 6 – шасси, 7 – резервуар для жидкости, 8 – батарея, 9 – радар

Произведем расчёт полетной массы сельскохозяйственного дрона XAG P100. Шаг винта дрона h рассчитывается по формуле:

$$h = \frac{n}{V},$$

где V – максимальная скорость полета дрона, м/с. Согласно [1] $V = 13,8$ м/с;

n – число оборотов каждого винта, с^{-1} . На XAG P100 установлены электродвигатели A45 с частотой вращения вала $n = 81,64 \text{ с}^{-1}$.

$$h = \frac{13,8}{81,64} = 0,19 \text{ м}$$

Согласно [2] полная масса удерживаемого дрона

$$M = \pi \frac{P \mu r^2 h^2 n^2 k}{RTg} \eta,$$

где P – давление воздуха, Па. Нормально атмосферное давление $P = 101325$ Па; μ – усредненная молекулярная масса воздуха, $\text{кг} \cdot \text{моль}^{-1}$. $\mu = 28,98 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{моль}^{-1}$; r – радиус каждого винта дрона, м. $r = 0,6$ м согласно рисунку 1; k – количество винтов. $k = 4$ согласно рисунку 1; R – универсальная газовая постоянная, $\text{Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$. $R = 8,31 \text{ Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$;

T – абсолютная температура воздуха, К. Опрыскивание растений проводят весной и осенью, перед началом вегетационного периода растений или после его окончания. Для условий Республики Беларусь согласно [3] средняя температура воздуха за эти периоды составляет $6,9 \text{ }^\circ\text{C} = 280,05 \text{ К}$;

η – коэффициент, равный отношению площади работы воздушного винта с перекрытиями деталями конструкции аппарата и полной площади захвата воздушного винта. Принимаем $\eta = 0,91$.

$$M = 3,14 \frac{101325 \cdot 28,98 \cdot 10^{-3} \cdot 0,6^2 \cdot 0,19^2 \cdot 81,64^2 \cdot 4}{8,31 \cdot 280,05 \cdot 9,81} 0,91 = 99,75 \text{ кг}$$

Заключение

Для условий Республики Беларусь полетная масса дрона составляет 99,75 кг. Вес пустого дрона с системой для опрыскивания растений RevoSpray составляет 48 кг, соответственно полезная нагрузка дрона 51,75 кг.

Список использованной литературы

1. Сельскохозяйственный дрон XAG P100. Руководство пользователя. 2022. – С. 41.

2. Арзамасцев, А.А. Математические модели для инженерных расчетов летательных аппаратов мультироторного типа (Часть 1) / А.А. Арзамасцев, А.А. Крючков // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2014. – Т. 19, № 6. – С. 1821–1828.

3. Климатическая характеристика 2021 года [Электронный ресурс] // Белгидромет, 2003-2022. – Режим доступа: <https://pogoda.by/information/news/18278>. – Дата доступа: 05.10.2023.

УДК 631.53.04

**К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОСЕВА
ЗЕРНОВЫХ, ЗЕРНОБОБОВЫХ
И МЕЛКОСЕМЯННЫХ КУЛЬТУР**

**В.В. Болвонович¹, директор,
Ю.И. Рудникович¹, инженер,
Д.Н. Бондаренко², ст. преподаватель,
А.А. Зенов², ст. преподаватель,
Д.А. Яновский², ассистент**

¹ООО «СелАгро»,

²УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
bdn.shm@bsatu.by

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы повышения качества посева зерновых и мелкосемянных культур механическим способом высева.

Abstract: The article discusses the issues of improving the quality of sowing grain and small-seeded crops using mechanical sowing methods.

Ключевые слова: посев, агрегат, высевающий аппарат, привод, зерновые и мелкосемянные культуры, сцепка, ширина захвата.

Keywords: sowing, unit, sowing device, drive, grain and small-seeded crops, hitch, working width.

Введение

Посев – наиболее ответственная операция, качество и сроки проведения которой в значительной степени определяют будущий урожай [1]. Равномерное распределение семян в сформированном рядке и по глубине почвы; важнейший агротехнический приём для

их прорастания при возделывании зерновых, зернобобовых, крупяных, культур, семян трав и рапса.

Основная часть

В последнее десятилетие наиболее широкое распространение при производстве зерновых, зернобобовых, крупяных, культур, семян трав и рапса получили сеялки и созданные на их базе почвообрабатывающе-посевные агрегаты с пневматической системой высева. Неравномерность распределения семян по сошникам, такими системами, при высеве зерновых и зернобобовых культур и превышает значения, регламентированные агротребованиями, и составляет в среднем 9,6 %...15,5 % для зерновых культур при допустимых 5 %. Установлено, что при неравномерности высева между сошниками выше 10 % наблюдается устойчивое снижение урожайности на 1...2 ц/га [2].



Рисунок 1 – Агрегат многомашинный посевной МПА

Предприятием ООО «СелАгро» налажено производство агрегатов многомашинных посевных семейства МПА (рисунок 1). В конструкции предусмотрена сцепная рама (сцепка), на которую могут устанавливаются две или три зерновые сеялки SR каждая шириной захвата 3 или 4 метров.

Данная компоновка позволяет получить общую ширину захвата МПА соответственно 6, 8 и 9 метров, что позволит загрузить энергонасыщенные трактора и своевременно произвести посев сельскохозяйственных культур. Для транспортировки по дорогам общего пользования предусмотрена транспортная тележка.

Каждая установленная на сцепку зерновая сеялка SR состоит из рамы с прицепным приспособлением, опорно-двигательных колёс, бункера, семя высевающих аппаратов, сошников (24), загортачей, разрыхлители колеи. Привод высевующих аппаратов производится механизм передачи движения от опорно-приводных колес через бесступенчатый редуктор, расположенный на раме.

Технологический процесс протекает следующим образом: при движении МПА, по подготовленному под посев полю, семена самотёком опускаются вниз бункера, где вращаются с установленной частотой катушечно-штифтовые высевальные аппараты. Посевной материал дозированно сбрасывается в семяпровод и далее поступают к сошникам. Сошники формируют бороздку с подуплотненным дном, куда укладываются семена. На держателе каждого сошника установлены копирующие колеса, с механизмом регулировки глубины высева. В процессе движения копирующие колеса вдавливают семена в почву, создавая контакт почва-семя, что приводит к ранним, дружным всходам. Каждый сошник прижимается отдельной пружинной, которая имеет плавную регулировку прижима. После сошников на рамке установлен узел боронования, оснащенный выравнивающими зубьями (загортачами).

Конструктивной особенностью зерновой сеялки SR является применение катушечно-штифтового высевального аппарата, для механического высева семян сельскохозяйственных культур. Штифтовая катушка разделена на две рабочие зоны, одна предназначена для высева зерновых культур, а другая – для мелкосемянных (рапс, семян трав, и др.). Механический способ высева обеспечивает равномерный посев независимо от оборотов двигателя и на участках, имеющих уклоны, а также обеспечивает заданную глубину высева от 0,5 до 5 см.

Заключение

Использование агрегатов многомашинных посевных семейства МПА, в зависимости от ширины захвата, за световой день (10-11 ч) позволяет высевать до 50 га.

При производственной необходимости МПА может быть разделена на отдельные зерновые сеялки SR, что позволит работать агрегатам на разных участках или производить сев разных культур.

Применение в конструкции сеялки катушечно-штифтового высевального аппарата, для механического высева семян позволит равномерно распределить семена по площади поля, тем самым увеличить урожайность возделываемой культуры.

Список использованных источников

1. Узкорядный посев – перспективное направление возделывания сельскохозяйственных культур / В.П. Чеботарев [и др.] // Передовые технологии и техническое обеспечение сельскохозяйственного

производства : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 30–31 марта 2017 г. – Минск : БГАТУ, 2017. – С. 344–347.

2. Чеботарев, В.П. Пневматические высевающие системы посевных машин: теория, расчет, эксперимент / В. П. Чеботарев [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2019. – 224 с.: ил. – ISBN 978-985-25-0015-9.

УДК 631.312

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ПРЕДПЛУЖНИКОВ

Е.В. Лещенко¹, В.В. Зыбайло¹,

Ф.И. Назаров², канд. тех. наук

¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,

²УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

г. Минск, Республика Беларусь

windor@mail.ru

Аннотация: В статье рассмотрены различные варианты предплужников, применяемые в пахотных агрегатах.

Abstract: The article considers different variants of skimmers used in arable machines.

Ключевые слова: предплужник, плуг, диск, корпус.

Keywords: skimmer, plow, disk, housing.

Введение

Предплужник устанавливают перед основным корпусом плуга в процессе работы он подрезает 2/3 ширины пласта и сбрасывает его в предыдущую борозду, которая затем закрывается основным пластом. В результате основной пласт, будучи освобожденным от большей части дернины, интенсивнее крошится и полнее заделывает растительные остатки [1, 2].

Однако несмотря на большие преимущества, которые дает предплужник, применение его в практике незначительно. Это связано с увеличением тягового сопротивления. Однако существенное увеличение сопротивления (15–20 %) наблюдается лишь на залежи, клеверище, дернине, а также на сильно засоренных почвах. На тяговое сопротивление предплужника влияет место установки, тип и геометрические параметры.

Основная часть

Установку предплужника на глубину производят в зависимости от глубины обработки основного корпуса, а также от состояния

растительного покрова. Обычно глубину пахоты предплужником принимают равной 8–12 см, то есть ниже залегания основной массы корневищ сорных растений.

При глубине менее 8 см лемех предплужника работает в зоне основной массы корней растений, что ведет к его забиванию и сгуживанию почвы перед ним, а следовательно, к увеличению тягового сопротивления. При глубине хода предплужника более 12 см, чтобы хорошо засыпать уложенный в борозду пласт.

Можно выделить следующие типы предплужников лемешной, дисковый, шнековый и игольчатый.

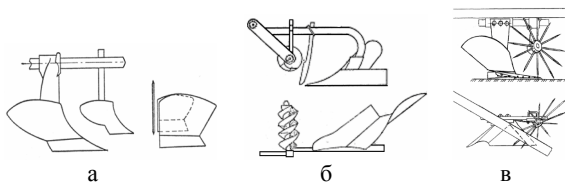


Рисунок 1 – Типы предплужников: а – лемешной; б – шнековый; в – игольчатый

Широкое распространение в мире получили лемешные предплужники в виду их простоты (рисунок 1, а). Они позволяют улучшить заделку пласта. Однако при работе на засаренных почвах они забиваются, что приводит к ухудшению качества обработки почвы и увеличению затрат энергии на процесс обработки почвы.

Шнековые и игольчатые предплужники (рисунок 1, б, в) предназначены для улучшения крошения пласта их применение не оказывает существенного влияния на заделку пласта.

Заключение

На основе рассмотренных конструкций предплужников можно сделать вывод, что для более интенсивного крошения пласта и улучшения качества заделки растительные остатки следует применять дисковые предплужники.

Список использованной литературы

1. Определение кинематических параметров движения пласта почвы по рабочей поверхности дискового предплужника / И.С. Крук [и др.] // Агропанорама. – 2022. – № 4. (152) – С. 14–18.
2. Романцов, Ю.Ф. Дисковый предплужник для заделки измельченной соломы в почву / Ю.Ф. Романцов, В.А. Пшеничный // Проблемы механизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства. – 2016. – № 10. – С. 220–222.

ЗНАЧЕНИЕ ОВОЩЕЙ В ПИТАНИИ ЧЕЛОВЕКА

А.С. Зыкун, ст. преподаватель,

В.П. Чеботарев, д-р техн. наук, профессор,

Е.В. Плискевич, ст. преподаватель

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

г. Минск, Республика Беларусь

hydraulics@bsatu.by

Аннотация: В статье рассматривается важность овощей в питании человека, значение овощеводства в условиях Республики Беларусь.

Abstract: The article considers the importance of vegetables in human nutrition, the importance of vegetable growing in the conditions of the Republic of Belarus.

Ключевые слова: овощи, морковь, свёкла, капуста, картофель.

Keywords: vegetables, carrots, beets, cabbage, potatoes

Введение

Овощи — это источник обеспечения организма человека витаминами, ферментами, биологически активными и минеральными веществами. В этой связи обеспечение населения страны разнообразной овощной продукцией по научно обоснованным нормам является важной социально-экономической задачей. Ее решение возможно на основе развития и эффективного функционирования отрасли овощеводства и всего овощепродуктового подкомплекса [1, с. 4].

Основная часть

Овощеводство является одной из важнейших составляющих продовольственного ресурса Республики Беларусь. Эта отрасль поставляет растительные продукты, обладающие ценными питательными и целебными свойствами, которые имеют большое значение для обеспечения полноценного рациона питания людей.

Особая ценность овощей как продуктов питания определяется высоким содержанием практически всех видов витаминов, необходимых для нормальной жизнедеятельности организма. Наиболее богаты они витаминами А, В и С, которые требуются организму в значительных количествах. Более 90 % потребности в витамине С обеспечивается за счет овощей, картофеля и фруктов.

Больше всего витамина С содержат овощи семейства капустных, шпинат, салат, ревень (листья), картофель, томаты, петрушка (зелень), спаржа, укроп, лук на перо, перец и другие овощи.

Для удовлетворения суточной потребности в витамине С достаточно 50 г свежей краснокочанной капусты, зелени петрушки, сладкого перца, укропа, хрена. Свежей белокочанной капусты требуется 75–200 г в сутки, квашенной – 170–300 г [1, с. 6].

По сравнению с другими основными сельскохозяйственными культурами овощные растения в расчете на единицу земельной площади обеспечивают значительно более высокий выход витаминов, минеральных солей и других веществ, обладающих ценными биологическими свойствами (таблица) [1, с. 7].

Таблица. Выход витаминов и минеральных веществ с 1 га посевов овощных культур, зерновых и картофеля

Культура	Урожай- ность, ц/га	Выход с 1 га			Энергетиче- ская ценность культур, млн. ккал/га
		провитамин А, кг	витамин С, кг	минеральные (зольные) вещества, кг	
Капуста белокочанная	400	0,008-0,0016	4,4-20,8	320	11,2
Морковь	250	1,25-7,5	1,25-3,5	250	8,3
Свекла столовая	250	0-0,001	1,2-2,5	250-300	12,0
Зерновые (рожь, ячмень)	30	0,0005- 0,0003	0		9,6
Картофель	180	0	1,08-3,06	198	75,6

При сопоставимой урожайности, капуста значительно превосходит зерновые по выходу с 1 га витамина С, а морковь – провитамина А. Более продуктивным является гектар овощного поля и по накоплению минеральных веществ.

В то же время зерновые культуры по энергетической ценности полученной продукции не имеют преимуществ перед овощными, которые хотя и не отличаются высокой калорийностью, но дают значительно большую массу продукции. При такой урожайности энергетическая ценность 1 га зерновых культур составляет 9,6 млн. ккал/га, капусты – 11,2, свеклы столовой – 12 млн. ккал/га. Картофель приближается к овощным культурам по содержанию витамина С и существенно превосходит

их по общей калорийности. Необходимо также отметить, что картофель выделен из овощного севооборота в полевые культуры, а ранний картофель является объектом овощеводства.

Удельный вес овощной продукции в суточном рационе человека должен составлять 20–25 % и более.

Овощи отличаются богатым содержанием минеральных веществ. В составе минеральных солей содержится более 50 химических элементов, каждый из них выполняет в организме определенную функцию. Например, калий, которым овощи наиболее богаты, способствует выведению из организма излишков жидкости, что важно для нормального функционирования сердечно-сосудистой системы и поддержания оптимального уровня кислотно-щелочного равновесия в организме.

Овощи содержат различные ферменты, фитонциды, органические кислоты, эфирные масла, богаты микроэлементами (марганец, молибден, йод, бор, цинк медь и др.). Значение овощеводства в условиях Беларуси усиливается уникальной способностью многих овощей благодаря высокому содержанию клетчатки, пектинов и йода (репа, брюква, свекла столовая, морковь, капуста, тыква и др.) выводить из организма радионуклиды и тяжелые металлы.

Заключение

Таким образом, теоретический анализ и многолетняя практика дают основания утверждать, что овощи являются незаменимым источником важных веществ для организма человека, а овощеводство – одна из важнейших отраслей продовольственного ресурса Республики Беларусь.

Список использованной литературы

1. Современные технологии производства овощей в Беларуси / А.А. Аутко [и др.]. – Молодечно.: тип. "Победа", 2005. – 272 с.: ил.
2. Приоритеты современного овощеводства./ А.А. Аутко, Г.И. Гануш, Н.Н. Долбик. – Мн.: УП Технопринт, 2003. – 157 с.

ФОРМИРОВАНИЕ ГРЯД ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КОРНЕПЛОДОВ

А.С. Зыкун, ст. преподаватель,

В.П. Чеботарев, д-р техн. наук, профессор

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
hydraulics@bsatu.by*

Аннотация: В статье рассматривается эффективность выращивания корнеплодов на профилированной поверхности почвы.

Abstract: The paper examines the effectiveness of root crop cultivation on a profiled soil surface.

Ключевые слова: корнеплод, узкопрофильная гряда.

Keywords: root vegetable, narrow-profile ridge.

Введение

Традиционно большинство корнеплодов возделывается на ровной поверхности почвы (рисунок 1). При таком способе возделывания после сильных осадков почва сильно уплотняется, образуется почвенная корка, особенно на среднетяжелых почвах. Это ведёт к тому, что ухудшаются её физико-механические свойства, в почве снижается содержание кислорода, что в последствии отрицательно сказывается на условиях развития надземной части и корневой системы растений.



Рисунок 1 – Корнеплоды на ровной поверхности

В уплотнённую почву плохо проникают осадки и при этом они быстро испаряются. Также применение ровной поверхности при возделывании корнеплодов усложняет процесс уничтожения сорняков механическим способом. При использовании же узких междурядий посевов уничтожить сорные растения механическим

способом практически невозможно. Все эти факторы отрицательно влияют на возделывание овощных растений [1, с. 138].

Основная часть

Как показывает мировой и отечественный опыт, наиболее эффективно выращивать корнеплоды на профилированной поверхности почвы – узкопрофильных грядах (рисунок 2).

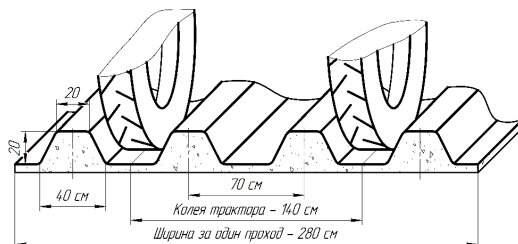


Рисунок 2 – Схема размещения узкопрофильных гряд

Повышение температуры почвы в гряде на 1-2 °С. Способствует ускорению появления всходов семян и дальнейшему более интенсивному развитию.

Улучшение воздушного режима почвы. Достигается за счёт более рыхлого состояния почвы по сравнению с ровной поверхностью.

Улучшение водного режима почвы. Происходит за счёт исключения переувлажнения почвы в зоне расположения корневой системы в период выпадения обильных осадков, когда вода концентрируется в междурядье, что в последующем представляет собой запас влаги в гряде и под ней.

Повышение эффективности орошения. В период засухи при поливе помимо прямого увлажнения гряды происходит накопление влаги в междурядье в нижней части гряды.

Повышение эффективности уничтожения сорняков. При междурядной обработке узкопрофильных гряд создаются технологические условия полного уничтожения сорняков в междурядьях и боковых поверхностях гряды рабочими органами культиваторов.

Повышение эффективности локального внесения гербицидов. Происходит за счёт возможности направленного их внесения непосредственно в зону нежелательного роста сорняков, минимизируя при этом воздействие на основное растение. Как следствие, происходит снижение расхода гербицидов в 2–3 раза.

Снижение энергозатрат при уборке. Достигается за счёт того, уменьшается масса почвы при подкапывании. На ровной поверхности необходимо поднять более чем в два раза большую массу, чем при грядовой технологии.

Повышение качества и урожайности продукции. В грядах создаётся максимальная возможность регуляции агротехнических приёмов, которые обеспечивают формирование урожая в оптимально возможном режиме.

Заключение

Таким образом, можно заключить, что применение узкопрофильных гряд при возделывании овощных корнеплодов является наиболее предпочтительным и эффективным. Это позволяет создать необходимую структуру почвы, с оптимальными и благоприятными водно-физическими и температурными показателями, что позволяет существенно повысить урожайность.

Список использованной литературы

1. Технологии возделывания овощных, бахчевых культур, картофеля, пряно-ароматических и лекарственных растений / А.А. Аутко [и др.] ; под общ. ред. А.А. Аутко / Нац. акад. наук Беларуси [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2021. – 615 с.

2. Приоритеты современного овощеводства./ А.А. Аутко, Г.И. Гануш, Н.Н. Долбик. – Мн.: УП Технопринт, 2003. – 157 с.

УДК 635.131

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ГРЯДООБРАЗОВАТЕЛЕЙ

А.С. Зыкун, ст. преподаватель,

В.П. Чеботарев, д-р техн. наук, профессор

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

г. Минск, Республика Беларусь

hydraulics@bsatu.by

Аннотация: В статье рассматриваются основные типы почвообрабатывающих машин для образования узкопрофильных гряд.

Abstract: The article discusses the main types of tillage machines for the formation of narrow-profile ridges.

Ключевые слова: узкопрофильная гряда, грядообразователь.

Keywords: narrow-profile ridge, bedding agent.

Введение

Как показывает мировой и отечественный опыт, наиболее эффективно выращивать корнеплоды на профилированной поверхности почвы – узкопрофильных грядах. Для обеспечения формирования узкопрофильных гряд необходим соответствующий набор сельскохозяйственных машин. Такими машинами являются грядообразователи. Основными задачами, которые должен решать грядообразователь, являются создание определённого профиля поверхности и обеспечение необходимой структуры почвы с оптимальными водно-физическими и температурными показателями.

Основная часть

В настоящее время как в Республике Беларусь, так и за рубежом по способу образования гряд почвообрабатывающие машины делится на три вида: 1) с пассивными рабочими органами в виде стрелчатых лап; 2) с пассивными рабочими органами в виде сферических дисков; 3) с активными вращающимися рабочими органами в виде сплошного или секционного вала.

Основными почвообрабатывающими машинами с пассивными рабочими органами в виде стрелчатых лап в Беларуси и странах СНГ являются машины производства ПООО «Техмаш» (Беларусь): культиваторы-окучники семейства КОН (КОН-2,8; КОН-1,4) (рисунок 1, а); окучники чизельные семейства ОЧ (ОЧ-2,8; ОЧ-1,4) (рисунок 1, б); агрегат универсальный семейства АУ-М1 (рисунок 1, в); культиваторы-опрыскиватели семейства КОУ (КОУ-2,8; КОУ-4,2), а также машины зарубежных фирм.

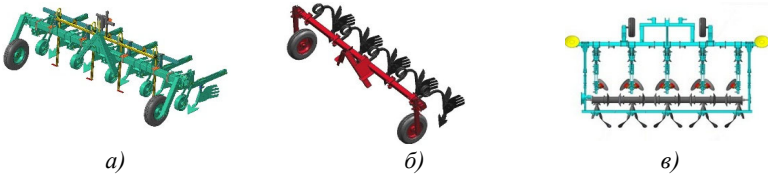


Рисунок 1 – Грядообразователи с рабочими органами в виде стрелчатых лап: а) КОН-2,8 (Беларусь); б) ОЧ-2,8 (Беларусь); в) АУ-М1 (Беларусь)

Недостатки таких машин – недостаточно качественное крошение почвы, способность к забиванию, низкая эффективность на тяжёлых почвах и неравномерное рыхление по профилю гребня.

Почвообрабатывающие машины с пассивными рабочими органами в виде сферических дисков, в основном, представлены образ-

цами зарубежного производства: Imac (Италия) (рисунок 2, а); Quivogne (Франция) (рисунок 2, б); Fieldking (США) (рисунок 2, в) и другие.



а)



б)



в)

Рисунок 2 – Грядообразователи с рабочими органами в виде сферических дисков: а) Imac VRD3 (Италия); б) Quivogne BD4 (Франция); в) Fieldking FKDR-1 (США)

К недостатком следует отнести недостаточное качество крошения и перемешивания почвы при формировании гряд на тяжёлых типах почв.

Основными почвообрабатывающими машинами с активными рабочими органами в Беларуси и странах СНГ являются агрегаты почвообрабатывающие серии АПК (АПК-1,4; АПК-2,8; АПК-3,0; АПК-3,6) (Беларусь) (рисунок 3, а); грядообразователи-окучники фрезерные серии УМВК (УМВК-1,4; УМВК-2,8) (Россия) (рисунок 3, б); грядообразователи фрезерные ГП-1,4 (Украина) (рисунок 3, в), а также машины зарубежных фирм.



а)



б)



в)

Рисунок 3 – Грядообразователи с активными рабочими органами: а) АПК-1,4 (Беларусь); б) УМВК-2,8 (Россия); в) ГП-1,4 (Украина)

Использование грядообразователей с активными рабочими органами обусловлено следующими преимуществами перед аналогичными машинами с пассивными рабочими органами: наилучшие показатели по качеству крошения и рыхления почвы; отсутствие забивания рабочих органов почвой и растительными остатками; идеальный профиль получаемой гряды при использовании грядоформирующей плиты или катков. Основным недостатком грядообразователей с активными рабочими органами является относительно-

но большая металло- и энергоёмкость за счёт применения грядоформирующих плит (роликов) и принудительного вращения рабочих органов, а также рыхления большого объёма почвы, откуда, как следствие, относительно высокое тяговое сопротивление. Основными последствиями этого являются нерационально высокий расход топлива и снижение производительности, которые уменьшают эффективность использования грядообразователей.

Заключение

Как видно, у машин каждого типа есть как преимущества, так и недостатки. Поэтому совершенствование конструкций активных рабочих органов грядообразователей является актуальной задачей в области механизации подготовки почвы под посадку овощных корнеплодов.

Список использованной литературы

1. Технологии возделывания овощных, бахчевых культур, картофеля, пряно-ароматических и лекарственных растений / А.А. Аутко [и др.] ; под общ. ред. А.А. Аутко / Нац. акад. наук Беларуси [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2021. – 615 с.

УДК 631.333

ВЛИЯНИЕ ЗОНЫ КОНЦЕНТРАЦИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙ КАРТОФЕЛЯ

В.П. Чеботарев, д-р техн. наук, профессор,

Д.Г. Зубович, ст. преподаватель

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: Исследована зависимость зоны концентрации минеральных удобрений в гребне на урожайность картофеля.

Abstract: The dependence of the concentration zone of mineral fertilizers in the ridge on the yield of potatoes was investigated.

Ключевые слова: минеральные удобрения, картофель, гребень, урожайность.

Keywords: mineral fertilizers, potatoes, crest, harvest.

Введение

Для достижения высоких урожаев картофеля необходимо создать комфортные условия его выращивания, в первую очередь он

требователен к температуре, водовоздушному режиму и питанию. Оптимальная температура для прорастания 12...15°C. За период вегетации одно растение потребляет до 50 л воды, особенно активное водопотребление в фазе цветения.

У картофеля различают 4 периода развития: 1 – прорастание и появление всходов, растение питается за счет материнского клубня; 2 – наращивание вегетативной массы, растение нуждается в большем количестве в азоте и калии, в меньшем – фосфоре; 3 – период бутонизации, цветения и образования столонов, увеличивается потребление фосфора, калия и азота; 4 – формирование клубней и крахмалонакопление, больше потребляется фосфора и калия, меньше азота. Для мощного развития ботвы от всходов до цветения картофель нуждается в полном обеспечении всеми элементами, особенно азотом.

Азотные удобрения увеличивают размер клубней и долю крупных клубней в урожае, фосфорные удобрения – количество средних клубней, хлористый калий – выход крупных клубней, сульфат калия – количество средних клубней. Затраты на приобретение и внесение минеральных удобрений часто не окупаются прибавкой урожая.

Основная часть

Для получения максимального эффекта при выращивании картофеля необходимо качественно подготовить почву – создать оптимальный водно-воздушный и питательный режимы, сформировать объемный гребень оптимальной плотности и комковатости в зоне клубнеобразования, равномерно распределить органические и минеральные удобрения. Для развития и роста столонов объемная масса дерново-подзолистых суглинистых почв должна находиться в пределах 1,0...1,25 г/см³, а супесчаных – 1,3...1,4 г/см³.

Картофель имеет слаборазвитую корневую систему, важно, чтобы он возделывался на хорошо обеспеченными элементами питания в доступных для растений формах на протяжении всего периода выращивания. Добиться этого можно только используя систему применения удобрений, которая включает в себя различные способы, дозы и виды. При выборе приемов внесения удобрений необходимо знать потребность культур в отдельных элементах по фазам роста и размещение их в зоне наибольшего соприкосновения с корневой системой. Ленты удобрений не должны контактировать с семенами из-за высокой концентрации солей в зоне их внесения и опасности повре-

ждения прорастающих клубней. Отечественный и зарубежный опыт с достаточной убедительностью показывают, что дозы удобрений при локализации можно сократить на 30...50 % по сравнению с разбросным способом.

Чтобы изучить, насколько влияет зона локального размещения минеральных удобрений при выращивании картофеля, были проведены полевые исследования. Испытания проводились в севообороте на полях крестьянского (фермерского) хозяйства «Дружба и К» Смолевичского района Минской области в 2023 году на дерново-подзолистой супесчаной почве. Сорт картофеля – «Королева Анна». Предшественник – озимое тритикале. Осенью были внесены органические удобрения (50 т/га), проведена культивация с боронованием.

Нашей задачей было технически обеспечить внесение минеральных удобрений при формировании гребней перед посадкой на различную глубину и ширину полосы. Мы использовали чизельные стойки для рыхления плужной подошвы, на которой закрепили туковысеивающее устройство для локального внесения минеральных удобрений в гребень на требуемую глубину и ширину.

На поле было размещено шесть вариантов зон концентрации минеральных удобрений, где изучались зависимости урожайности картофеля от ширины полосы внесения туков и глубины их заделывания относительно будущего залегания клубней (таблица). Повторность четырёхкратная, размер опытной делянки 2,8м*330м.

Таблица. Условия проведения полевых исследований

Вариант	1	2	3	4	5	6
Глубина внесения a , см	3		6		9	
Ширина полосы b , см	4	6	4	6	4	6

Вносились следующие минеральные удобрения дозой $N_{90}P_{100}K_{120}$ на всей площади опыта: мочевина, $(NH_2)_2CO$ – 46% N; аммофос, $NH_4H_2PO_4 + (NH_4)_2HPO_4$ с содержанием N – 11 % и P_2O_5 – 50%; сульфат калия, K_2SO_4 – 50 % K_2O . Посадка осуществлялась семенными клубнями размером 40...55 мм. Густота посадки – 50...55 тыс. шт/га. В процессе всего вегетационного периода на опытных делянках контролировались параметры гребня, твердость, плотность и влажность почвы. Было исследовано влияние зоны залегания удобрений на рост и развитие клубненосного куста (корневой системы, клубней, кроны) и сорной растительности.

Перед уборкой урожая было осмотрено все поле и сделаны выключки (выбраковка) на учетных делянках, т.к. на отдельных участках были повреждения растений вследствие выполнения технологических операций.

Заключение

Сравнивая урожайность на каждом опытном участке, установлено, что ширина полосы удобрений практически не влияет на урожайность, а с увеличением глубины внесения удобрений снижается урожайность.

Список использованной литературы

1. Зубович, Д.Г. Особенности подготовки почвы под картофель / Д.Г. Зубович, В.Я. Тимошенко // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник науч. статей Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 22–24 ноября 2017 г. – Минск: БГАТУ, 2017. – С. 481–483.

УДК 631.333/82

СПОСОБЫ ПОДГОТОВКИ ПОЧВЫ ПОД ПОСАДКУ КАРТОФЕЛЯ

Д.Г. Зубович, ст. преподаватель,

В.Д. Зубович, студент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: Предложен способ подготовки почвы под посадку картофеля и культиватор для его осуществления.

Abstract: A method for preparing soil for planting potatoes and a cultivator for its implementation are proposed.

Ключевые слова: почва, минеральные удобрения, картофель, комбинированная машина.

Keywords: soil, mineral fertilizers, potatoes, combined machine.

Введение

Одной из наиболее важных задач правильной подготовки почвы является создание рыхлого, мелкокомковатого пахотного слоя. К основным задачам относится также накопление и сохранение

запасов влаги, а в условиях избыточного увлажнения – освобождение почвы от излишней влаги. Одним из основных резервов увеличения урожайности сельскохозяйственных культур является применение минеральных удобрений, а одним из путей повышения их эффективности – совершенствование способов внесения и разработка новых технологий и технических средств.

Тенденции развития технологий и технических средств показывают, что в нашем регионе основным способом возделывания картофеля является гребневый с перспективой применения комбинированных машин, совмещающих ряд операций во избежание переуплотнения почвы и экономии затрат.

Для получения высокого и экологически чистого урожая, снижения себестоимости продукции целесообразно локальное внесение необходимого количества питательных веществ. Внесение удобрений локальным способом базируется на использовании комбинированных машин, оборудованных специальными устройствами для внесения удобрений в почву на заданную глубину.

При локальном внесении удобрение размещается концентрированными очагами во влажном слое почвы в виде узких лент, что дает возможность более рационально использовать элементы питания, повысить отдачу от удобрений и защитить экологию от воздействия химических элементов.

Основная часть

Удобрения, вносимые локальным способом, должны размещаться на оптимальном удалении от семян. Сокращение расстояния от удобрений до семян приводит к гибели последних, а при чрезмерно увеличенных промежутках растения смогут использовать туки с большим опозданием, что отрицательно скажется на величине урожая.

Высокое содержание элементов питания в почве в доступном для растений состоянии при локальном внесении удобрений сохраняется в течение длительного времени, обеспечивая значительные простоты урожая.

Локальное внесение удобрений усиливает способность сельскохозяйственных культур противостоять засухе, положительно влияет на отложение запасных веществ, значительно снижает недобор урожая, ограничивает использование питательных веществ сорными растениями. Водопотребление растений на единицу про-

дукции снижается на 10...15 %. По обобщенным данным прибавка урожая картофеля от локализации удобрений составляет в среднем 30...40 ц/га. Однако эффективность этого приема зависит от ряда факторов: от гранулометрического состава и плодородия почвы, особенностей вносимых удобрений, влагообеспеченности культур, применяемых сортов[1].

Удобрения локальным способом следует вносить непосредственно перед или при посеве сельскохозяйственных культур. Чтобы оперативно осуществить посадку картофеля, целесообразно внести минеральные удобрения одновременно с нарезкой гребней. В Белорусском государственном аграрном техническом университете разработана универсальная комбинированная почвообрабатывающая машина-гребнеобразователь (рис. 1), выполняющая за один проход по полю глубокое рыхление зоны развития корневой системы картофеля, внесение локальным способом полосы минеральных удобрений заданной ширины на требуемую глубину заделывания (рис. 2) и нарезку гребней. Это позволит не только втрое сократить число проходов агрегатов по полю, но и в 2 раза снизить расход вносимых удобрений и уменьшить расход топлива.



Рисунок 1 – Универсальная комбинированная почвообрабатывающая машина-гребнеобразователь

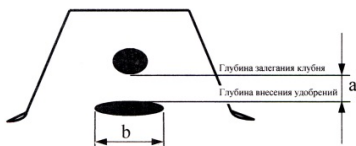


Рисунок 2 – Распределение минеральных удобрений в гребне

Заключение

Предложенный способ подготовки почвы под посадку картофеля позволит создать оптимальную плотность корнеобитаемого слоя почвы, снизить расход минеральных удобрений за счет их локального внесения, а в технологии возделывания картофеля позволит сократить в 3 раза число проходов агрегатов по полю.

Список использованной литературы

1. Зубович, Д.Г. Особенности подготовки почвы под картофель / Д.Г. Зубович, В.Я. Тимошенко // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 22–24 ноября 2017 г. – Минск : БГАТУ, 2017. – С. 481–483.

УДК 631.367

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ НОРИИ

Н.Н. Романюк¹, канд. техн. наук, доцент,

В.Н. Еднач¹, канд. техн. наук, доцент,

В.А. Агейчик¹, канд. техн. наук, доцент,

И.А. Гошко¹, студент,

М.Б. Гарба², канд. техн. наук

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь,
Val-e@mail.ru

²Педагогический университет имени Шеху Шагари,
штат Сокота, Нигерия

Аннотация: Нории являются основными транспортными механизмами современных зерно обрабатывающих и зерносушильных комплексов и повышение эффективности их работы является актуальной задачей.

Abstract: Noria are the main transport mechanisms of modern grain processing and grain drying complexes and improving the efficiency of their work is an urgent task.

Ключевые слова: нория, зерно, ковш, производительность, повреждение зерен.

Keywords: noria, grain, bucket, productivity, grain damage.

Введение

К основным показателям эффективности работы нории можем отнести её производительность и величину степени повреждения зерна в результате механических повреждений.

Данные показатели взаимосвязаны со скоростью движения ковшей, объемом ковшей, конструктивными особенностями за

грузных и выгрузных окон, а также непосредственно конструкцией самих ковшей.

Основная часть

Производительность нории может быть определена по выражению

$$q=U\cdot\gamma\cdot\psi\cdot V/t, \quad (1)$$

где U – объем ковша нории, м^3 ;

V – скорость перемещения ковшей, м/с ;

t – расстояние между ковшами, м ;

γ – объемный вес груза, кг/м^3 ;

ψ – коэффициент заполнения ковшей.

Анализируя выражение (1) можем сделать вывод, что такие параметры как, объем ковшей и расстояние между ковшами являются конструктивными и ограничены материалоемкостью машины, а следовательно её стоимостью. Объемный вес груза и коэффициент заполнения ковшей также имеют ограничения специфики применения машины и её универсальности. Таким образом, единственный параметр на который может оказывать влияние оператор и которым можно подстраивать машину в технологической цепи является скорость перемещения ковшей.

В результате исследований В.М. Дрынча величина микроповреждений зерна ячменя и овса за один проход через норию НПЗ-50 возросла на 4 %, М.М. Тухватулин указывает величину от 2 до 5 %. По результатам исследований И.Г. Строна [1] величина повреждений, при работе с кукурузой составила 10 %. Травмирование зерна при однократном пропуске через норию (производительность нории 50 т/ч, скорость ковша 2,5 м/с) увеличила долю битых зерен на 2 %.

Зачастую скорость транспортирования зерна нориями находится от 0,8 до 2,6 м/с [2]. Однако в некоторых промышленных образцах для увеличения производительности повышают скорость движения до 5 м/с [1], что ведет к значительному травмированию зерна и снижению его качественных характеристик. Скорость нории обеспечивает как производительность так и полноту загрузки и выгрузки зерна из ковшей.

Рассматривая способы выгрузки зерна из ковшей нории стоит отметить самотечный и центробежный.

При центробежном способе разгрузки зерно из ковшей выбрасывается под действием центробежной силы, при этом скорость ковша огибающего приводной барабан должна быть выше 3,5 м/с [3].

При самотечном способе выгрузке зерна из ковшей, материал высыпается по задней стороне предыдущего ковша. Такой способ подходит для зерна с низкой влажностью и хорошей сыпучестью. При данном способе разгрузки нория имеет малую скорость, а также зачастую наблюдается негативный эффект в виде обратной сыпи зернового материала в шахте для холостой ветви, при значительной высоте нории зерна взаимодействуя со стенками, ковшами и другими элементами также получают значительные повреждения.

Однако обычно при разгрузке нории присутствуют оба способа, часть зерна вылетает под действием центробежных сил, а остальное самотечным способом.

На базе учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» Разработана конструкция ковшовой нории (ковшового элеватора) позволяющая компенсировать выше указанные недостатки (рисунок 1).

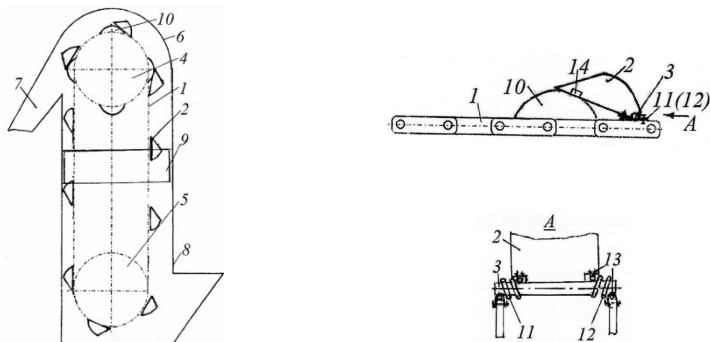


Рисунок 1 – Ковшовая нория

Предлагаемая конструкция включает вертикальный бесконечный тяговый орган 1 в виде цепи с присоединенными к ней с возможностью вращения вместе с ними относительно продольной вертикальной плоскости симметрии к тяговому рабочему органу 1 ковшами 2 посредством закрепленных к их днищам в задней части консольно с вылетом за габариты боковых бортов, опирающиеся на цепи, перпендикулярные бортам, лежащие на одной прямой полуоси и надетые на них прикрепленные с помощью зажимов к днищу ковшей и звеньям цепи пружины кручения 11 – с правой навивкой слева по ходу движения цепи, 12 – с левой навивкой справа по ходу движения цепи. Верхний приводной 4 и нижний натяжной 5 барабаны, огибаемые тяговым рабочим органом 1, расположены в ко-

жухе, состоящем из головки 6 с патрубком 7 для выгрузки. Нижний натяжной барабан 5 установлен в башмаке 8. Между головкой 6 и башмаком 8 расположены промежуточные секции 9. На верхнем приводном барабане 4 установлены кулачки 10 с шагом, равным шагу ковшей. По бокам передней части ковшей 2 закреплены упоры 14, которыми они опираются на цепь.

Рабочий процесс протекает в следующей последовательности. При подходе к верхнему барабану 4 ковши 2 за счет взаимодействия с кулачками 10 отклоняются на небольшой угол, поворачиваясь вместе с осями 3 и, скручивая пружины 11 и 12, выходят своей передней кромкой на больший радиус, что обеспечивает лучшую выгрузку ковшей 2, за счет увеличения окружной скорости. В таком положении ковш 2 удерживается пружинами 11 и 12, которые также возвращают ковш 2 в первоначальное положение до соприкосновения упоров 14 с цепью, после того как он пройдет барабан 4.

Заключение

Таки образом предложенная конструкция должна повысить надежность и долговечность, снизить энергозатраты при эксплуатации устройства, а также предотвратить травмирование зерна. Поскольку ковши в нижней части нории на барабане 5 имеют меньшую окружную скорость чем в верхней части то заполнение ковшей протекает в более спокойном режиме и качественно. При смещении кулачков 10 барабана 4 относительно цепи 1, можем регулировать не только степень отклонения ковша но и точки начала и конца выгрузки, что в принципе дает возможность определять траекторию полета зерна и характер его взаимодействие со стенками нории.

Список использованной литературы

1. Электронный источник <https://agropromex.ru/stati-i-publikaczii/nauchnyie-stati/zamenaem-cherpayushhe-brosayushhie-norii-na-shhadyashhie-tixohodnyie.html>. Дата доступа 04.10.2023.
2. Бедыч Т.В. Влияние рабочих органов на травмирование зерна./Т.В. Бедыч/ Международный с/х журнал. – М.; 2008. – №4. С. 71–72.
3. Электронный источник: <https://www.activestudy.info/proizvoditelnost-i-skorost-transportirovki-norii/> © Зооинженерный факультет МСХА. Дата доступа 04.10.2023.
4. Патент полезной модели РФ №220267. МПК В65G 17/36. Оpubл. 05.09.2023. Бюл. №25.

УДК 631.333

ОБЗОР КОНСТРУКЦИИ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ЛОКАЛЬНОГО ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Д.Г. Зубович, ст. преподаватель,

В.Д. Зубович, студент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: Рассмотрены конструкции рабочих органов для локального внесения сыпучих минеральных удобрений.

Abstract: Designs of working tools for local application of loose mineral fertilizers are considered.

Ключевые слова: минеральные удобрения, картофель, локальное внесение.

Keywords: mineral fertilizers, potatoes, local application.

Введение

В настоящее время, как за рубежом, так и в Республике Беларусь, минеральные удобрения преимущественно вносятся внутрипочвенно.

При подготовке почвы целесообразно проводить глубокое рыхление, так как разрушается плужная подошва. Чизелевание почвы в несколько раз увеличивает пористость почвы, благодаря чему увеличивается водопроницаемость и влагоместимость, создаются условия для впитывания и накопления располагающейся в воздухе влаги.

Основная часть

Допосевное локальное внесение удобрений с нарезкой гребней в республике можно проводить широко известными культиваторами-растениепитателями, такими как КОР-4; КОН-2,8; Farmet Fertis 4,5; Amazone TL; STG 9-400 и др. (рис. 1).

Культиватор-окучник растениепитатель КОР-4 (рис. 1а) предназначен для нарезки или формирования гребней, рыхления междурядий, уничтожения сорняков, одновременного локального внесения минеральных удобрений на легких и средних почвах, засоренных камнями.

Культиватор-окучник навесной КОН-2,8 (рис. 1б) предназначен для для нарезки гребней, довсходовой и послевсходовой обработки междурядий 4-х рядных посадок картофеля с одновременным боронованием и окучиванием, боронования по всходам, окучивания или культивации, подкормки растений сыпучими минеральными удобрениями.



Рисунок 1 – Культиваторы для локального внесения удобрений: а) культиватор-окучник растениепитатель КОР-4; б) культиватор-окучник навесной КОН-2,8; в) глубокорыхлитель Farnet Fertis 4,5 (Чехия); г) глубокорыхлитель Amazone TL; д) глубокорыхлитель STG 9-400.

Для подготовки почвы под кукурузу фирма Farnet (Чехия) предлагает глубокорыхлитель с внесением удобрений Fertis 4,5. Культиватор осуществляет глубокое рыхление и локальное внесение минеральных удобрений. Это позволяет подтягивать почвенную влагу к поверхности (рис. 1в). Немецкая компания AMAZONE выпускает глубокорыхлитель, который предназначен для бесплужовой обработки почвы с внесением удобрений, даже при высоком содержании соломы (рис. 1г).

Локальное внутривспашечное внесение удобрений с чизельным рыхлением почвы фирма АЮ (Италия) предлагает осуществлять глубокорыхлителем STG 9-400 (рис. 1д). Аналогично устроены машины других отечественных и зарубежных производителей.

Конструкции рабочих органов для внутривспашечного локального внесения удобрений разных производителей схожи и сводятся к тому, что высев удобрений происходит за культиваторной или чи-

зельной стойкой. Рассмотрим конструкции таких рабочих органов разных производителей (рис. 2 а-ж).



Рисунок 2 – Устройства для локального внесения удобрений: а) Farmet Fertis 4,5 (Чехия); б) Amazone (Германия); в) Horsch (Германия); г), д) Mzuri (Великобритания); ж) экспериментальный завод НПЦ НАН Беларуси по механизации.

Заключение

Основные дозы минеральных удобрений лучше вносить до посева. А это значит, что процесс внутрипочвенного внесения удобрений может выполняться одновременно с подготовкой почвы под посев картофеля – при формировании гребней. Для улучшения водно-воздушного режима необходимо разрушить плужную подшву – проводить чизелевание корнеобитаемого слоя.

Список использованной литературы

1. Анализ существующих технологий возделывания картофеля и обоснование оптимальной технологии его посадки / Д.Г. Зубович [и др.] // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: материалы Междунар. науч.-практич. конф., Минск, 23–24 октября 2014 г. В 2 ч. Ч. 1. – Минск: БГАТУ, 2014. – С. 52–54.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ПОДГОТОВКИ ПОЧВЫ ПОД ПОСЕВ МЕЛКОСЕМЯННЫХ КУЛЬТУР

П.П. Бегун, канд. техн. наук

РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

himvsh@mail.ru

Аннотация: В статье представлены общие сведения, назначение и устройство экспериментальной установки для предпосевной подготовки почвы под посев мелкосемянных культур.

Abstract: The article presents general information, the purpose and design of an experimental installation for pre-sowing soil preparation for sowing small-seeded crops.

Ключевые слова: предпосевная подготовка почвы, мелкосемянные культуры, экспериментальная установка, катковые и рыхлительные рабочие органы.

Keywords: pre-sowing soil preparation, small-seeded crops, experimental installation, roller and loosening working parts.

Введение

Практикой возделывания сельскохозяйственных культур установлено, что такие агротехнические приемы, как рыхление, крошение, выравнивание, предпосевное прикатывание почвы, выполняемые почвообрабатывающими комбинированными агрегатами, оказывают положительное влияние на свойства и режимы почвы, способствуют более быстрому прорастанию семян и, соответственно, повышению урожайности [1, 2].

Предпосевная обработка почвы под мелкосемянные культуры характеризуется своими особенностями, поскольку последние предъявляют более жесткие требования к качеству обработки почвы по сравнению с зерновыми культурами [3]. С целью улучшения водно-воздушного и теплового режима в почве, в особенности поверхностного слоя и семенного ложа, используют почвообрабатывающие катки, как отдельные орудия, так и в составе комбинированных машин. Существующие почвообрабатывающие комбинированные агрегаты недостаточно полно удовлетворяют агротехни-

ческим требованиям, предъявляемым к предпосевной обработке почвы под мелкосеменные культуры. Не в полной мере изучены процессы рыхления и крошения почвенных комков, уплотнения и выравнивания поверхности почвы катковыми и рыхлительными рабочими органами.

Основная часть

Для подтверждения теоретических исследований и более детального изучения процесса подготовки почвы под посев мелкосемянных культур рыхлительными и катковыми рабочими органами, изготовлена экспериментальная установка (рисунок 1), выполненная в полунавесном варианте. Она состоит из следующих основных частей: двух полурам (передней 1 и задней 2), навесного устройства 3, блока катковых рабочих органов 5 и блока рыхлительных рабочих органов 4.

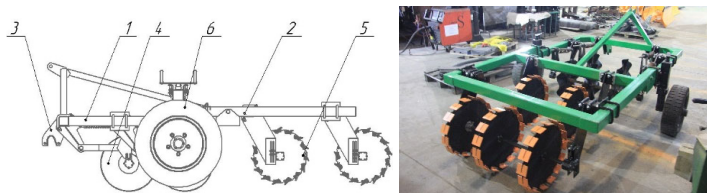


Рисунок 1 – Общий вид экспериментальной установки: 1 – передняя полурама; 2 – задняя полурама; 3 – навесное устройство; 4 – блок рыхлительных рабочих органов; 5 – блок катковых рабочих органов; 6 – регулировочное колесо

На передней полураме располагается блок рыхлительных рабочих органов в виде волнистых дисков, установленных в два ряда, с возможностью изменения следующих параметров: межосевого расстояния между рядами с дисковыми рабочими органами; расстояния между дисковыми рабочими органами в ряду.

На задней полураме – блок катковых рабочих органов с аналогичным изменением параметров их расстановки.

Обе полурамы, представляющие собой две отдельные сварные конструкции, закрепленные между собой скобами и опираются на опорные колеса, которые регулируются по высоте винтовым механизмом, имеющий фиксатор заданного положения в виде подпружиненного штока, благодаря чему можно изменять глубину обработки почвы рыхлительными рабочими органами и плотность по-

севного ложа прикатывающим катками. Кроме того, конструкция экспериментальной установки предусматривает возможность изменения положения полурам относительно друг друга, тем самым увеличивая или уменьшая расстояние между блоками катковых и дисковых рабочих органов с целью исследования вопросов взаимодействия различных рабочих органов между собой. На передней полураме изготовлено трехточечное навесное устройство.

Катковые рабочие органы представляют собой цельный стальной диск, по окружности которого на равном расстоянии друг от друга, перпендикулярно торцевой его поверхности, установлены уплотняющие пластины (рисунок 3). Благодаря резьбовому присоединению пластин к диску, можно изменять угол их наклона в пределах от 5° до 45° путем перестановки фиксирующих болтов по регулировочным отверстиям с целью определения рациональных параметров катка для формирования семенного ложа под посев мелкосемянных культур на глубину 1–3 см с обеспечением требуемых параметров плотности почвы в посевном слое (1,0–1,3 г/см³).

Для проведения экспериментальных исследований были разработаны и изготовлены катковые рабочие органы различного диаметра (550, 500, 450 мм) с различным количеством уплотняющих пластин на них 17, 16, 15 штук соответственно (рисунок 2).

Рыхлительные рабочие органы представляют собой волнистые диски с радиально расположенными волнами. Для исследований приобретены диски различного диаметра, имеющие различные количество волн и различную ширину волны. Внешний вид и конструктивные параметры исследуемых волнистых дисков представлены в таблице.



а)



б)

Рисунок 2 – Набор экспериментальных катков с различными диаметрами: а) D=500 мм; D=450 мм, б) D=550 мм

Таблица. Конструктивные параметры исследуемых волнистых дисков

Внешний вид волнистого диска	Конструктивные параметры волнистого диска			
	Диаметр диска d, мм	Количество волн n, шт	Ширина диска B, мм	Толщина диска, мм
	500	12	20	4
	510	8	50	5
	550	8	60	5

Заключение

Разработанная и изготовленная экспериментальная макетная установка позволит провести экспериментальные исследования по установлению рациональных параметров катковых и рыхлительных рабочих органов, обеспечивающих качественную предпосевную подготовку для посева мелкосемянных культур в соответствии с предъявляемыми арготехническими требованиями.

Список использованной литературы

1. Гиль А.Е. Прикатывание почвы как средство борьбы с сорняками/ А.Е. Гиль// Сельское хозяйство Сибири. – 1960. – № 7.– С. 8–9.
2. Лисенков А.О. О прикатывании почвы/ А.О. Лисенков// МТС. 1958. – № 3. – С. 20–22.
3. Бегун П.П. Предпосевная подготовка почвы под посев мелкосемянных культур/ П.П. Бегун, С.Ф. Лойко// Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы междунар. науч.-техн.конф., посвященной 75-летию образования РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства/ (Минск, 20–21 окт. 2022 г.) / редкол.: П.П. Казакевич (гл. ред.), Т.А. Карпунина – Минск: Беларуская навука, 2022. – С. 260–264.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТИПА РАБОЧИХ ОРГАНОВ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ ПОД МЕЛКОСЕЯННЫЕ КУЛЬТУРЫ

П.П. Бегун, канд. техн. наук

РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

himvsh@mail.ru

Аннотация: В статье представлены конструктивные схемы катковых и рыхлительных рабочих органов способных обеспечить качественную предпосевную обработку почвы под посев мелкосемянных культур.

Abstract: The article presents design diagrams of roller and loosening working bodies capable of providing high-quality pre-sowing tillage for sowing small-seeded crops.

Ключевые слова: предпосевная подготовка почвы, мелкосемянные культуры, волнистый диск, катковые и рыхлительные рабочие органы.

Keywords: pre-sowing soil preparation, small-seeded crops, wavy disk, roller and loosening working parts.

Введение

Предпосевная обработка почв является финишной и поэтому является наиболее ответственной в создании условий для дружного прорастания и дальнейшего развития растений. Основной задачей предпосевной обработки почвы является создание благоприятных условий для равномерного распределения и прорастания семян при минимальных потерях почвенной влаги. При этом выравненность микрорельефа поля, глыбистость и плотность почвы являются основными показателями качества обработки почвы, влияющими на условия посева, водный и питательный режим растений, урожайность растений и эксплуатацию сельскохозяйственной техники.

Основная часть

Стремление снизить затраты при обработке почвы, уменьшить отрицательное воздействие на почву ходовых систем тракторов, выполнить предпосевную обработку почвы в сжатые агротехнические сроки и с требуемым качеством обусловило необходимость создания и при-

менения различных комбинированных машин и агрегатов [1, 2, 3]. Широко используемые в настоящее время комбинированные агрегаты для предпосевной обработки почвы не в состоянии выполнить за один проход полный технологический цикл качественной подготовки поля под посев мелкосемянных культур. В обрабатываемом слое образуются агрегаты, не способствующие формированию мелкоагрегатного слоя почвы обеспечивающего сохранения влаги, то есть создание в почвенном слое благоприятного биологического состояния для прорастания семян и роста растений. Кроме того, они обладают большой металлоемкостью и требуют значительных эксплуатационных, в т.ч. энергетических и трудовых затрат.

Предпосевная подготовка поля под мелкосемянные культуры в Республики Беларусь осуществляется двукратным, а нередко и трехкратным проходом агрегатов типа АКШ. Это приводит к дополнительным материальным и трудовым затратам, непродуктивной потере влаги, при каждой дополнительной обработке, увеличением агротехнических сроков подготовки почвы для посева и чрезмерным уплотнением почвы.

Данная проблема может быть решена с использованием агрегатов комбинированных почвообрабатывающих с правильно подобранными рабочими органами рыхлительного и каткового типа и теоретически обоснованными их конструктивно-технологическими параметрами.

Очень важным условием при подготовке почвы под посев, а в особенности мелкосемянных культур, является отсутствие плужной подошвы и переуплотненного подпочвенного горизонта. При их наличии с плотностью близкой к критической ($1,6...1,7 \text{ г/см}^3$) корневые волоски растений не могут проникать в нижние горизонты в поисках влаги и питательных веществ. В этом случае подпочвенные горизонты «не работают на урожай». Особенно это отрицательно сказывается в засушливые годы. Потери урожая, по данным многочисленных исследований, могут достигать 7–26 % [4].

Многочисленными агрономическими исследованиями установлено, что наилучшее сочетание названных факторов достигается при расположении семян на границе двух слоев – плотного и рыхлого, высота которого равна глубине заделки семян (2–3 см). В этом случае семя снабжается водой, которая поступает из глубины по капиллярам, а через верхний слой почвы – кислородом и теплом. При этом из почвы свободно удаляется углекислый газ.

Такое идеальное семенное ложе можно сформировать, если предпосевная обработка слежавшейся после вспашки почвы проводилась на глубину заделки семян 2–5 см. Взрыхлить почву на такую небольшую глубину и исключить при этом образование плужной подошвы возможно с применением в составе комбинированного агрегата в качестве рыхлительных рабочих органов – волнистых дисков.

Конструктивная схема предлагаемого нами рыхлительного рабочего органа – волнистого диска, представлена на рисунке 1. Она представляет собой специальный волнистый диск, который при обработке почвы входит в нее вертикально, не перемешивая слои и не образуя уплотнения на глубине обработки. При обработке почвы такими дисками улучшается структура почвы, обеспечивается рост корневой системы вглубь, лучше используется влага растениями, выше их засухоустойчивость и лучше используются питательные вещества.

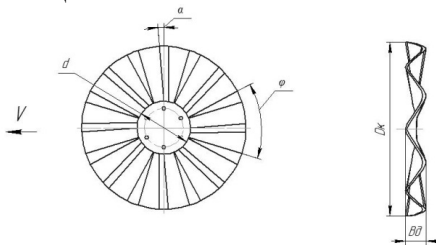


Рисунок 1– Конструктивная схема волнистого диска

В последние годы практика показала, что более качественные результаты работы при подготовке поля под посев мелкосемянных культур достигаются при применении катков кольчато-шпорового типа, которые в республике Беларусь получили широкое применение. Рабочие элементы этих типов катков хорошо взаимодействуют с обрабатываемым слоем почвы по ширине захвата и направлении движения, обеспечивая необходимое крошение, уплотнение, выравнивание, вычесывание сорняков и формирование поверхностного мульчирующего влагосберегающего слоя.

Принципиальная конструктивная схема предполагаемого нами кольчато-шпорового катка представлена на рисунке 2. Он должен состоять из диска 1, по окружности которого должны располагаться под определенным углом Ψ к плоскости перпендикулярной оси вращения диска, пластины 2. Основными его конструктивными и

кинематическими параметрами, которые будут влиять на качество выполнения технологического процесса являются диаметр D и частота вращения диска, ширина B и длина L пластин, их количество на диске и угол расположения ψ .

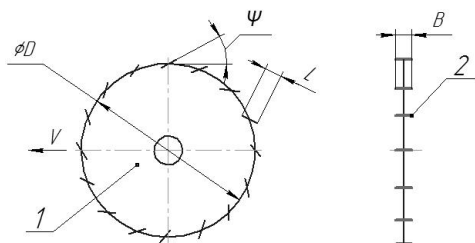


Рисунок 2 – Принципиальная конструктивная схема кольчато-шпорового катка

Заклучение

Разработка рабочих органов каткового и рыхлительного типа для агрегатов комбинированных почвообрабатывающих, отличающаяся простотой конструкции и низкой стоимостью, позволит за один проход производить целый ряд технологически взаимосвязанных операций: качественное выравнивание микрорельефа и крошение почвы с удалением растительных остатков, необходимое уплотнение посевного слоя, обеспечивающих высокое качество подготовки почвы к посеву мелкосемянных культур в сжатые сроки и при снижении энергозатрат.

Список использованной литературы

1. Вилде, А.А. Комбинированные почвообрабатывающие машины / А.А. Вилде [и др.]. – Л.: Агропромиздат, 1986. – 128 с.
2. Бурченко, П.Н. Технологии и техника для обработки почвы на пороге нового столетия / П.Н. Бурченко // Земледелие, 2003. – № 2. – С. 28–29.
3. Голубев, Д.А. Обоснование параметров и режимов работы комбинированной бороны для предпосевной обработки почвы под мелкосеменные культуры. – Автореф. дис... канд. техн. наук. – Тверь, 2010. – 16 с.
4. Отраслевой регламент. Возделывание льна-долгунца. Типовые технологические процессы. – Минск: РУП «Институт льна», 2017. – 35 с.

СТЕНДЫ И УСТАНОВКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РАСПЫЛИТЕЛЕЙ ПОЛЕВЫХ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ

**И.С. Крук¹, канд. техн. наук, доцент,
О.В. Гордеенко², канд. техн. наук, доцент,
А.А. Анищенко¹, аспирант**

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

²УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь
kruk_igar@mail.ru

Аннотация: В статье дан обзор лабораторных установок для оценки работы гидравлических распылителей и предложена установка для исследования влияния параметров колебаний штанги на неравномерность распределения жидкости.

Abstract: The article gives an overview of laboratory setups for evaluating the performance of hydraulic atomizers and proposes a setup for investigating the influence of boom vibration parameters on the non-uniformity of liquid distribution.

Ключевые слова: установка, распылитель, движение, капля.

Keywords: installation, atomizer, motion, drop.

Введение

Качество внесения рабочих растворов пестицидов определяется не только техническим состоянием и правильной эксплуатацией опрыскивателей, но и работой распылителей, которая, в основном, определяет технологические, экономические и экологические показатели выполняемого технологического процесса. Поэтому разработка новых конструкций распылителей, обоснование их правильного выбора технологических настроек играют важную роль в истеме защиты растений, охране окружающей среды, получении качественной продукции и обеспечении продовольственной безопасности Республики

Основная часть

В настоящее время, вследствие простоты конструкции и отсутствия необходимости использования дополнительного оборудования, в конструкция полевых опрыскивателей широкое распростра-

нение получили гидравлические распылители. Их принцип работы основан на образовании капель за счет кинетической энергии движущейся жидкости или энергии ее удара об отражательную поверхность. Классификация гидравлических распылителей осуществляется по типу, геометрии создаваемого факела распыла и объемному расходу жидкости [1,2].

Основными технологическими параметрами гидравлических распылителей являются: ресурс, минутный расход жидкости, угол при вершине факела распыла, дисперсность распыла и возможность использования в ветреную погоду. Ресурс распылителей определяется степенью износа, который зависит от абразивности раствора и его кристаллизации внутри сопла. Ресурс пластикового распылителя составляет до 10 тыс. га, а керамического – до 100 тыс. га [1]. При этом степень износа существенно влияет на расход жидкости и неравномерность распределения препарата по обрабатываемой поверхности. Поэтому все распылители подвергаются селективной подборке и исследованиям в лабораторных условиях. Для оценки работы распылителя(ей) существуют и разрабатываются специальные стенды и лабораторные установки (рисунки 1) [3], с помощью которых исследуются ресурс распылителя, его геометрические и технологические параметры, качество выполнения технологического процесса в различных условиях.



Рисунок 1. – Стенды и лабораторные установки для исследования гидравлических распылителей полевых опрыскивателей

Для исследования величины сноса при использовании различных типов гидравлических распылителей используются различные установки открытого и закрытого (аэродинамическая труба) типов (рисунок 2).

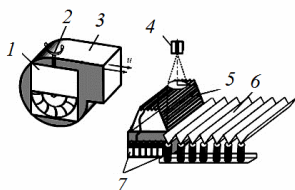


Рисунок 2 – Установки для исследования процесса сноса капель: 1 – заслонка; 2 – регулятор; 3 – вентилятор; 4 – распылитель; 5 – обрабатываемая поверхность (макет гребня); 6 – дополнительная приемная поверхность; 7 – мерные цилиндры

Для исследований влияния параметров колебаний штанги на закономерности распределения жидкости нами предложена лабораторная установка [4], состоящая из рамы 1, штанги 2 с распылителем(ями), стол-классификатор 3 с мерными стаканами 4 (рис. 3).

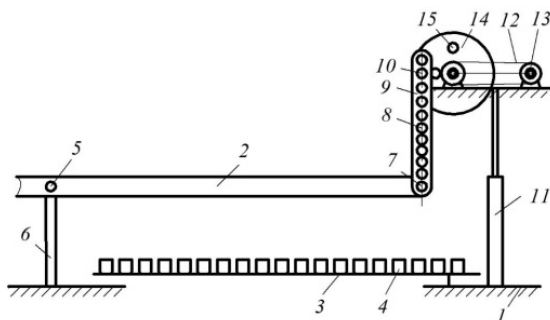


Рисунок 3 – Схема установки для исследования влияния параметров колебаний штанги на неравномерность распределения жидкости по ширине захвата

Штанга 2 центральной частью присоединяется с помощью шарнира 5 к неподвижному упору 6 с возможностью изменения ее угла наклона. Нижняя ось 7 установлена с возможностью поворота в регулировочных отверстиях 8 планки 9. Планка 9 осью 10 с установленным в соединенной с рамой опоре 11 диском 14, который при помощи ременной передачи 12 приводится электродвигателя 13 с регулируемой частотой вращения. При этом ось симметрии верхней оси 10 параллельна оси симметрии шарнира 5, и она также установлена в одном из сквозных регулировочных отверстий 15 диска 14, расположенных относительно его оси вращения на разных радиальных расстояниях. Установка позволяет изменять частоту, амплитуду колебаний штанги и расположение распылителя на различном расстоянии от места ее крепления.

Заключение

Для исследования работы гидравлических распылителей используются различные стенды и установки, позволяющие определить их геометрические и технологические параметры, а также их изменение в процессе работы при воздействии различных внешних факторов. Нами предложена конструкция лабораторной установки, позволяющей изучить влияние параметров колебаний штанги на равномерность распределения жидкости по ширине захвата.

Список использованной литературы

1. Lechler. Теория и практика опрыскивания / И.А. Редкозубов [и др.]. – Lechler, 2010. – 19 с.
2. 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. – 292 с.
3. 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.
4. Устройство для определения равномерности распределения распыляемой рабочей жидкости при колебаниях штанги сельскохозяйственного опрыскивателя / Крук И.С., Агейчик В.А., Прищепов М.А. // БГАТУ, № 23123, заявл. 26.12.2018, опублик. 30.08.2020.

УДК 631.35

ДИНАМИКА УБОРКИ СОИ И СОСТОЯНИЕ КОМБАЙНОВОГО ПАРКА В АПК АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ В 2022 ГОДУ

И.В. Бумбар¹, д-р техн. наук, профессор,

А.А. Кувшинов², канд. техн. наук, ст. науч. сотр.

¹ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»,

²ФГБНУ ФНИ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои»,

г. Благовещенск, Амурская область, Российская Федерация

pzrk_igla1992@mail.ru

Аннотация: В статье представлены показатели посевных площадей и валовых сборов по сое в Амурской области, а также представлено состояние комбайнового парка в 2022 году.

Abstract: The article presents the indicators of acreage and gross soybean yields in the Amur region, and also presents the state of the combine park in 2022.

Ключевые слова: соя, зерноуборочный комбайн, посевная площадь, валовый сбор

Keywords: soybeans, combine harvester, sown area, gross collection

Введение

Соя является основной сельскохозяйственной культурой, возделываемой в Амурской области. Особенностью уборочного периода является изменение погодных условий и затяжной характер, связанный с недостаточной оптимизацией уборочного комплекса [1]. Посевная площадь сои в 2022 году составила 861,1 тыс. га, валовый сбор зерна в весе после доработки – 1560,3 тыс. тонн. Посевная площадь зерновых и зернобобовых культур кроме сои составила 179,8 тыс. га, а валовый сбор этих культур в весе после доработки – 437,2 тыс. т. Если учесть, что уборка зерновых, зернобобовых, и в частности сои может вестись полным парком зерноуборочных комбайнов (2340 шт. в 2022 году по данным министерства сельского хозяйства Амурской области), но в различные периоды времени (зерновые культуры убираются в период с июля по сентябрь), то это практически 90 календарных дней. Однако учитывая неблагоприятные погодные условия этого периода, коэффициент использования рабочего времени составляет $K_n = 0,5–0,6$, а коэффициент готовности по техническому состоянию комбайнового парка не превышает $K_r = 0,8–0,9$. Величина нагрузки убираемой площади на один физический комбайн по всем основным сельскохозяйственным культурам составляет около 444,8 га.

Основная часть

На уборке сои нагрузка в 2022 г. теоретически на один физический комбайн составляла около 368 га. Учитывая меньшее значение рабочей скорости комбайна на уборке сои (до 6 км/ч) и ширину захвата жатки 7 м можно теоретически обеспечить в течение десятичасовой смены уборку 4,2 га/час или 42 га/смен. Таким образом, теоретически уборку можно закончить за 9 дней. Проведённый анализ уборки сои в 2022 г при статистически известной средней ежедневно убираемой площади показал, что действительный период уборки составил около 60 дней (с 19.09.22 г. по 17.11.22 г.).

В таблице 1 представлена динамика уборочного процесса по сое в 2022 году (по данным министерства сельского хозяйства Амурской области).

Таблица 1. Значение основных показателей уборки сои в АПК Амурской области в 2022 году (убранная площадь - га, намолот - т, урожайность - ц/га, уборочная площадь - га/день)

Показатель	Величина показателей по датам						
	19.09	23.09	28.09	03.10	08.10	13.10	18.10
га	8282	20265	57681	91413	179223	367182	518047
т	17905	44151	117699	181252	343187	685425	963099
ц/га	21,6	21,8	20,4	19,8	19,1	18,7	18,6
га/день	5837	2060	14503	20991	30729	35173	38849
Показатель	23.10	28.10	02.11	07.11	12.11	17.11	
га	685484	776379	838244	840570	861452	856687	
т	1269137	1427862	1499399	1550990	1603678	1608689	
ц/га	18,5	18,4	18,4	18,5	18,7	18,8	
га/день	64595	22631	7546	6809	526	-	

Фактически уборка сои закончилась 17.11.22 г. с показателями убранной площади – 856687 га, намолота – 1608698 т, средней урожайности – 18,8 ц/га. Из табл. 1 видно, что с 03.10.22 г. по 28.10.22 г. наблюдался наиболее эффективный период ежедневно убираемой площади. В среднем ежедневно за весь срок уборки сои убираемая площадь составляла 35,5 тыс. га. В связи с затягиванием сроков уборки наблюдалось снижение средней урожайности с 21,6 до 18,8 ц/га. На рис. 1 представлена диаграмма, характеризующая состав комбайнового парка в Амурской области в 2022 году.

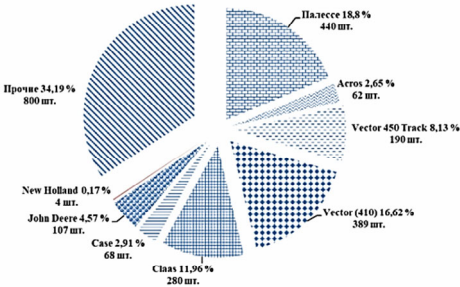


Рисунок 1 – Состав парка зерноуборочной техники в 2022 году

Из диаграммы (рис. 1) видно, что марки устаревших комбайнов Енисей, СК-5 Нива и др. составляют значительную долю (34,19 %)

от общего количества зерноуборочной техники. Если утилизировать данную технику и приобрести взамен высокопроизводительные комбайны семейств Гомсельмаш и Ростсельмаш, данное решение позволит значительно сократить время уборки основных с/х культур.

Заключение

При средних возможностях работы существующего комбайнового парка, плановая площадь посевов сои 861,1 тыс. га может быть убрана за 24 дня, а с учётом показателя работы 23.10.22 года (64595 га/день), уборка сои может быть закончена за 13 дней. Для своевременной и эффективной уборки сои и зерновых культур в Амурской области необходимо модернизировать парк уборочной техники за счёт приобретения высокопроизводительных комбайнов семейств Гомсельмаш и Ростсельмаш.

Список использованной литературы

1. Совершенствование уборки сои, зерновых и кукурузы в условиях Амурской области: монография / И.В. Бумбар, П.В. Тихончук, А.А. Кувшинов, М.И. Вязьмин, И.А. Лонцева; Дальневост. гос. аграр. ун-т. – Благовещенск: Дальневосточный ГАУ, 2023. – 284 с.

УДК 631.3.003.12

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Е.В. Ковалева, канд. экон. наук, доцент

*УО «Российский государственный аграрный университет – МСХА
имени К.А. Тимирязева»,
г. Москва, Российская Федерация
e79e@yandex.ru*

Аннотация: Определены закономерности изменения качества сельскохозяйственной техники с учетом морального и физического износа. Выявлено, что изготовление сельскохозяйственной техники, должно соответствовать требованиям технического прогресса.

Abstract: The patterns of changes in the quality of agricultural machinery are determined, taking into account moral and physical wear and tear. It was revealed that the production of agricultural machinery must meet the requirements of technical progress.

Ключевые слова: сельскохозяйственная техника, износ, качество, эффективность, оценка качества.

Keywords: agricultural machinery, wear, quality, efficiency, quality assessment.

Введение

Повышение эффективности использования сельскохозяйственной техники теснейшим образом связано с оценкой их качества, определении оптимальных сроков функционирования машин как средств производства с учетом динамики показателей качества из-за морального и физического износа [1].

Как для отдельных сельскохозяйственных предприятий, так и для общества в целом остается выполнение главной задачи обеспечения максимально возможных темпов повышения производительности общественного труда за счет повышения качества машин. Выполнение этой задачи осуществляется путем внедрения наиболее производительных машин на основе оценки их совершенства, учитывая тот факт, что технический прогресс проявляется в использовании машин, обладающих различными техническими и экономическими параметрами [2, 3].

Установлено, что широко применяемая методика оценки экономичности эксплуатации техники позволяет получить статистические данные параметров, характеризующих новую машину по методу единичных «засечек», отметок. Несмотря на то, что способность каждого отдельно взятого средства труда экономить труд и облегчать его мало изменяется в течение всего срока службы при наличии постоянно осуществляемого капитального ремонта, тем не менее общественная потребительная стоимость данного средства труда под воздействием технического прогресса меняется и довольно быстро. Следовательно, изменения первоначальных характеристик происходит лишь в результате технического прогресса.

Основная часть

В сфере производительного потребления всегда имеются машины, использование которых обеспечивает создание потребительских стоимостей как с меньшими, так и с большими издержками, чем средние.

Последние представляют собой средства труда, подвергшиеся в большей или меньшей мере моральному износу и подлежащие за-

мене новыми прогрессивными видами техники. Если общество вынуждено использовать машины с низким техническим уровнем, то произведенная при использовании этих машин продукция или оказанные услуги являются общественно необходимыми.

Это вытекает прежде всего из рассмотрения технического прогресса как процесса, непрерывного и необратимого по своему характеру. Непрерывное поступление новых машин приводит к созданию постоянных условий взаимного существования новых, средних и устаревших по техническому уровню машин, которые участвуют совместно в процессе производительного потребления.

Так как уровень средних затрат зависит от индивидуальных, то необходимо иметь в виду, что индивидуальные затраты будут определяться не только машинами, различающимися уровнем технико-экономического совершенства в начальный период производительного потребления, но и различающимся уровнем технического совершенства в связи с потерей первоначальных технико-экономических признаков, определяющих качество. [5].

Если потребности общества всегда превышают возможности общественного производства, то в целях наиболее эффективного использования производственных мощностей экономическая оценка машин является необходимым элементом, обеспечивающим более полное использование возможностей общества удовлетворить общественные потребности. Так как производство машин выступает как ограниченные ресурсы, то задача сводится к нахождению оптимальных условий максимального использования этих ресурсов.

В методиках по оценке качества новых машин не учитываются качественные и количественные изменения ресурсов [5].

Качество машин может быть охарактеризовано совокупным объемом ресурсов в стоимостном выражении в расчете на единицу производимой продукции, услуг:

$$K_R = \frac{R_c + r_1 + r_2 + \dots + r_n}{Q_R} \quad \text{или} \quad K_R = \frac{R_c + \sum_{i=1}^{i=n} r_i}{Q_R},$$

где K_R – стоимостная оценка функционирующих ресурсов, р./ед. продукции; R_c , r_1 , r_2 , r_n – стоимостная оценка функционирующих ресурсов, Q_R – произведенная работа, продукция, единица работы, продукции.

Чем меньше K_R по абсолютной величине, тем выше качество машин, так как при этом снижается ресурсопотребление производителей продукции, повышается эффективность машиноиспользования.

Относительные изменения совершенства машин ставят другой важный вопрос – выбор масштаба обеспечивающего соизмерения и практических приемов соизмерения. Это один из важных теоретических вопросов экономической оценки машин. Однако, многие исследователи не смогли уделить ему должного внимания, сосредоточив свои усилия на отработке чисто методико-практических путей оценки новой техники, необходимых для скорейшего решения вопросов оценки машин на машинно-испытательных станциях.

Заключение

Подводя итог проведенному теоретическому анализу определено, что производственные мощности должны быть загружены изготовлением сельскохозяйственной техники, соответствующих требованиям технического прогресса обеспечивая максимальное удовлетворение общественных потребностей. Для практического применения при расчете реальной эффективности новой машины и оценки качества необходимо учитывать снижение технического уровня машин не только в результате технического прогресса и использования машин старых марок, но и в результате их износа и изменения первоначальных технико-экономических параметров.

Список использованной литературы

1. Федоренко Ф.В. Повышение ресурсоэнергоэффективности агропромышленного комплекса: науч. изд. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. 284 с.
2. Ковалева Е.В. Экономическая оценка качества технических ресурсов АПК// Монография. – Иркутск: ООО «Мегапринт», 2017. – 174 с.
3. Тарасов В.И. Проблемы воспроизводства сельскохозяйственной техники и основные направления их решения // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. 2017. № 2. С. 42–49.
4. Ковалева Е.В. Теоретические аспекты воспроизводства ресурсов в сельском хозяйстве//Техника и оборудование для села. №1 (283) – 2021. С. 2–6.

5. Kovaleva, E.V. Assessing the Quality of Production Equipment / E.V. Kovaleva // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2022. – Vol. 372. – P. 825–833. – DOI 10.1007/978-3-030-93155-1_89. (In Switzerland.).

УДК 631.53.023

**К ВОПРОСУ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ
УСТРОЙСТВА ДЛЯ СБОРА СЕМЯН САКСАУЛА**

Б.Т. Мамбетов, д-р с.-х. наук, профессор,

С.Б. Бекбосынов, канд. техн. наук, профессор,

Ж.Б. Жумагулов, канд. техн. наук, ассоц. профессор

*НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский
университет»,*

г. Алматы, Республика Казахстан

serikbek@bk.ru

Аннотация: Проведён аналитический обзор существующих способов сбора семян саксаула и применяемые устройства с оценкой их работ. В конструкциях опытных образцов применены пневматические устройства и вибраторы. Предложена эффективная схема устройства с использованием рабочего органа, включающий в себя двух механизмов: вибратора для оказания вибрирующих действия ветвям и пневматического захвата для улавливания семян саксаула

Abstract: An analytical review and assessment of the existing methods of saxaul seeds collection and operation of devices' used for it carried out. Pneumatic devices and vibrators are used in the designs of the prototypes. An effective scheme of the device using a operating tool is proposed, which includes two mechanisms: a vibrator for providing vibrating action to branches and a pneumatic gripper for capturing saxaul seeds. An analytical review and assessment of the existing methods of saxaul seeds collection and operation of devices' used for it carried out. Pneumatic devices and vibrators are used in the designs of the prototypes. An effective scheme of the device using a operating tool is proposed, which includes two mechanisms: a vibrator for providing vibrating action to branches and a pneumatic gripper for capturing saxaul seeds.

Ключевые слова: саксаульники, отгонное животноводство, сбор семян, вибратор, пневматическое захватывающее устройство.

Keywords: saxaul field, animal husbandry, seed collection, vibrator, pneumatic gripping device

Введение

В Республике Казахстан из 12,4 млн га покрытых лесом угодий саксаульники занимают 6,1 млн га или половину лесопокрытой площади. При этом наибольшая площадь равная 3,4 млн га находится под черносаксауловыми насаждениями, саксаулом белым – 1,7 млн га, саксаулом зайсанским – несколько тысяч га. Они произрастают на прирусловых террасах действующих и древних сухих проток, древнеаллювиальных равнинах, в приграничных территориях пустынь с мощными песками и в песчаных пустынях мало-мощными песками и непосредственно на песках их заменяют белосаксауловые насаждения [1].

Саксаульники выполняют важные почвозащитные, средоулучшающие, санитарно-гигиенические функции, способствуют формированию устойчивых и продуктивных пастбищ, служат основной базой отгонного животноводства, используются при создании искусственных пастбищ, являются местом обитания и сохранения редких видов животного и растительного мира.

Успех выращивания саксаула во многом зависит от соблюдения особенностей ее агротехники создания и учета неблагоприятных факторов, отрицательно влияющих на приживаемость. Одной из неполностью решенных проблем в деле создания лесных культур посадкой семян является дефицит семян.

Основная часть

На предприятиях сбор семян саксаула выполняется вручную. Анализ процесса ручного сбора семян саксаула показывает, что ведется он двумя методами: обламыванием плодоносящих ветвей с последующим обиванием семян; ошмыгиванием семян непосредственно с плодоносящих ветвей. Разработчиками были созданы опытные образцы и лабораторно-полевые установки, в которых для отделения семян от ветвей были использованы силы всасывающего и нагнетающего воздушного потока, инерционные силы, возбуждаемые в плодозементах вибраторами [2]. Основными недостатками испытывавшихся конструкций являются: низкая сменная производительность устройств и высокая стоимость семян машинного сбора; низкий коэффициент полноты отделения семян с отдельно взятых деревьев; высокая засорённость собираемого вороха семян трудноотделимыми, примесями и повреждение семян в про-

цессе сбора; повышенная энергоемкость процесса – невозможность исключения ручного труда на основных и дополнительных операциях; невозможность исключения ручного труда на основных и дополнительных операциях. На пример, машина для сбора семян саксаула ССМ-I, имеет в качестве рабочих органов пневмовсасывающие трубки, соединенные с зоной разряжения гибкими шлангами, с помощью которых осуществляется сбор семян саксаула. Перемещение трубок в кроне производилось операторами, что делало их ручными приспособлениями. Применение вибрационных установок, в которых использовались вибрирующие вилки, обеспечивали достаточно высокие показатели по полноте отделения семян, но не решали вопроса их сбора. Применение различного вида улавливающих устройств расстилаемого и экранного типа не привело к положительным результатам из-за высокой парусности семян разброс их происходит в радиусе 12,15 м [3]. Проведенный анализ позволяет сформировать принцип конструктивного использования при разработке устройства для сбора семян саксаула. При этом подъём рабочего органа на требуемую высоту осуществляется путём его размещения на манипуляторной установке базового энергетического средства. Рабочий орган устройства объединяет двух механизмов: вибратора для оказания вибрирующих действия ветвям и пневматического захватывающего устройства для улавливания семян саксаула. За счет направленного движения рабочего органа за счет вибрации и всасывающего действия потока воздуха семена захватываются пневмозахватом и по направляющей магистрали падает в сборочную тару. Разработанный алгоритм сбора снижает вероятность повреждения как самих семян и ветвей семенных деревьев.

Заключение

Одной из главных проблем лесохозяйственных предприятий, расположенных в засушливых регионах страны, является дефицит семян саксаула. В связи с этим данная работа положительно решает данную проблему. В ходе выполнения анализа технологии и устройств по сбору семян саксаула позволяет обосновать технологическую схему устройства для сбора семян саксаула.

Список использованной литературы

1. Байзаков С.Б. Оценка экономики деградации земель для улучшения управления земельными ресурсами в центральной Азии (на примере Баканасского учреждения лесного хозяйства Алматинской области) / Алматы: ELD ICARDA, 2016. 56 с.

2. Дручинин Д.Ю., Гнусов М.А. Повышение эффективности сбора лесных семян с применением автоматизированных устройств//Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2021. №3(51). С. 69–78.

3. Зенин В.Ф., Казаков В.И. Технология и механизация лесохозяйственного работ / Под. ред. В.Г. Шаталова. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. 320 с.

УДК 623.618

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРЕДПОСЕВНОЙ ПОДГОТОВКИ ПОЧВЫ

Д.В. Ермаков, аспирант,

С.В. Шитов, д-р техн. наук, профессор,

Е.Е. Кузнецов, д-р техн. наук, доцент,

П.Н. Школьников, д-р техн. наук, доцент

Дальневосточный государственный аграрный университет

г. Благовещенск, Российская Федерация

denermakov00@gmail.com

Аннотация: В статье рассматривается вопрос повышения эффективности подготовки почвы под посев с использованием дисковых борон, за счёт перераспределения весовой нагрузки внутри машинно-тракторного агрегата между энергетическим средством и рабочими органами (дисками) сельскохозяйственной машины

Annotation: The article deals with the issue of improving the efficiency of soil preparation for sowing using disc harrows, due to the redistribution of the weight load inside the machine-tractor unit between the power means and the working bodies (disks) of the agricultural machine

Ключевые слова: весовая нагрузка, диски, энергетическое средство, почва, подготовка почвы

Keywords: weight load, disks, energy means, soil, soil preparation

Введение

Эффективность производства любой сельскохозяйственной культуры во многом зависит от своевременного и качественного выполнения всех сельскохозяйственных работ, предусмотренных применяемой технологией.

Вместе с тем, выпускаемые в настоящее время промышленностью средства механизации не всегда способны в полном объёме выполнять возложенные на них функции в связи со специфическими особенностями региона, тогда как предприятия нуждаются в полной реализации возможностей имеющихся в наличии машин и механизмов, в связи с чем возникает необходимость их модернизации и адаптации к зональным почвенно-климатическим и производственным особенностям.

Основная часть

Подготовка почвы (в частности почв с тяжёлым механическим составом) в условиях Амурской области происходит весной, когда сроки выполнения работ также ограничены наличием мерзлотного подстилающего слоя, который при повышении окружающей температуры воздуха начинает таять, в связи с чем снижается несущая способность слоя почвы. В этих условиях необходимо задействовать все имеющиеся средства механизации в максимально короткие сроки, особенно остро этот вопрос стоит в небольших крестьянско-фермерских хозяйствах (КФХ), где в качестве основного мобильного энергетического средства (МЭС) используются колёсные тракторы класса 1,4...2.

Наиболее отчётливо исследуемые факторы проявляются при использовании тракторов колёсной ходовой системы на бороновании, где в составе машинно-тракторного агрегата (МТА) используются дисковые бороны большой массы, с высоким тяговым сопротивлением.

Глубина обработки зависит от вертикальной весовой нагрузки, передаваемой на рабочий орган бороны-диск, отчего происходит заглубление дисков в почвенный слой, что при перекатывании бороны, вызывает перемешивание и разрыхление почвенных слоёв. При полном созревании почвы к проведению обработки и оптимальной влажности, наличии лёгких типов почв (песчаных и супесчаных) в обрабатываемых ландшафтах заглубление дисков бороны на максимальную глубину не вызывает особых трудностей, однако при применении на обработке суглинистых или глинистых почв заглубление происходит только на глубину в 15–18 см вследствие недостаточности веса.

Проведённый анализ ранее проведенных исследований позволил предложить обоснованное решение обозначенной задачи применением нового технического решения – догружающе-распределяющего устройства сцепного веса тяжёлой дисковой бо-

роны, на которое получен патент Российской Федерации на изобретение № 2665074 (рисунок 1,2).

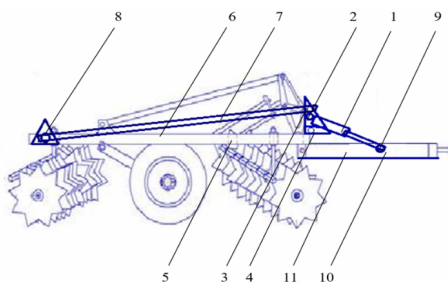


Рисунок 1 – Профильный вид бороны с догружающе-распределяющим устройством сцепного веса тяжёлой дисковой бороны: 1 – гидроцилиндр, 2 – угловой кронштейн, 3 – верхний силовой шарнир, 4 – шарнирная опора, 5 – рама бороны, 6 – борона, 7 – выравнивающая тяга, 8 – задний опорный шарнирный кронштейн, 9 – торсионная ось, 10 – вилочная рабочая часть силового гидроцилиндра, 11 – поперечина сницы

Догружающе-распределяющее устройство, сцепного веса, тяжёлой дисковой бороны выполнено в виде конструкции, состоящей из силового гидроцилиндра 1, установленного в угловом кронштейне 2 с верхним силовым шарниром 3, крепящемся в шарнирной опоре 4 на верхней фронтальной части рамы 5 бороны 6, выравнивающей тяги 7, закрепленной окончаниями в верхнем силовом шарнире 3 углового кронштейна 2 и заднем опорном шарнирном кронштейне 8, торсионной оси 9, проходящей через вилочную рабочую часть 10 силового гидроцилиндра 1 и встроенной между поперечинами сницы 11 бороны 6.



Рисунок 2 – Дисковая борона с установленным устройством для перераспределения веса

Заключение

В результате проведенных исследований было установлено, что при работе предлагаемого устройства происходит перераспреде-

ние внутри машинно-тракторного агрегата между энергетическим средством и рабочими органами дисковой бороны.

Список использованной литературы

1. Бороны дисковые: характеристики и классификация [Электронный ресурс]. – URL: <https://dosie.su/equipment/26474-borona-diskovaya-harakteristiki-i-klassifikaciya.html>;

2. Ермаков Д.В., Леонов В.В., Щитов С.В., Кузнецов Е.Е., Панова Е.В. Распределение вертикальной нагрузки дисковой бороны с корректором сцепного веса [Электронный ресурс] URL: http://selmech.msk.ru/322.html#_Распределение_вертикальной_нагрузки;

3. Ермаков Д.В., Леонов В.В., Щитов С.В., Кузнецов Е.Е., Панова Е.В., Теоретические исследования силовых реакций и устойчивости движения системы при выравнивании вертикальной нагрузки тяжёлой рамной дисковой бороны в условиях внешнего догружения [Электронный ресурс] URL: <https://elibrary.ru/item.asp?edn=rfnrbx>;

4. Кузнецов Е.Е., Щитов С.В. Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в технологии возделывания сельскохозяйственных культур: Монография. ДальГАУ-Благовещенск, 2017. – 272 с

5. Ермаков Д.В., Щитов С.В. Повышение эффективности использования дисковых борон Студенческие исследования – производству Материалы 29-й студенческой научной конференции – г. Благовещенск, ноябрь 2021 г.

УДК 631.319.06

ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ПОЧВ ЮГА КАЗАХСТАНА

А.С. Рзалиев, канд. техн. наук, доцент,

В.П. Голобородько, канд. с.-х. наук,

С.Б. Бекбосынов, канд. техн. наук

ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии»,

г. Алматы, Республика Казахстан

rzaliyev@mail.ru

Аннотация. Проведены исследования по влиянию различных технологических приемов и технических средств на агрофизические и воднофизические показатели светло-каштановой почвы орошаемой

зоны Юга Казахстана. Для внедрения ресурсосберегающих технологии возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Юга Казахстана разработаны перспективные технические средства для основной и предпосевной обработки почвы под пропашные культуры: рыхлители чизельные РЧ-2,4, РЧ-4; орудия комбинированные ОКН-3,6, ОКП-4.

Abstract: Research has been carried out on the influence of various technological methods and technical means on agrophysical and water-physical indicators of light chestnut soil in the irrigated zone of the South of Kazakhstan. To introduce resource-saving technologies for cultivating agricultural crops in the conditions of the South of Kazakhstan has developed promising technical means for basic and pre-sowing tillage for row crops: chisel rippers RF-2.4, RF-4; combined guns OKN-3.6, OKP-4.

Ключевые слова: светло-каштановая почва, эрозия почвы, влажность почвы, рабочие органы, почвообрабатывающие машины, полевой опыт, соя, запас влаги, фракции почвы, традиционная технология, перспективная технология, качество обработки.

Keywords: light chestnut soil, soil erosion, soil moisture, working tools, tillage machines, field experience, soybean, moisture reserve, soil fractions, traditional technology, advanced technology, processing quality.

Введение

При систематическом применении отвальной вспашки образуется плужная подошва. Переуплотненная почва в зоне плужной подошвы резко снижает свое водопоглощающее свойство. Исследования ряда авторов [1-7] показывают, что усвоение атмосферных осадков уплотненной почвой снижается в три-четыре раза, а при орошении такая разница может быть на порядок выше. Для уменьшения отрицательного воздействия перечисленных факторов на продуктивность сельскохозяйственных культур и сохранения плодородия почв исследовались:

- процессы образования эрозионно-опасных частиц почвы при различных режимах влажности и способах ее обработки;
- приемы, повышающие влагообеспеченность почвы за счет улучшения и сохранения ее структуры, создания оптимальных агрофизических и технологических показателей в обрабатываемом слое обеспечивающих снижение испарения, увеличение водоудерживающей способности.

На основании результатов исследований разработан технологический комплекс машин для основной и предпосевной обработки почвы по ресурсосберегающей технологии.

Основная часть

Исследования проводились на светло-каштановой почве среднесуглинистого механического состава.

Для проведения исследований был заложен полевой опыт в котором определялось влияние разных типов рабочих органов на фракционный состав почвы. Были испытаны рабочие органы отвального плуга ПЛН-4; зубовых БЗС-1 и дисковых борон БДН-2,4, стрельчатые лапы культиватора для сплошной обработки почвы КПС-4; плоскорезные лапы культиваторов КРН-4; рыхлительные стойки чизельных плугов ПЧ-4, а также изучалось влияние технологических приемов и технических средств применяемых в традиционной и предлагаемой перспективной технологии на водный режим и агрофизические показатели орошаемой светло-каштановой почвы при возделывании сои.

С учетом полученных данных ТОО «НПЦ агроинженерии» разработал почвообрабатывающие машины для перспективной (водо- и почвосберегающей) технологии обработки почвы, оказывающие минимальное отрицательное воздействие на почву, способствующие накоплению влаги в почве и обеспечивающие качество ее обработки соответствующее агротребованиям в том числе:

- орудия комбинированные ОКН-3,6 и ОКП-4 за один проход производящие культивацию, выравнивание и прикатывание почвы с дополнительным крошением. Использование трех типов рабочих органов (стрельчатых лап, выравнивателей, катков) обеспечивает высокое качество крошения различных по механическому составу почв, полное уничтожение сорняков (рисунок 1). Совмещение трех технологических операций, позволяет предотвратить иссушение почвы за счет разрыва по времени между их проведением;



ОКП-4



ОКН-3,6



ПЧ-2,3

Рисунок 1 – Почвообрабатывающие машины разработанные ТОО «НПЦ агроинженерии»

- рыхлители чизельные РЧ-2,4; РЧ-4 проводящие сплошное рыхление почвы без оставления подпочвенных гребней на глубину 35 см экспериментальными рабочими органами разработанными в ТОО «НПЦАИ» [8-10]. Особенностью работы машин является сплошное объёмное рыхление почвы. В результате такой обработки улучшается аэрация почвы, проницаемость и накопление влаги, не происходит образования пыли в верхнем слое.

При обработке почвы чизельным глубокорыхлителем РЧ-2,4 плотность и твердость почвы в обработанном слое 0–35 см были постоянными и составляли в среднем соответственно $1,16 \text{ г/см}^3$ и 1,54 МПа. Ниже обработанного слоя эти показатели увеличились до $1,58 \text{ г/см}^3$ и 2,4 МПа. При отвальной вспашке плугом ПЛН-4 на глубине 25–27 см образовалась плужная подошва, на что показывает значительное повышение плотности и твердости в ниже лежащем слое. Так если в слое 0–20 см эти показатели составляли соответственно $1,05 \text{ г/см}^3$ и 1,33 МПа, то в необработанном слое 30–40 см они увеличились до $1,55 \text{ г/см}^3$ и 2,4 МПа. Плужная подошва затрудняла проникновение влаги в нижние слои почвы, ее аэрацию и угнетала развитие корневой системы растений. Запас общей влаги в 50 см слое был выше при чизельной обработке. Это связано с тем, что при работе отвального плуга происходит иссушение верхнего оборачиваемого слоя почвы, тогда как при работе чизеля верхний слой с растительностью остается нетронутым.

Таким образом, после основной обработки почвы чизельным глубокорыхлителем РЧ-2,4 почва имела лучшие агрофизические и водно-физические показатели (запас общей и продуктивной влаги).

Агрофизические показатели почвы и ее крошение к моменту окончания предпосевной обработки были примерно одинаковыми, и соответствовали агротребованиям (не менее 80 % фракции размером менее 20 мм) как на варианте с традиционной, так и перспективной технологией. Для этого потребовалось осуществить 5 проходов МТА по полю на варианте с традиционной технологией и 3 прохода МТА по полю по перспективной технологии. Это сказалось на запасе влаги в почве и содержании ее эрозионно-опасной фракции размером менее 1 мм.

Большее количество проходов МТА по полю при применении традиционной технологии привело к увеличению сроков проведения весенних полевых работ по сравнению с перспективной и как

следствие к иссушению почвы в результате испарения влаги. Общий запас влаги в почве в слое 0–50 см соответственно по традиционной и перспективной технологии составил 100 и 87 мм, а доступной 56 и 41 мм. Содержание эрозионно-опасной фракции при обработке почвы по традиционной технологии составило 27,0 % против 20,1 % по ресурсосберегающей технологии. При допустимом значении 25 %. Кроме того, уменьшение количества проходов МТА по полю обеспечило снижение затрат на проведение предпосевной подготовки почвы на 20 %.

Заключение

При обработке почвы чизельным глубокорыхлителем РЧ-2,4 не образовывалось плужной подошвы, а также количество эрозионно-опасных частиц находилось в допустимых пределах, увеличился запас влаги в почве; при весенней обработке почвы к моменту ее окончания крошение почвы было примерно одинаковыми и соответствовало агротребованиям (не менее 80 % фракции размером менее 20 мм) как на варианте с традиционной технологией после 5 проходов МТА, так и на варианте с перспективной технологией после 3 проходов МТА. Уменьшение количества проходов МТА по полю обеспечило снижение затрат на проведение предпосевной подготовки почвы на 20 %.

Список использованной литературы

1. Проблема плужной подошвы у почвы и пути ее решения. [Электронный ресурс] – URL: <https://propozitsiya.com/problema-pluzhnoy> (Дата обращения 09.07.2019).
2. Сенченко, С.И. Чизелевание почвы на Северном Кавказе // Земледелие. – 1986. – №2. – С. 47–48.
3. Панов И.М., Юзбашев В.А., Плющев Г.В., Гильштейн П.М. Обоснование параметров чизельных плугов // Тракторы и сельхозмашины. – М., 1982. №9. – С. 16–18.
4. Панов И.М., Скорик В.Л., Кузнецов Ю.А. и др. Эффективность обработки почвы чизельными плугами // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1983. – №3. – С. 15–7.
5. Florian Schneidera., Axel Dona., Inga Henningsb., Oliver Schmittmannb., Sabine J. Seidelc. 2017. The effect of deep tillage on crop yield – What do we really know? Soil & Tillage Research 174. 193–204.
6. Florian Schneider, Axel Don, Inga Hennings, Oliver Schmittmann, Sabine J. Seidel. The effect of deep tillage on crop yield – What do we really know? Soil & Tillage Research, Volume 174 (2017), Pages 193–204.

7. G. F. Botta, D. Jorajuria, R. Balbuena, M. Ressia, M. Tourn. Deep tillage and traffic effects on subsoil compaction and sunflower (*Helianthus annus L.*) yields Soil and Tillage Research, Volume 91, Issues 1–2, December 2006, Pages 164–172.

8. Рзалиев А.С., Грибановский А.П., Голобородько В.П., Бекмухаметов Ш.Б., Сопов Ю.В., Суюндуков А.А. Определение оптимальных типов и параметров рабочих органов рыхлителя-выравнивателя почвы РВП-4 // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2018. – №2. – С. 43–48.

9. Рзалиев А.С., Оспанбаев Ж.О., Голобородько В.П., Бекмухаметов Ш.Б., Суюндуков А.А. Комбинированное орудие для обработки почвы в технологиях органического земледелия юга Казахстана // Сб. матер. междунар. науч.-практ. конф. «Органическое сельское хозяйство – основа производства экологически чистой продукции». – Алматы, 2018. – С. 353–357.

10. Askar Rzaliyev, Valeria Goloborodko, Shabden Bekmuhametov, Zhumagali Ospanbayev, Aizada Sembayeva. Influence of tillage methods on food security and its agrophysical and water-physical properties//Food Science and Technology, Campinas, 43, e 76221, 2023.

УДК 631.3

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МАШИН ДЛЯ УНИЧТОЖЕНИЯ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА

В.А. Бурдейко¹, ст. преподаватель,

В.Б. Ловкис², канд. техн. наук, доцент

¹УО «Барановичский государственный университет»,
г. Барановичи, Республика Беларусь,

²УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

v_a_victor@mail.ru

Аннотация: Рассматриваются основные рабочие органы машин для уничтожения колорадского жука при выращивании экологически чистого картофеля. Приводится классификация основных рабочих органов для уничтожения колорадского жука, в том числе перспективных.

Abstract: Discusses the main working bodies of machines for destruction of the Colorado potato beetle when growing organic potatoes. Classification of the main working bodies, however promising.

Ключевые слова: экологически чистый картофель, средства уничтожения колорадского жука, классификация основных рабочих органов.

Keywords: organic potatoes, means for destruction of the Colorado potato beetle, classification of the main working bodies, however promising.

Введение

При выращивании экологически чистого картофеля на многих машинах для сбора и уничтожения колорадского жука кроме основных рабочих органов для сбора устанавливают и рабочие органы для уничтожения вредителей [1; 2].

В дальнейшем на данные машины будут установлены другие основные рабочие органы для рыхления междурядий картофеля, внесения минеральных удобрений, распределения водных экологически чистых растворов для борьбы с колорадским жуком, который остается после сбора их комбинированной машиной.

Основная часть

Основные рабочие органы для уничтожения колорадского жука получили наибольшее распространение по принципу действия (механические) и по конструкции: вальцовые, колесные, катковые, дисковые, дисково-ножевые, шестеренчатые, лопастные, лепестковые.

Вальцовые представляют собой пару плотно прилегающих друг к другу стальных валков, поверхность которых чаще всего бывает гладкой. Перспективными являются валки с прямолинейным или спиралевидным рифлением. Они могут быть стальными или полимерными с рифленой поверхностью. Или же основная цилиндрическая часть стальная, а бандажный рифленый цилиндр – полимерный. Для снятия раздавленной массы между валками устанавливают рядом с каждым валком прямоугольный упругий подпружиненный полимерный чистик. Набор плоских пружин может быть расположен внутри скребка под прямым углом к полосе соприкосновения катка со скребком. Валки вращаются навстречу друг к другу, ведущий связан с приводом, ведомый вращается от ведущего за счет передачи движения трением. Вход валков сопряжен с лотком, куда колорадские жуки поступают с помощью шнека или за счет силы тяжести самих жуков. Рассмотрим схему колесно-каткового рабочего органа (рисунок).

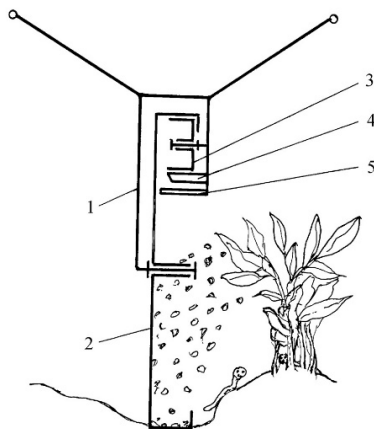


Рисунок – Схема колесно-каткового рабочего органа [3]

Устройство для уничтожения колорадского жука состоит из корпуса 1, опорно-приводного колеса 2, в соприкосновении с которым находится ролик 3. Колорадские жуки, попавшие с нижней поверхности листьев ботвы картофеля в кольцевой желоб колеса 2, раздавливаются катком 3, который, вращаясь, прижимает массу жуков к ободу колеса. Поверхность катка 3 и колеса 2 очищаются от остатков раздавленной массы чистиками 4 и 5. Колесо, перекачиваясь по поверхности поля, приводится во вращение при воздействии силы тяги на устройство.

Запатентовано (в основном в СССР) несколько сотен изобретений на машины и устройства для сбора и уничтожения колорадского жука [4–6]. Большинство машин, рабочих органов и приводов малоэффективны, достаточно сложны по конструкции, с высокими энергопотреблением и металлоемкостью, а отдельные и не могут быть применены на практике. Это, например, сложная система для насыщения водой поля после уборки картофеля, чтобы при замерзании почвы зимой вредители погибали; машина, в которой лепестковый измельчитель с фартуком снимает по частям ботву и жуков, одновременно измельчая их. Чтобы уничтожить вредителей, не попавших к рабочим органам для измельчения, установлен опрыскиватель с раствором ядохимикатов.

Охарактеризуем основные рабочие органы для уничтожения вредителей, их эффективность и применяемость (таблица).

Таблица. Достоинства и недостатки основных рабочих органов для уничтожения колорадского жука

Основные рабочие органы	Сложность и металлоемкость	Энергопотребление	Применяемость
Вальцовые:			
– стальные с гладкой поверхностью	Средняя	Среднее	Высокая
– стальные с рифленой поверхностью	Средняя	Среднее	Средняя
– полимерные со спиралевидным рифлением	Низкая	Низкое	Высокая в перспективе
Колесно-катковые	Средняя	Высокое	Средняя
Дисковые/дисково-ножевые	Высокая	Высокое	Низкая
Шестеренчатые	Средняя	Высокое	Низкая
Лопастные, лепестковые	Высокая	Высокое	Низкая

Заключение

Данная классификация рабочих органов для уничтожения колорадского жука при выращивании экологически чистого картофеля характеризует развитие их конструкций в целях повышения полноты уничтожения данного вредителя сельскохозяйственных растений, снижения стоимости, металлоемкости и энергопотребления.

Наиболее перспективными рабочими органами для уничтожения колорадского жука являются комбинированные рабочие органы, состоящие из пары вальцов со спиралевидным рифлением, изготовленных из полимерных материалов в целях снижения металлоемкости и энергопотребления.

Список использованной литературы

1. *Бурдейко, В.А.* Перспективные методы и средства для сбора и уничтожения колорадского жука / В.А. Бурдейко, Ю.И. Шадид // Технологии, экономика и право: актуальные проблемы и инновации : Междунар. науч.-практ. конф. 20–21 нояб. 2014 г., г. Барановичи, Респ. Беларусь / редкол.: А.В. Никишова (гл. ред.), А.К. Гавриленя (отв. ред.) [и др.]. – Барановичи : БарГУ, 2014. – С. 139–142.

2. *Бурдейко, В.А.* Перспективные рабочие органы машин для сбора колорадского жука / В.А. Бурдейко // Техника и технологии: инновации и качество : материалы III Междунар. науч.-практ. конф., 18 дек. 2015 г., г. Барановичи, Респ. Беларусь / редкол.: А.В. Никишова (гл. ред.), Ю.Е. Горбач (отв. ред.) [и др.]. – Барановичи : БарГУ, 2015. – С. 7–8.

3. Устройство для борьбы с колорадским жуком [Электронный ресурс] : пат. Ru 2202883C2 МПК A01M5/04 / И.И. Одинцов // Российский банк патентов. – Режим доступа: <http://bankpatentov.ru/node/362140>. – Дата доступа: 10.09.2023.

4. Устройство для сбора и уничтожения насекомых [Электронный ресурс] : пат. Ru 2007082C1 МПК A01M 5/08 / Н.И. Афанасенко [и др.] // Информ. портал рос. изобретателей. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent.html>. – Дата доступа: 12.09.2023.

5. Устройство для механического стряхивания колорадского жука с растений [Электронный ресурс] : пат. М 715076, кл. А 01 М 5/08 / К.Р. Уразаков [и др.] // Информ. портал рос. изобретателей. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/181/1813391.html>. – Дата доступа: 17.09.2023.

6. Устройство для сбора и уничтожения колорадского жука [Электронный ресурс] : пат. М 715076, кл. А 01 М 5/08 / С.К. Дерябин, Е.В. Четвергов // Нац. цифровой ресурс «Руконт». – Режим доступа: <http://rucont.ru>. – Дата доступа: 10.09.2023.

УДК 621

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВАКУУМНЫХ НАСОСОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Л.Г. Филипова, ст. преподаватель,

Я.А. Чикилевский, инженер,

А.Г. Веришко, студент

*Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: В статье приводится краткий обзор применения вакуумной техники в сельскохозяйственном производстве. Преимущества и перспективы данной техники, а также рассмотрен один из образцов вакуумных насосов фирмы «BOSCH» (Германия).

Abstract: The article provides a brief overview of the use of vacuum technology in agricultural production. The advantages and prospects of this technology, as well as one of the samples of vacuum pumps from «BOSCH» (Germany) are considered.

Ключевые слова: вакуумный насос, упаковка, сельское хозяйство, уборка урожая, производительность, продукты, переработка.

Keywords: vacuum pump, packaging, agriculture, harvesting, productivity, products, processing.

Введение

Вакуумные насосы, вакуумные агрегаты и системы играют важную роль в сельском хозяйстве, обеспечивая быструю и эффективную обработку продуктов питания и других материалов. Использование вакуумных технологий позволяет сократить и снизить степень потерь продуктов сельскохозяйственной переработки. Вакуумная упаковка продуктов увеличивает срок их хранения, защищает от контаминации и позволяет сохранять вкусовые и питательные свойства.

Преимущества и перспективы применения вакуумной техники

Вакуумные насосы играют важную роль в сельскохозяйственной деятельности, предоставляя ряд преимуществ и применений. Вот некоторые из них:

Орошение и ирригация: вакуумные насосы используются для подачи воды в системы орошения и ирригации. Они могут создавать низкое давление в системе, что позволяет поднимать воду из колодцев, рек или водохранилищ для подачи на поля. Это особенно полезно в случаях, когда вода находится на значительной высоте или находится далеко от места назначения.

Уборка урожая: вакуумные насосы используются для удаления пыли, грязи и других нежелательных материалов из собранного урожая. Они могут быть установлены на комбайнах и других сельскохозяйственных машинах, чтобы эффективно очищать собранные культуры, такие как зерно, овощи или фрукты. Вакуумная фасовка и упаковка: вакуумные насосы применяются для фасовки и упаковки сельскохозяйственной продукции. Они могут удалять воздух из пакетов или контейнеров с целью увеличения срока хранения и предотвращения окисления или разложения продуктов. Это особенно важно для свежих продуктов, таких как мясо, рыба, фрукты и овощи.

Машинное доение животных: вакуумные насосы широко используются в машинном доении коров и других животных. Они создают вакуум в доильной системе, что помогает собирать молоко с вымени животных. Это автоматизированный и эффективный способ доения, который облегчает процесс и повышает производитель-

ность. Вакуумная сушка: вакуумные насосы применяются для сушки сельскохозяйственных продуктов. Они могут создавать низкое давление внутри сушильных камер, что ускоряет процесс сушки путем ускорения испарения влаги. Это может быть полезно для сушки зерна, сена, фуража и других сельскохозяйственных материалов.

Создание вакуума обеспечивается либо с помощью эжекторов, либо с помощью вакуум-насосов. Последние обеспечивают более высокую производительность и имеют те же конструктивные решения, что и компрессоры.

В последнее время все большее распространение получают лопастные, винтовые и кулачковые вакуум-насосы, среди которых можно отметить пластинчатороторные маслоуплотненные и абсолютно сухие насосы, а также сухие ротационно-кулачковые насосы фирмы «BOSCH» (Германия), винтовые фирмы «KAESER» (Германия).

Одним из примеров насосов компании «BOSCH» (Германия) могут служить абсолютно сухие пластинчато-роторные вакуумные насосы серии SECO SV 1025 C (рис.), которые обеспечивают производительность от 2 до 250 м³/час и имеют соответственно электропривод от 0,18 до 7,5 кВт, вес – от 4,9 до 222 кг. Развиваемый вакуум – от 0,09 до 0,085 МПа. Работа этих насосов обеспечивается за счёт использования антифрикционных самосмазывающихся материалов, из которых изготовлены рабочие лопатки 2 (рисунок).

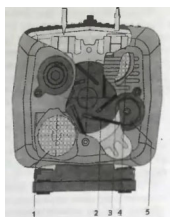


Рисунок – Вакуумный насос SECO SV 1025 C

Такие лопатки, изготовленные из твёрдых углеграфитных или менее твёрдых смоляносвязанно-графитных полимерных композитов, при вращении ротора 3 скользят всухую по чугунным гильзам, обеспечивая непрерывный цикл откачки. Сухое трение позволяет исключить применение масел вообще, что делает насосы простыми как конструктивно, так и в изготовлении – за счёт исключения всех фильтрационных и масло-рециркуляционных объёмов и устройств. Экологическая безвредность насосов обеспечивается фильтром

всасывания 1, фильтром выхлопа (версия компрессора) 4 и клапаном-глушителем выхлопа 5.

Заключение

Общим преимуществом использования вакуумных насосов в сельском хозяйстве является повышение эффективности, автоматизации процессов и улучшения качества продукции. Они помогают фермерам и производителям увеличить производительность и снизить потери, что способствует развитию сельского хозяйства.

Список использованной литературы

1. Электропневмоавтоматика в производственных процессах: Учеб. пособие / Е.В. Пашков, Ю.А. Осинский, А.А. Четверкин; Под ред. Е.В. Пашкова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2003. – 496 с., ил.

2. Кожевников С.Н., Пешат В.Ф. Гидравлический и пневматический приводы металлургических машин. М.: Машиностроение, 1973. – 360 с.

УДК 631.53

УЛУЧШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ С ПОМОЩЬЮ МИКРОГИДРАВЛИКИ

В.А. Сокол, ст. преподаватель,

И.Д. Модонов, студент

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

sokolav@bntu.by

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы развития и применения технологий микрогидравлики. Отмечены основные характеристики микрогидравлики: миниатюрные размеры элементов, небольшой расход жидкости, высокое давление, прецизионное изготовление, применение спецматериалов. Сделан вывод о микрогидравлике для повышения технического уровня и эффективности в сельхозмашиностроении.

Abstract: The article deals with the issues of development and application of microhydraulics technologies. The main characteristics of microhydraulics are noted: miniature dimensions of elements, small fluid flow, high pressure, precision manufacturing, application of spe-

cial materials. The conclusion is made about microhydraulics for increasing technical level and efficiency in agricultural engineering.

Ключевые слова: микрогидравлика, гидравлические системы, сельскохозяйственная техника, высокая точность, миниатюризация, автоматизация.

Keywords: microhydraulics, hydraulic systems, agricultural machinery, high precision, miniaturization, automation.

Введение

В машиностроении и приборостроении применение технологии микрогидравлики позволяет создавать компактные, высокоточные и энергоэффективные гидравлические системы управления и привода, для решения инженерных задач.

Основная часть

Микрогидравлика – это область гидравлики, связанная с созданием и использованием миниатюрных гидравлических устройств и систем. Особенности этой области включают:

- малые габариты и вес гидравлических компонентов – клапанов, насосов, цилиндров и других элементов;
- небольшие расходы рабочей жидкости – от нескольких миллилитров до нескольких л/мин (микро гидравлический актуатор - 0,1–1,0 мл/цикл, микро гидравлический насос 1–10 мл/мин, микро гидравлический клапан 0,11,0– см³/мин);
- давление в системе – до 350–400 бар;
- точность изготовления детали – до нескольких микрон;
- использование специальных конструкционных материалов.

Одно из перспективных направлений применения микрогидравлики – сельскохозяйственное машиностроение. Микрогидравлические аппараты управляют глубиной и скоростью пахоты почвы, что улучшает качества обработки и ведет снижению потерь урожая. Микрогидравлические насосы используются для оптимального распределения смазки и охлаждения в механизмах сельскохозяйственной техники, что повышает надежность и долговечность. Разрабатываются микроинструменты для точной уборки урожая, сенсорные захваты для сбора фруктов или овощей.

Сеялка точного высева John Deere ExactEmerge (рисунок) оснащена микрогидравлическим насосом с электроприводом, который обеспечивает подачу рабочей жидкости под давлением. Через распределители, поток направляется к отдельным микрогидроци-

линдрам, управляющим высеваящими аппаратами. Механизмы захвата семян приводятся в движение с помощью микрогидроцилиндров через систему рычагов, положение поршней цилиндров контролируется датчиками. Контроль работы распределителей и насоса осуществляет электронный блок управления. С помощью регулятора давления, поддерживает необходимое давление в системе.



Рисунок – Сеялка точного высева John Deere ExactEmerge [1].

Микрогидравлические системы в опрыскивателе садовом Lechler IDK используются для точного распределения воды и удобрений на полях. Микронасосы и микроклапаны обеспечивают регулирование потока жидкости, что позволяет использовать ресурсы и предотвращать перерасход.

Дальнейшее развитие микрогидравлики связано с созданием новых компактных гидроагрегатов, применением высокопрочных и долговечных материалов.

Заключение

Микрогидравлика представляет потенциал для улучшения и автоматизации сельскохозяйственной техники. Применение микрогидравлических систем позволяет достичь точного управления процессами, повышения производительности и снижения затрат на ресурсы. Внедрение микрогидравлических технологий в сельскохозяйственное машиностроение открывает новые возможности для повышения точности и эффективности сельхозтехники, автоматизации технологических процессов.

Список использованной литературы

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.deere.com/en/technology-products/precision-ag-technology/precision-upgrades/planter-upgrades/exactemerge-upgrade/> – Дата доступа: 20.04.2022.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.hawe.com/products/mini-hydraulics/> – Дата доступа: 20.04.2022.

3. Flow control for high-pressure micro hydraulics / A.J.M. Moers, D. Reynaerts // Second International Conference on Multi-Material Micro Manufacture, 2006. – 393–396 с.

4. Kedzierski, J., Holihan, E., Cabrera, R. et al. Re-engineering artificial muscle with microhydraulics. *Microsyst Nanoeng* 3, 17016 (2017).

УДК 621

ПРИМЕНЕНИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Л.Г. Филипова, ст. преподаватель,

Я.А. Чикилевский, инженер,

Е.В. Коваленко, студент

*Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: Пневматическое оборудование является неотъемлемой частью современной промышленности, в том числе и сельскохозяйственной. Благодаря своим качествам, таким как быстродействие, безопасность, компактность и малый вес, пневматика является неотъемлемой частью сельского хозяйства.

Abstract: Pneumatic equipment is an integral part of modern industry, including agriculture. Due to its qualities such as speed, safety, compactness and light weight, pneumatics are an integral part of agriculture.

Ключевые слова: Пневматика, сельское хозяйство, производительность, сеялка, опрыскиватель, транспортировка.

Keywords: Pneumatics, agriculture, productivity, seeder, sprayer, transportation.

Введение

Сельскохозяйственная промышленность является одной из важнейших отраслей экономики во многих странах мира. Для ее эффективной работы и постоянного спроса на увеличение производительности в сельскохозяйственной промышленности необходимо применять все более современные и быстродейственные системы. Одной из таких технологий, отвечающей заданным требованиям, является пневматика, а в частности, и пневматические устройства, применяемые для различных работ в сельском хозяй-

стве. Сеялки. Пневматические сеялки являются важным инструментом в сельскохозяйственной промышленности. Они обеспечивают равномерное распределение семян по почве, что способствует оптимальному росту растений. Пневматические сеялки обладают высокой точностью и скоростью сеяния, что позволяет сократить время и затраты на процесс. Они также позволяют регулировать количество семян, что повышает эффективность использования семенного материала.

Опрыскиватели. Пневматические опрыскиватели широко используются для распыления и удобрений и пестицидов на посевы. Они обеспечивают равномерное покрытие растений, что повышает эффективность применения химических веществ. Пневматические опрыскиватели также позволяют снизить риск загрязнения окружающей среды, так как они минимизируют количество необходимых химикатов. Кроме того, они способствуют экономии воды и улучшению качества урожая.

Транспортеры. Пневматические транспортеры позволяют перевозить сельскохозяйственные продукты, такие как зерно, сено или корм, на большие расстояния без необходимости использования традиционных транспортных средств. Это удобно для перевозки продукции с поля на склады или в производственные цеха, что способствует сокращению времени и затрат на транспортировку.

Заключение

Применение пневматических устройств в сельском хозяйстве имеет множество преимуществ, таких как повышение эффективности процессов, улучшению качества урожая, экономии ресурсов и сокращению вредного воздействия на окружающую среду.

Список использованной литературы

1. Воспуков В.К. Гидравлические и пневматические схемы сельскохозяйственных машин: справочное пособие. – Мн.: Ураджай, 1985.
2. Богданов И.Н. Пневматический транспорт в сельском хозяйстве. – М. : Росагропромиздат, 1991. – 126 с.: ил.; 20 см. – (Научно-технический прогресс в АПК). – Библиогр.: с. 127.

ОБОСНОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ САДОВОГО ТУННЕЛЬНОГО ОПРЫСКИВАТЕЛЯ

А.Н. Юрин¹, канд. техн. наук, доцент,

А.В. Захаров², канд. техн. наук, доцент,

А.Н. Юрина³, зам. нач. отдела

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,*

РУП «БелГИМ»,

г. Минск, Республика Беларусь.

anton-jurin@rambler.ru

Аннотация: В данной статье представлено обоснование функциональной схемы садового туннельного опрыскивателя.

Abstract: This article presents the rationale for the functional diagram of a garden tunnel sprayer.

Ключевые слова: туннельное устройство, садовый опрыскиватель, диффузор, воздушный поток, вентилятор.

Keywords: tunnel device, garden sprayer, diffuser, airflow, fan.

Введение

Одной из важнейших проблем садоводства Беларуси является борьба с вредителями и болезнями [1].

В настоящее время для обработки садов применяются вентиляторные опрыскиватели, при работе которых потери рабочего достигают от 90 % до 30 %, за счет сноса раствора ветром и его осаждения на землю, что увеличивает вредное воздействие на окружающую среду [2]. Устранение данного недостатка возможно за счет создания туннельных опрыскивателей [2]. При работе туннельных опрыскивателей обработка осуществляется в закрытой камере, вследствие чего на растениях остается то количество рабочего раствора, которое может удерживать листостебельный аппарат. Рабочий раствор проходя сквозь ряд насаждений осаждается на их ветвях и листьях (рис. 1). Часть раствора, проходя сквозь крону попадает в противоположный шатер туннельного опрыскивателя, где осаждается, стекает по стенкам конденсаторов и попадает обратно в бак.

Обоснование функциональной схемы опрыскивателя.

Для обеспечения качественной обработки насаждений различной плотности необходимо создать достаточный воздушный поток, способный обеспечить транспортирование рабочего раствора пестицида в плотную крону многолетнего дерева на поздней стадии вегетации.

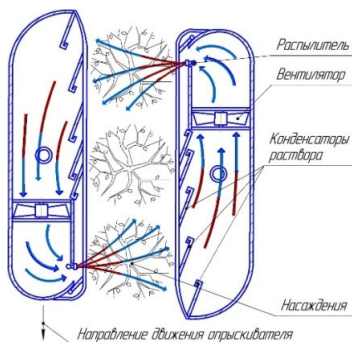


Рисунок 1 – Схема работы туннельного опрыскивателя

При этом, для обеспечения наибольшей экономии рабочего раствора, не осевшего на ветви и листья обрабатываемых деревьев необходимо обеспечение наиболее полного улавливания потока «окном» противоположного шатра.

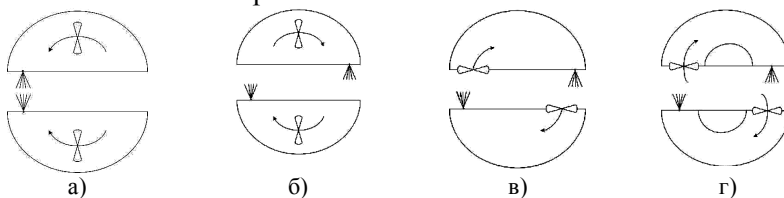


Рисунок 2 – Функциональные схемы туннельного опрыскивателя

а) со встречным движением потоков; б) с круговым движением потоков и поперечно расположенными вентиляторами; в) с круговым движением потоков и продольно расположенными вентиляторами; г) с диффузором типа «Улитка»

Для проведения поисковых исследований рациональной конструкции туннельного опрыскивателя были предложены следующие функциональные схемы: со встречным движением воздушных потоков (рис. 2а); с круговым движением воздушного потока и поперечно расположенными вентиляторами (рис. 2б); с круговым движением воздушного потока и продольно расположенными вентиляторами

(рис. 2в); с круговым движением воздушного потока с диффузором типа «Улитка» (рис. 2г).

Для определения рациональных параметров туннельного опрыскивателя РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» создан макетный образец туннельного опрыскивателя (рис. 3), который состоит из рамы 1 двух шатров 2, установленных друг напротив друга и образующих портал, внутри которого происходит обработка.

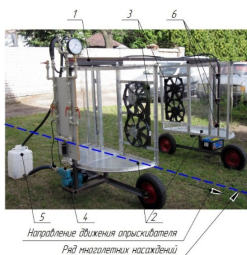


Рисунок 3 – Макетный образец туннельного опрыскивателя:

1 – рама; 2 – шатер; 3 – вентилятор; 4 – насос; 5 – бак; 6 – распылители

Каждый шатёр оборудован вентилятором 3 и блоком распылителей 6. Рабочий раствор пестицида насосом 4 из бака 5 подается к распылителям. Экспериментальные исследования приведенных функциональных схем показали, что наиболее перспективной представляется схема с круговым движением воздушного потока с диффузором типа «Улитка» (рис. 3г), так как она обеспечивает повышение скорости воздушного потока на 25–70 % по сравнению с остальными схемами. Кроме того, в приведенной схеме ниже неравномерность распределения скорости воздушного по ширине и высоте устройства (на 35–50 и 42–61 % соответственно по сравнению с другими схемами устройства).

Заключение

Рациональной функциональной схемой туннельного устройства шатрового опрыскивателя является схема с круговым движением воздушного потока с диффузором типа «Улитка».

Список использованной литературы

1. Юрин А.Н. Некоторые результаты испытаний туннельного устройства шатрового опрыскивателя для садов интенсивного типа // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межведомственный тематический сборник / Национальная академия наук Беларуси, Республиканское унитарное предприятие «Научно–практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2015. – Вып. 49. – С. 145–152.

2. Догода П.А., Степанов А.В., Догода А.П. Автоматизированная система определения конструктивных параметров рабочих органов камерного (тунельного) опрыскивателя для химической защиты виноградных насаждений. Наукові праці Шведного фшалу Національного Ушверситету бюресуршв і природокористування Украши «Кримський агротехнологічний ушверситет». Технічні науки. – Омферополь, 2012. Вип. 146. – С. 44–57.

УДК 631.352

РАЗРАБОТКА РАБОЧИХ ОРГАНОВ БОТВОИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ИБН-2,8

А.И. Пунько¹, канд. техн. наук, доцент,

С.Н. Сапач², инженер-конструктор

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
punko@tut.by

²РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация: В статье приведен анализ технических решений, направленных на решение вопроса измельчения (удаления) ботвы картофеля перед его уборкой.

Abstract: The article provides an analysis of modern technical solutions aimed at solving the issue of chopping (removing) potato tops before harvesting.

Ключевые слова: трактор, ботвоудалитель, рабочие органы, цепной дробитель.

Keywords: tractor, toppler, working bodies, chain crusher.

Введение

В условиях ограниченного роста посевных площадей основной путь увеличения валовых сборов сельскохозяйственных культур – повышение их урожайности и качества продукции за счет интенсивных технологий возделывания. Поэтому большое экономическое значение имеет всемерное сокращение труда и энергии при выращивании культур, что предопределяет необходимость умения четко обосновать не только применение каждого элемента технологии, но и их рациональные показатели [1].

Основная часть

Перед механизированной уборкой картофеля ботву скашивают и удаляют. Это обеспечивает ускорение физиологического вызревания клубней, требуемый уровень содержания сухих веществ, снижение заболеваемости картофеля. При невыполнении этой операции ботва сваливается в междурядья, мешая работе подкапывающих лемехов уборочных машин.

К качеству работы ботвоуборочной машины предъявляются определенные требования. Она должна обеспечивать скашивание картофельной ботвы, ее измельчение и разбрасывание по полю. Полнота уборки ботвы и других растений должна составлять не менее 80 %, а содержание в измельченной массе частиц длиной до 15 см – не менее 60 %. Не допускается смятие рядков, разрушение клубневых гнезд, извлечение клубней на поверхность поля и их повреждение.

Для механического удаления ботвы служат различные типы ботвоудалителей, или ботвотеребильных аппаратов.

Рабочие органы для механической уборки ботвы картофеля подразделяются на режущие, дробильные и теребильные. Основными рабочими органами ботвоудалителей являются роторы с вертикальной или горизонтальной осью вращения со свободно установленными металлическими или резиновыми ножами (бичами). Это машины КИР-1,5Б, УБД-3, КИН-1,5, КИП-1,5 и др. [2].

Результаты работы этих машин показали, что по сравнению с теребильными и режущими аппаратами дробильные более надежны и имеют лучшие качественные показатели. Однако и у этих машин были недостатки. У ботводробителей КИР-1,5, УБД-3 вал располагался горизонтально, а била имели одинаковую длину, т.е. могли эффективно воздействовать на ботву только на вершинах грядок, что отрицательно сказывалось на полноте уборки ботвы, особенно полегшей.

Рассмотрим конструкцию двух ботводробителей.

Цепной дробитель (рисунок 1а) имеет вертикальный вал с горизонтальным диском, с внешней стороны которого закреплены четыре калиброванные цепи длиной 450–500 мм. При вращении дис-

ка $950 \dots 1100 \text{ мин}^{-1}$ цепи располагаются практически горизонтально и дробят ботву, отбрасывая ее на убранное поле.

Достоинством такого цепного дробителя является простота конструкции, недостатком – сравнительно низкий процент удаления ботвы (50–60 %), особенно при дроблении полеглой ботвы, а также забивание при дроблении сильно развитой зеленой ботвой.

Ботводробитель с горизонтальным валом (рисунок 1б) представляет собой горизонтально расположенный барабан с шарнирно закрепленными билами. Расположение бил по длине соответствует поперечному профилю грядок, что предусматривает возможность захвата полеглой ботвы в междурядьях.

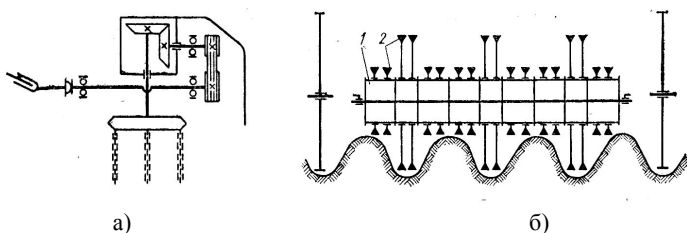


Рисунок 1 – Схемы ботводробителей:

а – цепной с вертикальным валом; б – молотковый с горизонтальным валом

Предлагаемая нами модернизация ботвоизмельчителя заключается в том, что для удаления ботвы картофеля и ее дробления применяется роторно-цепочный рабочий орган, содержащий барабан, к которому во взаимно перпендикулярных плоскостях с некоторым перекрытием прикреплены длинные и короткие петли цепи.

Принцип действия рабочего органа заключается в следующем. При вращении барабана петли цепи под действием сил инерции приобретают форму, представленную на рисунке 2. На форму петли можно влиять изменением длины цепи или расстояния между ее концами на барабане. Этим обеспечивается более точное копирование поверхности картофельной грядки. В процессе вращения барабана петли цепи срезают ботву, измельчают и разбрасывают ее по полю.

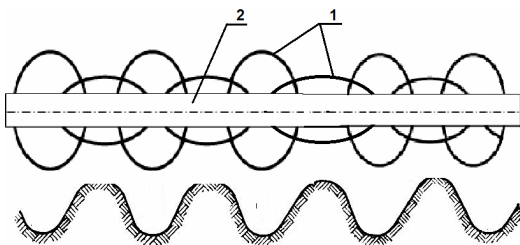


Рисунок 2 – Предлагаемая схема рабочего органа ботвоизмельчителя:
1 – длинные и короткие цепи рабочих органов, 2 – горизонтальный вал

Заключение

Таким образом, применяя данный рабочий орган, можно добиться более точного копирования поверхности картофельной грядки, чем достигается повышение полноты уборки картофельной ботвы.

Список использованной литературы

1. Коледа, К.В. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур : рекомендации / К.В. Коледа и др.; под общ. ред. К.В. Коледы, А.А. Дудука. – Гродно : ГГАУ, 2010. – 340 с. – ISBN 978-985-6784-71-5
2. Заяц, Э.В. Сельскохозяйственные машины : учебник для студентов учреждений высшего образования по агрономическим специальностям / Э.В. Заяц. – Минск : ИВЦ Минфина, 2016. – 428 с.

УДК 338.001.36

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

А.С. Зорин, канд. техн. наук,

А.Н. Корнева, магистрант,

С.А. Горбунов, магистрант

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
г. Тамбов, Российская Федерация
zorin619@bk.ru*

Аннотация: В данной статье рассматриваются актуальные тенденции развития сельскохозяйственной техники. Сельское хозяйство является одной из важнейших отраслей мировой экономики, и для его эффективного развития необходимо постоянно совершен-

ствовать технические решения. В статье обсуждаются инновационные технологии, применяемые в сельском хозяйстве, и их влияние на процессы производства, увеличение урожайности и снижение негативного воздействия на окружающую среду.

Abstract: This article considers the current trends in the development of agricultural machinery. Agriculture is one of the most important sectors of the world economy, and for its effective development it is necessary to constantly improve technical solutions. The article discusses innovative technologies used in agriculture and their impact on production processes, increasing yields and reducing the negative impact on the environment.

Ключевые слова: сельскохозяйственная техника, технологии, инновации, экологическая устойчивость, цифровизация

Keywords: agricultural machinery, technology, innovation, environmental sustainability, digitalization

Введение

Современное сельское хозяйство стало сталкиваться с новыми вызовами и задачами, связанными с ростом мирового населения, изменением климата, устойчивостью окружающей среды и повышением эффективности производства. Для успешного решения этих проблем, необходимо активное развитие сельскохозяйственной техники.

Основная часть

Современное развитие нашей страны нуждается в переводе отечественного аграрного производства за счет необходимого уровня технического и технологического обеспечения на качественно новый уровень хозяйствования. Для воспроизводства и обновления машинно-тракторного парка ежегодные объемы продаж сельскохозяйственной техники, запасных частей и оборудования, в том числе для перерабатывающей промышленности должны составлять 100 млрд. рублей. Утрата позиций отечественного сельскохозяйственного машиностроения на рынке привела к резкому уменьшению объемов производства [1].

Выделяется несколько направлений развития сельскохозяйственной техники:

1. Технологии и инновации в сельском хозяйстве:

- автоматизация процессов и использование робототехники в сельском хозяйстве;

- применение дронов и искусственного интеллекта для мониторинга полей и оптимизации использования ресурсов;
- развитие беспилотных технологий в сельскохозяйственной технике для точного опрыскивания и подкормки растений;
- использование систем геопозиционирования (GPS) для эффективного управления сельскохозяйственной техникой.

2. Экологически устойчивые решения:

- разработка сельскохозяйственной техники, оснащенной системами очистки выхлопных газов и снижением выбросов вредных веществ;
- применение энергоэффективных и экологически чистых источников энергии в сельском хозяйстве.

3. Цифровизация и управление данными:

- использование цифровых платформ и сенсоров для сбора данных о почве, климате и растениях;
- анализ больших данных (Big Data) для принятия обоснованных решений в области сельскохозяйственного производства;
- развитие систем управления информацией для автоматизации и мониторинга процессов работы сельхозтехники [2].

Между тем существуют и проблемы развития сельскохозяйственной техники.

Низкая конкурентоспособность отечественной техники привела к наращиванию объемов продаж импортной техники. Так, например, в 2018 г. было продано сельскохозяйственной техники почти на 9,9 млрд. рублей, объем продаж техники производства России составил около 1,55 млрд. рублей, или 26 % общей реализации. Следовательно, существует проблема изменений на рынке с/х машин и оборудования, повышение доли продаж техники отечественного производства на рынке страны до 70–75 % и снижение доли продаж импортной техники до 25–30 %.

Основной причиной сложившейся ситуации на рынке сельскохозяйственной техники является низкая конкурентоспособность отечественных сельскохозяйственных машин и оборудования, которая, прежде всего, обусловлена ее несоответствием современному уровню научно-технического прогресса: низкая надежность, значительные удельные расходы топливо-смазочных материалов на выполнение работ; несоответствие главных характеристик с/х техники современным требованиям производства, также практически отсутст-

вует автоматизация контроля и управления выполнением технологических действий.

Очевидно, что комплексной актуальной проблемой является возрождение и развитие отечественного сельскохозяйственного машиностроения, повышение конкурентоспособности продукции аграрного производства. Решение таких задач может быть достигнуто за счет повышения уровня наукоемкости, технологичности, надежности, экономичности, эргономики техники в аграрном производстве. Также необходимо обеспечить развитие фундаментальных и прикладных исследований в отраслевом машиностроении, для рациональной унификации способствовать созданию и освоению производством современной элементной базы и конструкционных материалов, способных обеспечить высокую надежность и долговечность сельскохозяйственной техники, снижение ресурсоемкости при выполнении технологических процессов. Целесообразно выделить приоритетные направления развития отрасли в сфере научных разработок:

- разработки, направленные на технологическое развитие и техническое перевооружение изучаемой отрасли машиностроения;
- создание перспективных конструкций сельскохозяйственной техники, что в полной мере будет удовлетворять требования технологий к качеству работ и отвечать требованиям производства по надежности, топливной экономичности, а также эргономичности;
- научные разработки, направленные на создание конструкций сельскохозяйственной техники новой поколения;
- унифицированной элементной базы;
- компьютеризация на всех этапах создания аграрной техники и контроля параметров качества на всех этапах производства и эксплуатации [3];
- максимальная информатизация и материально-техническое обеспечение научной и научно-технической деятельности.

Относительно проблематики переоснащения АПК техническими средствами очевидно, что агропромышленный комплекс нуждается в срочных изменениях в части повышения технико-технологического обеспечения уровня производства.

Заключение

В современном мире сельскохозяйственная техника играет ключевую роль в развитии устойчивого и эффективного сельского хозяйства. Тенденции развития сельскохозяйственной техники, та-

кие как инновационные технологии, экологическая устойчивость и цифровизация, поднимают на новый уровень производительность отрасли. Непрерывное исследование и внедрение современных технических решений позволит достичь оптимальной эффективности и устойчивого развития сельского хозяйства.

Список использованной литературы

1. Васяйчева, В.А. Разработка проекта развития инновационной деятельности предприятий / В.А. Васяйчева, Б.Н. Герасимов // Менеджмент инноваций. – 2020. – № 2. – С. 122–130.
2. Климова, Л.. Инновационное развитие предприятия: [монография] / Л. А. Климова. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2017. – 215 с.
3. Наука. Технологии. Инновации. URL : <https://issek.hse.ru>.

УДК 621.91

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ ВОССТАНОВЛЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

К.Л. Сергеев, ст. преподаватель

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

г. Минск, Республика Беларусь

l3nuke@mail.ru

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы совершенствования процессов механической обработки деталей, восстановленных методом наплавки. Для повышения качества обработанной поверхности предлагается использовать смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ) на основе продукции технического назначения из вторичных сырьевых ресурсов.

Abstract: The article discusses the issues of improving the processes of mechanical processing of parts restored by surfacing. To improve the quality of the treated surface, it is proposed to use cutting fluids based on technical products from secondary raw materials.

Ключевые слова: восстановление, наплавка, шероховатость, износ, смазочно-охлаждающая жидкость, технологические операции.

Keywords: restoration, surfacing, roughness, wear, cutting fluid, technological operations.

Введение

Обеспечение функционирования машин сельскохозяйственного назначения в работоспособном состоянии требует постоянно возрастающих затрат предприятий агропромышленного комплекса (АПК) Республики Беларусь. Ежегодные затраты на ремонт тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин составляют в настоящее время в ряде предприятий от 20–40 % процентов балансовой стоимости всего машинно-тракторного парка.

Основная часть

Большинство машин работают при переменных нагрузках и элементы их конструкций подвергаются действию напряжений, циклически изменяющихся во времени. Это зависит от многих факторов, таких как специфика работы, неравномерность и переменность эксплуатационных нагрузок, внутренней динамики самой машины и т.п. Переменность таких нагружений обусловлена в первую очередь периодическим изменением нагрузок и соответственно напряжений. Процесс разрушения деталей машин связан с тем, что если деталь многократно подвергать переменному нагружению определенного уровня, то после некоторого числа перемен напряжений появится трещина, которая постепенно будет развиваться и вызовет ее разрушение. Усталостные поломки составляют основной вид разрушения и нередко приводят к тяжелым последствиям в процессе эксплуатации машины [1].

Из этого следует, что основная задача, которую преследуют предприятия АПК – снижение себестоимости ремонта деталей машин и механизмов. Технологии восстановления деталей относятся к разряду наиболее ресурсосберегающих, так как по сравнению с изготовлением новых деталей сокращаются затраты предприятия. Положительным фактором является и то, что для восстановления работоспособности изношенных деталей требуется значительно меньше технологических операций по сравнению с изготовлением новых деталей [2].

Для сохранения работоспособности восстановленных деталей в течение всего срока службы необходимо стремиться к повышению качества их рабочих поверхностей. В настоящее время в ремонтной практике применяются следующие способы восстановления изношенных деталей, такие как слесарно-механическая обработка, сварка и наплавка, пластическое деформирование и т.д. Основными в условиях работы предприятий АПК являются сварка и наплавка [3].

После процесса наплавления восстанавливаемую поверхность необходимо обработать для получения требуемого размера и шероховатости поверхности. При проектировании технологии обработки следует учитывать то обстоятельство, что наплавленный металл по своему сечению имеет неоднородные физико-механические свойства, химический состав и микроструктуру. Высокая твердость и прочность поверхностного слоя после наплавки приводит к возникновению высоких сил резания и температуры при обработке, что при отсутствии эффективного теплоотвода приводит к разупрочнению поверхностных слоев. Кроме снижения эксплуатационных свойств поверхностных слоев детали неоднородные физико-механические свойства наплавленного слоя вызывают ускоренный износ режущего инструмента и крайне негативно влияют на шероховатость обработанной поверхности [4].

Для повышения эффективности обработки металлов резанием применяют различные по составу СОЖ, обладающие рядом функциональных свойств (режущих, смазывающих, моющих, охлаждающих), которые проявляются в соответствующих действиях на процесс резания. Наиболее распространены водомасляные эмульсионные СОЖ. Применение СОЖ в металлообработке позволит повысить производительность оборудования, повысить точность и качество обрабатываемых поверхностей деталей, уменьшить износ режущего инструмента, а в некоторых случаях, что именно востребовано на ремонтных предприятиях из-за нехватки станочного оборудования, сократить количество технологических операций [5].

В производственных испытаниях на операциях резанием использовалась специальная модифицированная высокодисперсная СОЖ, которая представляла собой 5 %-ую водомасляную эмульсию, приготовленную на основе продукции технического назначения из вторичных сырьевых ресурсов. В качестве модификатора использовался порошок технического графита. Для повышения дисперсности масляной фазы исходную СОЖ подвергали ультразвуковому диспергированию. Восстановленная деталь – крышка вала отбора мощности БЕЛАРУС-80/82.

Заключение

В результате проведенных производственных испытаний модифицированной высокодисперсной СОЖ при технологических

операциях предварительной и окончательной обработках резанием были получены следующие результаты:

- сокращение времени обработки за счет увеличения режимов обработки при сохранении параметров шероховатости обработанной поверхности;

- повышение стойкости режущего инструмента в 1,15–1,27 раза.

Список использованной литературы

1. Детали машин. Теория и расчет : учебно-методическое пособие / А.Т. Скойбеда, В.А. Агейчик, И.Н. Кононович. – Минск : БГАТУ, 2014. – 372 с.

2. Шило, И.Н. Ресурсосберегающие технологии сельскохозяйственного производства / И.Н. Шило, В.Н. Дашков. – Мн. : БГАТУ, 2003. – 183 с.

3. Технологические процессы восстановления деталей : лабораторный практикум для студентов вузов / Г.И. Анискович и [др.]. – Минск : БГАТУ, 2012. – 248 с.

4. Николотов, А.А. Применение аэрозольных смазочно-охлаждающих технологических средств переменного состава при механической обработке восстановленных деталей транспортных средств / А.А. Николотов, Н.Е. Курносков // Вестник Пензенского государственного университета. – 2020. – № 3 (31). – С. 141–145.

5. Ящерицын, П.И. Основы резания материалов : учебное пособие для студентов технических специальностей сельскохозяйственных вузов/П.И. Ящерицын, В.Д. Ефремов. – Минск : БГАТУ, 2008. – 644 с.

УДК. 631.303

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

А.С. Зорин, канд. техн. наук,

А.Н. Корнева, магистрант,

С.А. Горбунов, магистрант

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,

г. Тамбов, Российская Федерация

zorin619@bk.ru

Аннотация: Данная научная статья проводит анализ современного состояния производства и послеуборочной обработки зерна. Зерно является одним из основных продуктов растениеводства, и

его обработка имеет решающее значение для сохранения качества и экономической ценности. В статье рассматриваются основные этапы производства и обработки зерна, а также проблемы, с которыми сталкиваются современные аграрные предприятия.

Abstract: This research paper analyzes the current state of production and post-harvest processing of grain. Grain is one of the main products of crop production, and its processing is crucial for preserving its quality and economic value. The article discusses the main stages of grain production and processing, as well as the problems faced by modern agricultural enterprises.

Ключевые слова: зерно, производство, послеуборочная обработка, качество, технологии.

Keywords: grain, production, post-harvest processing, quality, technology.

Введение

Производство и обработка зерна являются критическими этапами в сельскохозяйственном процессе. Качество зерна непосредственно влияет на его использование в пищевой и технической промышленности. Учитывая важность этого процесса, на современных аграрных предприятиях должны быть внедрены современные подходы и технологии для эффективной производства и обработки зерна.

Основная часть

Основные этапы производства и послеуборочной обработки зерна выглядят следующим образом:

1. Производство зерна:

- выбор сортов зерновых культур, устойчивых к болезням и вредителям;
- правильное планирование севооборота и использование агротехнических мероприятий для повышения урожайности;
- применение современных методов удобрения и орошения для оптимального роста и развития растений.

2. Уборка и послеуборочная обработка зерна:

- выбор оптимального времени и метода уборки зерна, учитывая влажность и зрелость зерна;
- применение современных комбайнов и сепараторов для механизированной уборки и очистки зерна;
- правильное хранение зерна с использованием современных систем вентиляции и контроля температуры.

3. Проблемы и вызовы:

- контроль качества зерна и выявление возможных загрязнений, семян плевел и грибковых заболеваний;
- недостаточная инфраструктура для хранения и обработки зерна;
- управление отходами и переработка сельскохозяйственных отходов, связанных с производством и обработкой зерна.

Рассмотрим наиболее важный этап послеуборочной обработки зерна – просеивание зерновых смесей.

Процессы просеивания зерновых смесей через отверстия вибрационных решет являются определяющими для производительности и качества работы зерноочистительных машин, работающих по основному признаку разделения по размерам. Образование псевдооживленного слоя на решетках с помощью вибрации положительно влияет на прохождение зерновых смесей через отверстия.

На этапе послеуборочной обработки объектом разделение является свежесобранное зерно, которое поступило непосредственно из-под комбайна. Задача разделения заключается в максимальном очистке зерна от примесей, отличающихся геометрическими размерами и аэродинамическими свойствами. В качестве основных усложняющих факторов рассматривается соответствие геометрии примесей и зерен основной культуры, засоренность исходной смеси (до 20 %), сложная форма компонентов смеси.

Для послеуборочной обработки зерна по размерам используют сепараторы: виброплоскорешетни, цилиндрические и виброцентробежные. Их оптимальный режим работы определяется удельной нагрузкой на решето и кинематическими параметрами (амплитуда и частота колебаний, частота вращения). Но при разделении смеси некоторых культур на решетках удельная производительность является слишком низкой. Это связано со сложной формой семян, не полностью соответствует форме отверстий решет. Технологические параметры сепараторов (производительность и качество) при разделении таких культур значительно занижены и не соответствуют требованиям рынка.

Важным этапом послеуборочной обработки зерна также подготовка качественного семенного материала, от которого зависит будущий урожай. Своевременно очищенное и отсортированный, выровнено по размерам и исполнено семян зерновых культур дает прибавку урожая пшеницы не менее 3...5 ц/га [1]. В зависимости от качества семенного материала урожай кукурузы может быть уве-

личен на 20...30 %. Семенной материал является фундаментом производства сельскохозяйственных культур, так как обеспечивает 40...45 % в реализации их биопотенциалов. При этом на технику и технологии отводится 30...35 %, остальные 20...30 % природно-климатические условия, удобрения, средства химической защиты и т.п. Основным показателем качества семян является лабораторная всхожесть, от которой зависит формирование оптимальной густоты стояния растений, определяет конечный урожай.

Технологический просеивание смеси предусматривает разделение их на фракции по размерам. При сепарировании смеси кукурузы разделение происходит по толщине семян a_2 (рис. 1). Проблему составляет плоское семян кукурузы, своей большей боковой плоскостью прижимается к решета и перемещается восходом (рис. 2). При этом просеивания компонентов зерновых смесей через отверстия, а значит и производительность сепаратора, снижаются.

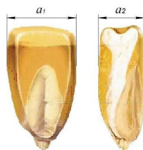


Рисунок 1 – Размеры семян кукурузы

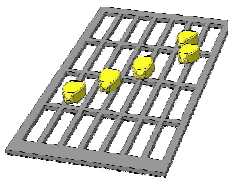


Рисунок 2 – Схема движения плоского семян кукурузы по решету

Проведенный анализ [2, 3] размерных характеристик показал, что семена кукурузы разных сортов и гибридов имеют преимущественно плоский вид. Плоская форма семян кукурузы негативно влияет на просеивание смеси кукурузы через решета с прямоугольными отверстиями, подлежит дополнительному изучению.

Таким образом, тенденции направлены на повышение эффективности послеуборочной обработки смеси кукурузы, подготовки качественного семенного материала, путем интенсификации процесса на вибрационных решетках свидетельствует об актуальности выбранного направления исследований.

Заключение

Анализ современного состояния производства и послеуборочной обработки зерна позволяет выявить проблемные области и предложить пути их решения. Внедрение современных технологий и методов является необходимым условием для повышения эффективности и качества производства зерна. Дальнейшие исследования и разработки в этой области помогут сельскохозяйственным предприятиям справиться с вызовами современного зернового сектора.

Список использованной литературы

1. Авдеев, Н.Э. Интенсификация процесса сепарирования зерновых материалов в сложном силовом поле / Н.Э. Авдеев // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1987. – № 3. – С. 27–31.
2. Бакеев, С.Д. Исследование возможности сепарации семян кукурузы с учетом их формы на вибрирующих неперфорированных фрикционных поверхностях / С. Д. Бакеев // Повышение эффективности сельскохозяйственных машин и орудий для растениеводства: сб. науч. трудов. – Москва : ХИМЕСХ, 1984. – С. 55–59.
3. Тищенко, Л.Н. Экспериментальное определение скорости прохождения зерновой смеси кукурузы через отверстия виброрешет зерновых сепараторов / Л.Н. Тищенко [и др.]. // Вестник ХНТУСГ : Механизация сельскохозяйственного производства. – 2016. – Вып. 173. – С. 83–92.

УДК 631.331.027.525

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА СЕВА ШИРОКОЗАХВАТНОЙ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СЕЯЛКИ

Н.Г. Серебрякова, канд. пед. наук, доцент,

А.Н. Смирнов, канд. техн. наук, доцент,

П.В. Авраменко, канд. техн. наук, доцент,

Е.Ю. Жушма, магистрант

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

г. Минск, Республика Беларусь

Serebryakova@tut.by

Аннотация: В статье рассмотрено повышение производительности и улучшение качества сева широкозахватной пневматической сеялки теоретическим обоснованием и путем совершенствования ее конструкции

Abstract: In article boost productivity and advance quality sowing wide-cut pneumatic seeding machine theoretical foundation and by means of perfecting its construction

Ключевые слова: сеялка, сошник, семяпровод, делительная головка.

Keywords: seeding machine, plowshare, spermaduct, indexing head.

Введение

Повышение производительности посевных агрегатов достигается увеличением ширины захвата или скорости движения. Последний из предлагаемых способов менее затратен, поскольку предполагается использование существующих машин и агрегатов. Однако, повышение скорости, наряду с повышением производительности, ведет к снижению качества сева.

Целью работы является повышение производительности и улучшение качества сева различных культур в соответствии с агротехническими требованиями широкозахватной пневматической сеялки.

Основная часть

Для повышения производительности увеличением скорости движения агрегата и улучшения качества сева путем большей равномерности высева семян вдоль рядка на основе анализа многих работ была разработана новая сошниковая группа пневматической сеялки [1]. Идея состоит в том, что наилучшей равномерности глубины заделки семян и распределения их вдоль рядка пневматической сеялкой можно осуществить в случае, если семена свободно падают вертикально на выровненное уплотненное ложе, для чего необходимо, чтобы горизонтальная составляющая скорости семян при выходе из сошника была равна и противоположно направлена поступательной скорости сеялки, следовательно, абсолютная скорость семян равнялась нулю, а также отсутствовали его колебания и пульсация потока семян на выходе, что и реализовано в данной конструкции. Это дает возможность увеличить скорость с максимально допустимой 15 км/ч, например, до 25 км/ч, что повысит производительность на 25 % и улучшит качество сева. В данной конструкции сошниковой группы также отпадает необходимость в прикатывающих катках (например, в сеялке С-9 их 72 шт.), что снижает металлоемкость, упрощает и удешевляет машину.

Теперь рассмотрим как можно увеличить равномерности высева семян между сошниками (рядками).

Все сеялки, особенно широкозахватные, имеют недостаток, который обычно не принимается во внимание при проектировании, существенно влияющий на неравномерность распределения семян по сошникам по причине того, что длина семяпроводов от делительных головок к сошникам может отличаться между собой (например, в сеялке С-9 в 2–2,5 раза, а в сеялках с большей шириной захвата еще более), а также они могут иметь разные углы и число поворотов. Это создает различное аэродинамическое сопротивление в самих семяпроводах, а значит различные скорости и расход материало-воздушной смеси. Следовательно, даже в случае идеального распределения материало-воздушной смеси по сечению на входе в каждый семяпровод, к чему необходимо стремиться, на выходе из него расход семян за один и тот же временной интервал (неравномерность распределения по сошникам) по этой причине все равно будет разным. Это явление носит закономерный характер, в связи с чем в работе [2] теоретически исследовано степень его влияния, а на рисунке 1 представлена расчетная схема для определения расходов воздуха в семяпроводах многоканального распределителя.

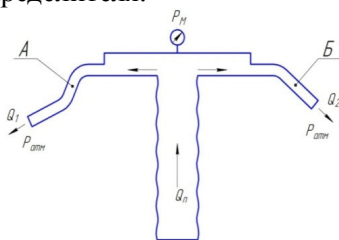


Рисунок 1 – Расчетная схема для определения расходов воздуха в семяпроводах многоканального распределителя

Для упрощения выбираются два любых семяпровода (A и B), имеющих различное аэродинамическое сопротивление.

В результате проведенных расчетов установлено, что отношение расходов воздуха Q_1 и Q_2 (м³/с) соответственно в ветвях A и B равно:

$$Q_1 / Q_2 = (l_{\text{пр}2} / l_{\text{пр}1})^{0,57} \quad (1)$$

где $l_{\text{пр}1}$, $l_{\text{пр}2}$ – приведенная длина семяпроводов A и B , м.

Из выражения (1) следует, что расходы воздуха в любых двух семяпроводах обратно пропорциональны отношению их приведенных длин в степени 0,57.

Таким образом, по данной методике можно теоретически определить расход воздуха, а следовательно, и материало-воздушной смеси в любом семяпроводе многоканального распределителя, который зависит от длины семяпровода и местных сопротивлений (углов поворотов). Наилучшего результата распределения посевного материала по сошникам широкозахватной пневматической сеялки можно достичь выравниванием аэродинамических сопротивлений во всех семяпроводах, что необходимо учитывать при проектировании [3].

Список использованной литературы

1. Смирнов А.Н. Повышение производительности и качества посева пневматической сеялки совершенствованием сошниковой группы / А.Н. Смирнов, П.В. Авраменко // Актуальные проблемы и перспективы развития сельских территорий и кадрового обеспечения в АПК: сборник научных статей II Международной научно-практической конференции (Минск, 9–10 июня 2022 года) / редкол.: А.В. Миранович [и др.]. – Минск, БГАТУ, 2022. – С. 143–148.

2. Смирнов А.Н. Теоретическое обоснование некоторых параметров многоканального распределителя пневматической сеялки / А.Н. Смирнов, Н.Д. Лепешкин, А.В. Вавилов // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; под общ. ред. П.П. Казакевича. – Минск, 2014. – Вып. 48. – С. 35–40.

3. Сеялка с пневматическим высевальным аппаратом: Евразийский патент № 029183 В1, Int. Cl. A01C7/04(2006.01), A01C7/08(2006.01) / Н.Д. Лепешкин, А.Н. Смирнов, Н.Ф. Сологуб, С.В. Савчук.; заявитель РУП «НПЦ НАН РБ по механизации сельского хозяйства». – №201400909; заявл. 11.06.2014; опубл. 28.02.2018//Бюллетень Евразийского патентного ведомства «Изобретения (евразийские заявки и патенты)» №2/2018 год.

УДК 621.91

**ПРИМЕНЕНИЕ РАБОЧЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ
ДЛЯ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ
СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**

Л.М. Акулович, д-р техн. наук, профессор,

Л.Е. Сергеев, канд. техн. наук, доцент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: Разработана инновационная технология для финишной абразивной обработки деталей типа тел вращения со сложнопрофильными поверхностями с применением концентрированных потоков энергии магнитного поля, что увеличивает производительность труда, повышает качество и снижает себестоимость выпускаемых изделий.

Abstract: An innovative technology has been developed for finishing abrasive machining of parts of the type of bodies of rotation with complex surfaces using concentrated magnetic field energy flows, which increases labor productivity, improves quality and reduces the cost of manufactured products

Ключевые слова: сложнопрофильные поверхности, магнитно-абразивная обработка, смазочно-охлаждающие технологические средства, ферроабразивный порошок, рабочая технологическая среда, синергический подход.

Keywords: complex profile surfaces, magnetic abrasive treatment, lubricating and cooling technological means, ferroabrasive powder, working technological environment, synergistic approach.

Введение

В настоящее время в мировом машиностроении одним из основных критериев рентабельности любого производства является возможность быстро перестроиться на производство новых изделий. Достаточно показательным является постоянное обновление производимого модельного ряда у мировых лидеров авто- и тракторостроения.

Развитие современного машиностроения характеризуется повышенным использованием деталей типа тел вращения со

сложнопрофильными поверхностями (СПП), что обусловлено расширением производств, оснащенных станками с ЧПУ.

Среди СПП номенклатура тел вращения составляет около 50 % от всего их объема и представлена в конструкциях деталями авто- и тракторостроения (копиры, распределительные и кулачковые механизмы, зубчатые колеса) и в оборудовании по переработке сельскохозяйственного сырья (пресс-формы, шнеки). В настоящее время при финишной абразивной обработке этих изделий применяют, в основном, ручные операции, доля трудоемкости которых достигает 70 %.

Важной и ответственной задачей, стоящей перед машиностроением, является создание инновационных технологий, в которых все элементы технологической системы используются с максимальной эффективностью без нанесения ущерба окружающей среде и принципиально новых машин и оборудования для реализации этих технологий, что увеличивает производительность труда, повышает качество и снижает себестоимость выпускаемых изделий. Достигнутый уровень исследований в области применения концентрированных потоков энергии позволил разработать технологию магнитно-абразивной обработки (МАО) СПП тел вращения.

Основная часть

Разработка высокопроизводительного процесса МАО СПП тел вращения, являющего многопараметрическим, требует определения закономерности взаимного влияния физических явлений, происходящих при контактировании пары инструмент-деталь, и обусловлена механизмом действия магнитного поля (МП). Состояние и функционирование МАО определяется следующими параметрами: магнитная индукция, скорости резания и осцилляции, амплитуда осцилляции, величина рабочего зазора и режимами, диапазоны значений которых обеспечивают производительность и качество обработки СПП тел вращения [1].

Проведенные ранее исследования, в основном, были направлены на обработку поверхностей простой геометрической формы, в то время как работы, связанные с МАО СПП, носят стохастический и разрозненный характер. Например, в [2] установлено, что стойкость метчиков в результате использования МАО увеличивается в 2–3 раза, в то время как по данным работы [3], стойкость подобных

метчиков повысилась только на 50–90 %. Согласно [4] выявлено, что при МАО лезвий режущих сегментов из стали 65Г замена ферроабразивного порошка (ФАП) Ж15Т на Царамам-А и смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС) Аквол-10 на Син-МА-1 при прочих равных условиях приводит к увеличению производительности в 2,6 раза.

В [5] представлены данные, что после МАО резцов достигнуто повышение их стойкости в 2–3 раза с варьированием величины магнитной индукции в зоне резания путем изменения положения индуктора на постоянных магнитах. Несмотря на наличие больших кольцевых зазоров, которые применены в [1], повышение работоспособности резцов после МАО в 1,3–1,5 раза гарантировано тем, что одно из главных условий получения лучшей шероховатости и выглаженного микрорельефа заключалось в изменении положения детали в зоне обработки относительно линий магнитной индукции на 20–30 % и 5 %-й добавке в ФАП алмазного порошка.

Это указывает на необходимость исследования структуры и химического состава ФАП и различных составов СОТС, их взаимовлияния на процесс обработки и диспергирования при наложении МП на основе синергического подхода. Знание топографии МП в рабочем зазоре устанавливает характер распределения сил, действующих на зерна ФАП путем их самоорганизации в зоне обработки, условия теплообмена, процесс микрорезания и стружкообразования, кинетику изнашивания вышеуказанной пары и достижение этой полноты обеспечивает правильную конструкцию технологической оснастки и оборудования, приводя к равномерности давления по всей площади обрабатываемого изделия. Основные воздействия РТС на обрабатываемую поверхность детали представлены в таблице.

Таблица. Основные воздействия РТС на обрабатываемую поверхность детали

Действия	Компонент РТС	Характер протекающих процессов
Режущее	ФАП	пластическая деформация материала с отделением стружки от матрицы, образование микрорельефа
Диспергирующее	ФАП + СОТС	создание инструмента, состоящего из пористого и твердого тела, расклинивающий эффект

Моющее	СОТС	адсорбция с образованием многослойных структурных пленок
Смазывающее	СОТС	физическая или химическая адсорбция с образованием граничного слоя
Охлаждающее	СОТС	тепловой на основе теплообмена
Химическое	СОТС	образование химических пленок
Пластифицирующее	ФАП+МП	пластическая деформация микрорельефа поверхностного слоя, наклеп
Упрочняющее	ФАП+МП	структурно-фазовые переходы, связанные с трансформацией аустенита в мартенсит

Таким образом, рост производительности и качества МАО СПП тел вращения связан с формированием принципа управления их обрабатываемостью через определение топографии МП и создание рабочей технологической среды (РТС), которая приводит к образованию требуемого уровня деформационно-теплого баланса в зоне обработки. Наиболее эффективным методом топографического исследования магнитной индукции в рабочем зазоре является компьютерное моделирование при использовании программных комплексов Femm, позволяющих оптимизировать численное решение и существенно сократить сроки разработки и создания алгоритмов и программ.

Повышение эффективности применения ФАП связано с их созданием, полученных методом распыления расплава. Показатели магнитной проницаемости таких ФАП должны превышать 6,5 мкГ/м, абразивная способность достигать уровня 5–10 мг/(см²·мин). В качестве СОТС необходимо использовать класс полусинтетических СОТС, диапазон значений кинематической вязкости которых составляет 30–40 сСт и в составе которых имеется определенное количество (5–10 %) нефтяных масел.

Наличие таких показателей обеспечивает стабильность моющих свойств при увеличении диспергирующей способности, гарантирующих рост обрабатываемости различных материалов при учете ковариантности свойств ФАП и СОТС и отсутствии накопления субстрата обработки после МАО. Методология управления процессом МАО заключается в стабилизации требуемого температурного

режима (70–80 °С) и равномерности давления по всей площади СПП тел вращения путем изменения потоками магнитной индукции для повышения производительности и качества обработки.

Заключение

Синергический подход, выявляющий наиболее важные стороны каждого из компонентов РТС, обеспечивает интенсификацию МАО СПП тел вращения на основе их самоорганизации. Статистический анализ параметров МАО (магнитная индукция, скорости резания и осцилляции, величина рабочего зазора и др.), основанный на показателях производительности и качества процесса, позволяет выделить наиболее значимые параметры и выявить их взаимосвязи. Осуществление процесса микрорезания постоянно обновляющимися режущими кромками зерен ФАП на основании предлагаемых режимов МАО обеспечивает интенсификацию массы срезаемого металла и качества обработки. Областью рационального использования метода МАО являются такие сферы производства как система агропромышленного комплекса, машиностроительная отрасль, авто- и тракторостроение.

Список использованной литературы

1. Майборода, В.С. Магнитно-абразивная обработка многогранных неперетачиваемых твердосплавных пластин в условиях больших рабочих зазоров / В.С. Майборода // Наукові праці ДонНТУ. – 2009. – № 6. – С. 157–165.
2. Барон, Ю.М. Повышение стойкости метчиков и производительности резьбонарезания в высокопрочных сталях / Ю.М. Барон, С.Ю. Иванов / Прогрессивные методы обработки резанием, 1981. – № 6. – С. 70–73.
3. Хоменко, В.А. Магнитно-абразивная обработка метчиков / В.А. Хоменко, А.М. Иконников, А.В. Богданов // Ползуновский вестник, 2012. – № 1. – С. 318–320.
4. Ефремов, В.Д. Технологическое обеспечение качества рабочих кромок инструмента и деталей / В.Д. Ефремов, П.И. Ящерицын. – Минск : БАТУ, 1997. – 252 с.
5. Татаркин, Е.Ю. Проектирование магнитных индукторов для полирования рабочих поверхностей режущих инструментов / Е.Ю. Татаркин, А.М. Иконников // Обработка металлов. – 2012. – № 1. – С. 66–68.

ВИБРАЦИОННЫЙ МЕТОД ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ПОДШИПНИКОВ МЕХАНИЗМА ПРИВОДА ОЧИСТКИ В РЕЖИМЕ РАЗГОНА

М.А. Новиков, д-р техн. наук, профессор,

В.А. Смелик, д-р техн. наук, профессор,

А.С. Рожков, канд. техн. наук, доцент,

Н.П. Алдохина, канд. техн. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный
университет»,*

г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

mihanov25@rambler.ru

Аннотация: предложен способ диагностирования технического состояния подшипниковых узлов механизма привода очистки по параметрам вибрации при неустановившемся режиме. Сформирована экспериментальная установка, состоящая из портативного электронного прибора и набора датчиков, с помощью которой определен рациональный режим разгона, время разгона, частота среза фильтров.

Abstract: A method for diagnosing the value of the clearances of the bearing units of the cleaning drive mechanism by the parameters of vibration in the unsteady mode is proposed. An experimental setup consisting of a portable electronic device and a set of sensors was formed, with the help of which the rational acceleration mode, acceleration time, and filter cut-off frequency were determined.

Ключевые слова: диагностика, очистка, вибросигнал, режим разгона.

Keywords: diagnostics, cleaning, vibration alarm, overclocking mode.

Введение

Среди главных недостатков механизмов очистки зерноуборочного комбайна отмечается остаточная неуравновешенность. В результате ударов, вызываемых силами инерции, в кинематических парах формируются вибрационные импульсные колебания [1, 2]. Одним из методов, позволяющих исследовать динамические свойства диагностируемого объекта, является диагностирование по вибрационным параметрам. Изменение амплитуды и фазы вибро-

сигнала, снятого с корпуса опорного подшипника являются обобщенными параметрами при оценке технического состояния механизма очистки [3, 4].

С целью определения конкретного места неисправности при углубленном диагностировании предлагается использовать способ установления величины зазоров подшипниковых узлов механизма привода очистки по параметрам вибрации при неустановившемся скоростном режиме [5].

Основная часть

Чтобы получить наибольшую возмущающую силу, которая вызывает опрокидывание вала в подшипнике с зазором, когда ось кривошипа вала совместится с малой осью годографа $P_{инн}$, предлагаем применять неустановившийся скоростной режим [1, 3]. Ударная сила при этом устанавливается выражением:

$$F_p = M_{\Pi} \left(\frac{h}{2} \sqrt{\omega^2 + \varepsilon^2} + g \cos \alpha \right) \quad (1)$$

где α – угол между вертикальным направлением и линией действия разгоняющей силы; h – величина радиального зазора в подшипниках механизма привода, M_{Π} – момент действия массы приводного устройства; ω – угловая скорость приводного вала.

В основу предлагаемого способа положено определение максимального амплитудного значения вибрационного ускорения подшипникового корпуса $A^p_{\max}$ в конце разгона (рис. 1) с последующим сравнением данного параметра с максимальным значением амплитуды вибрационного ускорения A^p_{const} , соответствующего минимальному радиальному зазору. Точность оценки технического состояния данным способом можно повысить, если за диагностический параметр принять площадку ниже огибающей кривой максимальной амплитуды вибросигнала, в соответствии с рисунком 1.

Для реализации предлагаемого метода была сформирована экспериментальная установка, включающая колебательный вал механизма привода с опорными и шатунными подшипниками, измерительный комплекс аппаратуры, состоящий из: портативного электронного прибора «БалКом-1», преобразователя сигналов, вибродатчиков, индукционного датчика опорного сигнала [6].

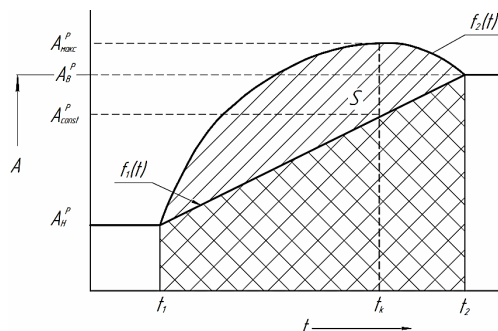


Рисунок 1 – Зависимость максимальной амплитуды виброускорения A и площади S под кривой от времени разгона

Расчет площади S можно выполнить по выражению:

$$S = \int_{t_1}^{t_2} f_2(t) dt - \int_{t_1}^{t_k} f_1(t) dt \quad (2)$$

где t_1 – время начала разгона; t_2 – время конца разгона; $f_1(t)$ – функция огибающей при увеличенном радиальном зазоре, $f_2(t)$ – функция огибающей при минимальном радиальном зазоре.

Заключение

На основании выполненных экспериментальных исследований установлено: 1. В качестве обобщенных диагностических параметров определения технического состояния механизма привода очистки выбраны амплитуда и фаза вибрационного сигнала, измеренного на корпусах опорных подшипников, при частоте вращения колебательного вала $n_6 = 215 \text{ мин}^{-1}$ и частоте среза фильтров $f_{cp} = 0-10 \text{ Гц}$; 2. За диагностический параметр при углубленном диагностировании подшипниковых узлов приводного вала очистки установлена максимальная амплитуда вибросигнала за время разгона $t_p = 6 \text{ с}$ и частоте среза фильтров $f_{cp} = 0-100 \text{ Гц}$, а также разность площадей под огибающей кривой максимальной амплитуды вибросигнала.

Список использованной литературы

1. Новиков М.А. Повышение эффективности функционирования самоходных уборочных машин на основе обеспечения их долговечности в условиях эксплуатации методами и средствами технического диагностирования: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.03. – Санкт-Петербург, 1998. – 524 с.

2. Оценки технологической и технической надежности зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов / В.А. Смелик, Ф.А. Киприянов, А.Н. Водолазко // Известия Международной академии аграрного образования. – 2018. – №41 (Т.1). – С. 49–55.

3. Аллилуев В.А., Новиков М.А. и др. Надежность самоходных уборочных машин в современных экономических условиях АПК: учебное пособие /под ред. В.А. Аллилуева. Йошкар-Ола.: МарГТУ, 2001. – 122 с.

4. Новиков М.А. Общие принципы разработки и совершенствования методов технического диагностирования рабочих органов технологических машин предприятий по производству и приготовлению кормов / М.А. Новиков, К.Е. Муравьев, С.Б. Павлов // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. – 2016. – С. 273–277.

5. Авторское свидетельство SU 1809346. МПК A01F 12/44(2006.01), B07B 4/08(2006.01). Способ оценки технического состояния опорного подшипника рабочего органа. / В.А. Аллилуев, М.А. Новиков, А.А. Васильев, В.П. Моисеев. – опубл. 10.10.1992.

6. Патент на полезную модель №217868 РФ Автоматизированный стенд для контроля качества ремонта шнеков уборочных машин / Новиков М.А., Смелик В.А., Рожков А.С., Алдохина Н.П., Иванов И.С. заявитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет». – № 2023100838; заявл. 17.01.2023; опубл. 21.04.2023.

УДК 629.114.2

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОРАБОТКИ КОНСТРУКЦИЙ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Д.С. Праженик, ст. преподаватель,

В.В. Носко, ст. преподаватель,

П.А. Губар, магистрант

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

г. Минск, Республика Беларусь

prazhenik@bsatu.by

Аннотация: В статье рассмотрены технические решения улучшающие конструкцию зерноуборочных комбайнов.

Abstract: The article discusses technical solutions that improve the design of combine harvesters.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, соломотряс, клавиша соломотряса, подшипник, выгрузной шнек.

Keywords: combine harvester, straw walker, straw walker key, bearing, unloading auger.

Введение

Зерноуборочные комбайны используются короткий период, но от их степени готовности зависит реализация этапа уборки зерновых культур. Работоспособность комбайнов в значительной мере предопределяет потери урожая и качественные показатели продукции, потому организационно-техническими воздействиями необходимо обеспечить их безостановочную работу в течение уборочной страды [1].

Основная часть

Качество работы зерноуборочного комбайна определяется главным образом величиной потерь зерна и его чистотой. Одной из причин потерь зерна при уборке является недостаточная его сепарация соломотрясом комбайна. Для исключения указанных потерь, в ряде сельскохозяйственных предприятий Республики Беларусь, разработаны и внедрены ремённые активаторы клавиш соломотряса (рисунок 1).

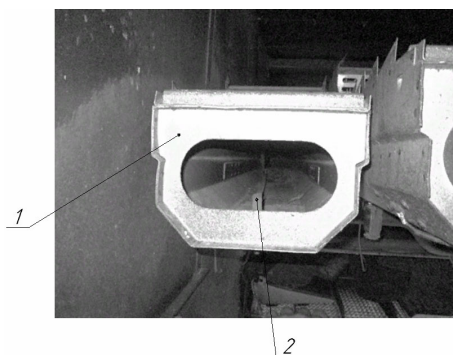


Рисунок 1 – Соломотряс зерноуборочного комбайна
1 – клавиша соломотряса; 2 – ремённый активатор

Ременной активатор грубого вороха способствует очистки каскада внутренней полости клавиши соломотряса, тем самым снижает время простоев на технологические операции, связанные с забиванием клавиш.

Подшипники качения клавиш соломотряса (рисунок 2) часто выходят из строя, так как работают в тяжёлых условиях, то есть испытывают большие нагрузки за изменения диапазона колебаний и скорости. Для снижения времени простоев на ремонтные операции, связанные с заменой подшипников, клавиши соломотряса устанавливаются на разборные деревянные подшипники многоразовой смазки из модифицированной древесины.

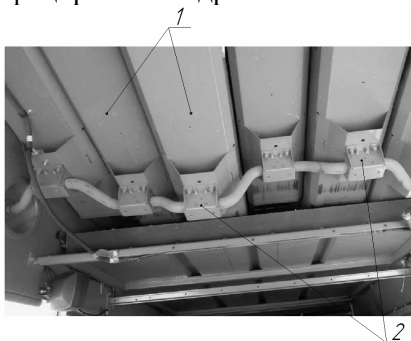


Рисунок 2 – Соломотряс
1 – клавиши соломотряса; 2 – деревянные подшипники

Для уменьшения энергозатрат и времени выгрузки, на шнек поворотный выгрузной зерноуборочного комбайна (рисунок 3), устанавливается поворотный фартук.

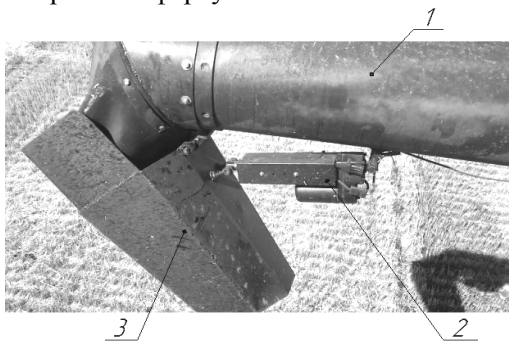


Рисунок 3 – Шнек поворотный выгрузной зерноуборочного комбайна
1 – шнек выгрузной; 2 – электромеханизм; 3 – поворотный фартук

Установка поворотного фартука на выгрузной шнек зерноуборочного комбайна упрощает подъезд к транспортному средству и позволяет производить выгрузку в транспортное средства на косогорах. Упрощается выгрузка зерна из бункеров на ходу.

Заключение

Разработка и установка предложенных конструкций зерноуборочных комбайнов является актуальной, так как внедрение разработок обеспечит повышение эффективности уборки зерновых и снизит затраты на производство конечного продукта.

Список использованной литературы

1. Д.С. Праженик, В.В. Носко, П.А. Губар, С.В. Вороненко Усовершенствование конструкции выгрузного шнека // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 24–25 ноября 2022 г. – Минск: БГАТУ, 2022. – С. 442–454.

2. Инструкция по эксплуатации. Комбайн зерноуборочный самоходный КЗС-1218 «Палессе GS12», 2017.

Секция 2 «МОБИЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ»

УДК 629.36.017

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТРАНСМИССИИ ТРАКТОРОВ «БЕЛАРУС» ТЯГОВОГО КЛАССА 0,6–2

Г.И. Гедроить, канд. техн. наук, доцент,

С.В. Занемонский, ст. преподаватель,

Т.А. Варфоломеева, ст. преподаватель,

И.Г. Потанейко, магистрант

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
zanemanoff@mail.ru*

Аннотация: В статье дан обзор современных технических решений, направленных на модернизацию трансмиссии тракторов «БЕЛАРУС» тягового класса 0,6–2.

Abstract: The article provides an overview of modern technical solutions aimed at modernizing the transmission of BELARUS tractors of the 0,6–2 traction class.

Ключевые слова: трактор, трансмиссия, коробка передач, синхронизатор.

Keywords: tractor, transmission, gearbox, synchronizer.

Введение

Тракторы «БЕЛАРУС» тягового класса 0,6–2 предназначены для выполнения различных сельскохозяйственных работ с навесными, полунавесными и прицепными машинами и орудиями, транспортных работ [1]. На ОАО «МТЗ» ведутся разработки одновременно по нескольким направлениям – от глубокой модернизации и изменений конструкций существующей линейки до создания новых моделей тракторов [2, 3]. На ряду с обеспечением экологических требований, эргономики, топливной экономичности [4] большое внимание уделяется модернизации трансмиссии.

Основная часть

Совершенствование трансмиссий тракторов «БЕЛАРУС» мощностью 30–75 л.с. направлено на создание полностью синхронизированных (СП) коробок передач, в которых при помощи синхронизаторов переключаются передачи и диапазоны, что позволяет

уменьшить шум, изнашивание зубьев шестерен при переключении передач (таблица 1, 2). Предусмотрена установка в базовой комплектации синхронизированного реверс-редуктора и синхронизированного редуктора повышенных и пониженных передач (Hi-Lo) для рынка Евразийского Экономического Союза (ЕАЭС) [2].

Таблица 1. Развитие трансмиссии тракторов «БЕЛАРУС» серии 300/400/600 до 2030 г.

Модели тракторов	Тип трансмиссии		
	2020 г.	2025г.	2030 г.
БЕЛАРУС-322 БЕЛАРУС-422.1	ЕАЭС МТЗ16F8R	ЕАЭС, ЕС Трансмиссия СП 8F8R 16F/16R	
БЕЛАРУС-422 БЕЛАРУС-622	ЕАЭС МТЗ16F8R	ЕАЭС, ЕС Трансмиссия СП 12F12R	
	ЕС Новая трансмиссия 12F12R		
	ЮВА Новая трансмиссия 8F8R	ЮВА Трансмиссия СП 8F8R	

Таблица 2. Развитие трансмиссии тракторов «БЕЛАРУС» серии 500/900/1000/1200/1300 до 2030 г.

Модели тракторов	Тип трансмиссии		
	2020 г.	2025г.	2030 г.
БЕЛАРУС-920 БЕЛАРУС-922 БЕЛАРУС-923 БЕЛАРУС-952	ЕАЭС МТЗ 14Fх4R Серийная трансмиссия	ЕАЭС, ЕС МТЗ 14Fх4R Центральный привод ПВМ	
БЕЛАРУС-1025 БЕЛАРУС-1220 БЕЛАРУС-1221	ЕАЭС МТЗ 16Fх8R Серийная трансмиссия	ЕАЭС, ЕС МТЗ 16Fх8R Центральный привод ПВМ	
БЕЛАРУС-920 БЕЛАРУС-922 БЕЛАРУС-923 БЕЛАРУС-952 БЕЛАРУС-1025 БЕЛАРУС-1220 БЕЛАРУС-1221	ЕАЭС, ЕС Новая трансмиссия 12Fх12R Synchro 24Fх24R Power Shuttle	ЕАЭС, ЕС Трансмиссия СП 12Fх12R Synchro 24Fх24R Power Shuttle	
БЕЛАРУС-510	МТЗ 9Fх2R	Подлежит списанию либо передаче на другие производства	

За последние годы в линейке малогабаритных тракторов добавились новые модели в диапазоне мощностей от 30 до 74 л.с. Так, внедрены в производство тракторы БЕЛАРУС-451/651 с двигателем мощностью 49 и 65 л.с. Малогабаритные тракторы разработаны для рынков стран Центральной и Юго-Восточной Азии (ЮВА), Ближнего Востока, Африки, Латинской Америки и других стран с жарким климатом.

Для тракторов мощностью 80–130 л.с. разрабатываются трансмиссии с переключением передач гидроподжимными муфтами без разрыва потока мощности (Power Shift), гидромеханическим реверс-редуктором, переключаемым под нагрузкой (Power Shuttle), и гидромеханическим понижающим редуктором (Hi-Lo).

Разработана новая модель универсально-пропашного трактора – БЕЛАРУС-82.3, это глубокая модернизация серийного трактора БЕЛАРУС-82.1. Модернизация проведена с учетом требований технического Регламента Таможенного Союза, действующего в странах ЕАЭС.

Трансмиссия получила глубокую модернизацию, применён встроенный привод переднего ведущего моста (ПВМ) и установлен насос гидросистемы трансмиссии. Это дало возможность установить [1, 2]:

- модернизированный привод ПВМ с многодисковой фрикционной муфтой включения (центральный привод) вместо раздаточной коробки, промежуточной опоры и двух карданных валов обеспечивает повышение надежности и долговечности;

- муфта сцепления LUK лепесткового типа с диском с металло-керамическими накладками позволила снизить усилие на педаль и увеличить долговечность работы данного узла;

- система электрогидравлического включения ПВМ, блокировкой дифференциала и ВОМ позволила применить кнопочное управление;

- установленный дисковый ВОМ позволяет работать с агрегатами в режиме отбора большей мощности и имеет повышенную надёжность.

Заключение

Модернизацию трансмиссии тракторов «БЕЛАРУС» следует проводить с целью повышения надежности и функциональности, увеличения числа передач, обеспечения реверса, встроенного центрального привода ПВМ, автоматизации переключения передач.

Переключение передач у тракторов «БЕЛАРУС» серий 300–1200 целесообразно осуществлять при помощи синхронизаторов.

Список использованной литературы

1. ОАО «МТЗ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://belarus-tractor.com> – Дата доступа: 15.09.2023

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. Гедроить, Г.И. Агроэкологические свойства тракторов «БЕЛАРУС» / Г.И. Гедроить, С.В. Занемонский, В.С. Леванюк // Актуальные проблемы и перспективы развития сельских территорий и кадрового обеспечения АПК : сборник научных статей II Международной научно-практической конференции, Минск, 9–10 июня 2022 г. – Минск : БГАТУ, 2022. – С. 99–103.

4. Гедроить, Г.И. Массогабаритные показатели современных тракторных дизелей / Г.И. Гедроить, Т.А. Варфоломеева, С.В. Занемонский // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 22–24 ноября 2017 г. – Минск : БГАТУ, 2017. – С. 292–295.

УДК 629.36.017

ПОВОРАЧИВАЕМОСТЬ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА СО СДВОЕННЫМИ ЗАДНИМИ КОЛЕСАМИ

Т.А. Варфоломеева, ст. преподаватель,

С.В. Занемонский, ст. преподаватель,

А.А. Блохин, студент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

г. Минск, Республика Беларусь

zanetanoff@mail.ru

Аннотация: В статье предложена методика расчета дополнительного момента сопротивления повороту, коэффициента поворачиваемости трактора.

Abstract: The article proposes a method for calculating the additional moment of resistance to turning, the turning coefficient of the tractor.

Ключевые слова: трактор, поворачивающий момент; коэффициент поворачиваемости трактора.

Keywords: tractor, turning moment, tractor turning coefficient.

Введение

Недостатком способа поворота, реализованного на тракторах «БЕЛАРУС», является трудность получения малого радиуса поворота, сложность привода рулевого управления, особенно при использовании колес большого размера.

В последние годы появились машины с четырьмя ведущими неповоротными колесами с управлением бортовым поворотом, который осуществляется выключением колес отключающего борта. Однако такие конструкции требуют глубокой модернизации тракторов и больших капитальных вложений.

Основная часть

Экспериментальные испытания тракторов показали, что сдвигание колес приводит к увеличению радиуса поворота тракторов. Нами предложен ряд конструкций по уменьшению радиуса поворота тракторов со сдвоенными задними колесами путем перевода дополнительного колеса заднего ведущего моста трактора в ведомый режим [1]. Схема поворота трактора со сдвоенными задними колесами приведена на рисунке [2].

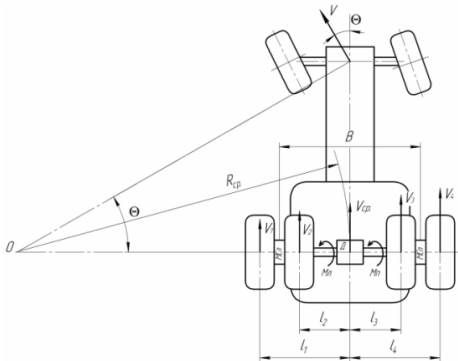


Рисунок – Схема поворота трактора со сдвоенными ведущими задними колесами: R_{cp} – радиус поворота трактора по продольной оси; V_1 – V_4 – линейные скорости движения ведущих колес; V_{cp} – поступательная скорость трактора; l_1 – l_4 – координаты установки ведущих колес относительно продольной оси трактора; M_l , M_p – крутящий момент на левой и правой полуосях; $М_{СЛ}$, $М_{СП}$ – левая и правая соединительные муфты; B – ширина колеи трактора; Θ – угол поворота управляемых колес

В результате перераспределения тягового усилия по колесам заднего моста возникает дополнительный момент сопротивления повороту [3]

$$M_{\Pi} = 0,5B(2P_{\text{кп}} - P_{\text{кл}} + P_f), \quad (1)$$

где B – ширина колеи трактора, м;

$P_{\text{кп}}, P_{\text{кл}}$ – касательная сила тяги сдвоенного и одиночного колеса правого и левого бортов трактора, Н;

P_f – сопротивление качению наружного колеса, переведенного в ведомый режим, Н.

Коэффициент поворачиваемости трактора K_{Π} определяется из выражения

$$K_{\Pi} = \frac{J_T V^2}{BM_{\Pi}}; \quad (2)$$

где M_{Π} – дополнительный момент сопротивления повороту, Н·м;

J_T – момент инерции трактора относительно вертикальной оси, проходящей через точку на оси симметрии трактора, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$, определяемый по формуле:

$$J_T = \frac{G_T}{g} \left(\frac{L_T^2 + B_2^2}{12} \right) \quad (3)$$

где B_2 – ширина по концам полуосей трактора, м;

G_T – вес трактора, Н;

L_T – длина трактора в транспортном положении, м;

v – скорость движения трактора, м/с;

g – ускорение сводного падения, м/с^2 .

Подставив момент инерции трактора J_T в выражение (2) получим:

$$K_{\Pi} = \frac{G_T}{g} \left(\frac{L_T^2 + B_2^2}{12} \right) \frac{V^2}{13 \cdot 0,5B(P_k + P_f)} = \frac{2(L_T^2 + B_2^2)V^2}{13 \cdot gB(\varphi_k + f)} \quad (4)$$

Заключение

Коэффициент поворачиваемости трактора не зависит от его массы, а определяется габаритами и квадратом скорости движения трактора, и будет иметь максимальное значение на агрофонах, для которых сумма значений коэффициентов $(\varphi_k + f)$ будет минимальной.

Список использованной литературы

1. Бобровник, А.И. Показатели трактора «БЕЛАРУС» со сдвоенными колесами при повороте /А.И. Бобровник, Т.А. Варфоломеева // Агропанорама. – 2019. – №3. – С. 5–9.

2. Гедроить, Г.И. Совершенствование конструкции устройств для сдваивания колес энергонасыщенных тракторов / Г.И. Гедроить, Т.А. Варфоломеева, С. В. Занемонский // Вестник Белорусского Российского университета. – 2023. – № 2 (79). – С. 14–21.

3. Варфоломеева, Т.А. Дополнительный поворачивающий момент колесного трактора 4x4 со сдвоенными задними колесами / Т.А. Варфоломеева, Н.А. Поздняков // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 24-25 ноября 2022 г. – Минск : БГАТУ, 2022. – С. 304–306.

УДК 629.3.027

ПАРАМЕТРЫ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ШИН ДЛЯ ТРАКТОРОВ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Г.И. Гедроить, канд. техн. наук, доцент,

И.И. Бондаренко, канд. техн. наук, доцент,

В.В. Михалков, ст. преподаватель

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

г. Минск, Республика Беларусь

ggedroit@tut.by

Аннотация: Проанализированы варианты применения пневматических шин для сельскохозяйственных тракторов и самоходных машин.

Abstract: Variants of application of pneumatic tyres for agricultural tractors and self-propelled cars are analysed.

Ключевые слова: трактор, сельскохозяйственная машина, пневматическая шина.

Keywords: tractor, the agricultural car, the pneumatic tyre.

Введение

Проблема проходимости самоходных машин существует с момента их появления. Применительно к сельскохозяйственной технике в современных условиях наиболее актуальна агротехническая проходимость. Если для тракторов достигнут допустимый уровень воздействия на почву для сухих почв и почв средней влажности, то для некоторых мобильных машин,

работающих на полях проблема остается острой. Частона них эксплуатируются шины с давлением воздухадо 0,8 МПа [1, 2].

Основная часть

В нормативной документации, каталогах по шинам, как правило, приводятся значения диаметра шины D , ширины профиля B и часто статического радиуса $r_{\text{ст}}$. Указывается также соответствующие нагрузка и давление воздуха в шине. При этом несложно определить радиус и деформацию шины λ :

$$\lambda = r_{\text{св}} - r_{\text{ст}}$$

где $r_{\text{св}}$ – свободный радиус колеса, мм.

Из маркировки шин мы можем, как правило узнать ширину профиля шины B , посадочный диаметр d . Например для шины 18,4R38 ширина профиля составляет 18,4 дюйм, посадочный диаметр – 38 дюйм. При более подробной маркировке известно отношение высоты H и ширины профиля B . Например для шины 420/70R24 значение ширины профиля составляет 420 мм, посадочного диаметра 24 дюйм, а отношение H к B – 70 % [3].

При известных значениях D и d высота профиля шины определяется по формуле:

$$H = \frac{D - d}{2}$$

В таблице приведены соотношения основных параметров шин, применяемых в настоящее время на тракторах и сельскохозяйственных машинах.

Для рассмотренных в таблице тракторных шин значение отношения λ/B находится в пределах от 0,103 до 0,175, среднее значение отношения λ/B составляет 0,147. Значение отношения λ/H находится в пределах от 0,172 до 0,217, среднее значение отношения λ/H составляет 0,181. Значение отношения H/B находится в пределах от 0,60 до 0,86, среднее значение отношения H/B составляет 0,82 [4]. Для шин используемых на сельскохозяйственной технике рассмотренных в таблице отношения λ/B находится в пределах от 0,077 до 0,162, среднее значение отношения λ/B составляет 0,129. Значение отношения λ/H находится в пределах от 0,139 до 0,222, среднее значение отношения λ/H составляет 0,185. Значение отношения H/B находится в пределах от 0,50 до 0,96, среднее значение отношения H/B составляет 0,71.

Таблица. Соотношение параметров тракторных шин и с/х машин

Обозначение шины	λ , мм	B , мм	H , мм	λ/B	λ/H	H/B
Радиальные шины						
11.2R20	47,5	284,5	243,5	0,167	0,195	0,86
360/70R24	50	360	252	0,139	0,198	0,70
420/70R24	59	420	294	0,140	0,201	0,70
480/70 R24	63	480	336	0,131	0,188	0,70
15.5R38	55	393,7	302,4	0,140	0,182	0,77
16.9R38	67,5	429,3	354,9	0,157	0,190	0,83
18.4R30	72,5	467,4	391,5	0,155	0,185	0,84
18.4R34	72,5	467,4	390,7	0,155	0,186	0,84
18.4R38	75	467,4	392,4	0,160	0,191	0,84
18.4R42	70	467,4	391,6	0,150	0,179	0,84
20.8R42	92,5	528,3	434,1	0,175	0,213	0,82
30.5L32	80	774,7	465,5	0,103	0,172	0,60
Диагональные шины						
6.50-16	18	165	176,8	0,109	0,102	1,07
7.50-16	32,5	190,5	199,3	0,171	0,163	1,05
9.00-20	35	228,6	211	0,153	0,166	0,92
Шины сельскохозяйственных машин и прицепов						
9.00-16	34	255	245	0,133	0,139	0,96
10.00-16	42	259	243,9	0,162	0,172	0,94
10.00/75-15,3	30	264	195,7	0,114	0,153	0,74
400/60-15,5	57	404	240,5	0,141	0,237	0,59
16.00-20	47,5	405	283,5	0,117	0,167	0,70
16,5/70-18	55	430	316,4	0,128	0,174	0,74
500/50-17	56,5	500	256,6	0,113	0,220	0,51
540/65R30	78,5	526	361,5	0,149	0,217	0,69
22.0/70-20	88	560	396	0,157	0,222	0,71
600/50-22,5	46	600	300,25	0,077	0,153	0,50

Для автомобильных шин, рассмотренных в таблице отношения λ/B находится в пределах от 0,094 до 0,157, среднее значение отношения λ/B составляет 0,124. Значение отношения λ/H находится в пределах от 0,114 до 0,202, среднее значение отношения λ/H составляет 0,161. Значение отношения H/B находится в пределах от 0,71 до 1,0, среднее значение отношения H/B составляет 0,84.

Отметим, что приведены шины в основном являются шинами обычного профиля или широкопрофильными. С целью улучшения

показателей взаимодействия ходовых систем с почвой возможно применение сверхнизкопрофильных, арочных шин, пневмокатков, для которых соотношения указанных выше параметров отличаются [5]. При этом необходимо учитывать, что увеличение размеров колес приводит к изменению положения центра тяжести машин, размеров колесных ниш, возрастают нагрузки на трансмиссию и балки мостов, увеличиваются габариты по ширине (они ограничены для дорог), возрастает стоимость машин.

Заключение

Определены необходимые для аналитических исследований соотношения параметров шин, применяемых на тракторах и сельскохозяйственных машинах. Эти соотношения рекомендуется использовать при теоретических исследованиях по оптимизации параметров ходовых систем.

Список использованной литературы

1. Гедроить Г.И. Опорные свойства шин для сельскохозяйственной техники / Г.И. Гедроить// Агропанорама. – 2009, № 4. – С. 23–27.
2. Техника сельскохозяйственная мобильная. Нормы воздействия движителей на почву: ГОСТ 26955-86. – М.: Издательство стандартов, 1986. – 7.
3. Повышение агроэкологических качеств движителей колесных тракторов /Бобровник А.И., Жуковский Ю.М., Варфоломеева Т.А. // Агропанорама. – 2011. – N 4. – С. 2–5.
4. Гедроить Г.И. Взаимодействие с почвой многоколесных ходовых систем / Г.И. Гедроить, А.Г. Гедроить, А.Д. Чететкин / Агропанорама, 2012. – №5. – С. 2–7.
5. Гедроить Г.И. Расчет нормируемых показателей воздействия колесных движителей на почву на стадии проектирования машин / Г.И. Гедроить // Современная сельскохозяйственная техника: исследование, проектирование, применение: материалы международной научно-практической конференции. – Минск: БГАТУ, 2010. С. 126–129.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ШИН ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ С ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

В.В. Михалков, ст. преподаватель,

Ю.А. Напорко, ст. преподаватель,

С.В. Занемонский, ст. преподаватель

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

г. Минск, Республика Беларусь

viktor-mihalkov@mail.ru

Аннотация: Проанализированы варианты взаимодействия эластичных шин грузовых автомобилей с опорной поверхностью.

Abstract: A variant of of interaction of elastic tyres of lorries with a basic surface.

Ключевые слова: грузовой автомобиль, шина, опорная поверхность.

Keywords: lorry, the tyre, basic surface.

Введение

Оптимизация параметров ходовых систем грузовых автомобилей является важным этапом при разработке и внедрении новых моделей, модификаций. Создание опытных образцов пневматических шин является дорогостоящей и сложной операцией. Поэтому большую роль играет математическое моделирование процессов взаимодействия ходовых систем с опорным основанием. Для выполнения расчетов необходимо объективно задавать параметры шин и соотношение их размеров.

Цель работы – установить взаимодействие пневматических шин, применяемых на грузовых автомобилях с различными вариантами опорных поверхностей.

Основная часть

При взаимодействии пневматических колес с грунтами важно выделить три основных случая: когда нормальная деформация колеса мала по сравнению с деформацией грунта (качение колеса с высоким давлением воздуха по рыхлому торфу), соизмерима с деформацией грунта (качение колеса с низким давлением воздуха по рыхлому торфу) и больше деформации грунта (качение колеса с низким давлением воздуха по уплотненному торфу). Движение ав-

томобилей по залежам на шинах низкого и сверхнизкого давления наиболее точно соответствует первому и второму случаям. При этом деформация пневматических колес определяется работой, затраченной на сжатие шины.

Максимальное напряжение, которое возникает на поверхности шины, контактирующей с залежью, численно равно этой же величине, хотя может быть определено другими зависимостями. Рассматривая шину как диафрагму между залежью и воздухом, содержащимся в шине, можно определить, что напряжение на поверхности шины ζ , вызываемое воздействием торфяной залежи на шину, определяется давлением воздуха в шине P_w (рисунок).

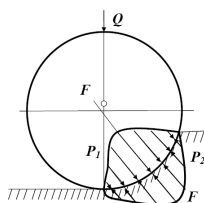


Рисунок – Схема к методике определения деформации пневматического колеса

В случае, если $\sigma = P_w \geq KH$, деформация шины не возникает. Уравновешивание колеса на залежи достигается только его осадкой на залежи. Если $\sigma = P_w < KH$ [1, 2], то работа затрачивается как на деформацию залежи, так и на деформацию пневматической шины. Таким образом, можно определить осадку колеса на залежи H_1 , при которой начинается деформирование пневматического колеса и продолжается деформация залежи:

$$H_1 = \frac{P_w}{K},$$

Сила Q_1 , необходимая для максимальной деформации торфяной залежи без деформирования пневматической шины, может быть найдена из зависимости

$$Q_1 = \frac{H^2 \pi K \sqrt{DD_n}}{2},$$

Сила, необходимая для деформации пневматической шины Q_2 :

$$Q_2 = Q - Q_1,$$

где Q – общая нагрузка, приложенная к колесу.

Тогда максимальная нормальная деформация пневматической шины, происходящая совместно с деформацией торфяной залежи:

$$\lambda = \frac{Q_2}{C_p} = \frac{Q(1 - \eta^2)}{C_p},$$

Или с учетом $\eta = 0,8$

$$\lambda = \frac{0,36Q}{C_p}.$$

Это искомые формулы, позволяющие определить величину максимальной деформации пневматической шины в зависимости от давления воздуха в ней, жесткости шины, нагрузки на колесо, коэффициента упругости торфяной залежи и осадки колеса на залежи.

Снижение давления воздуха в шине P_w приводит к уменьшению осадки колеса на залежи H , так как при этом увеличивается площадь контакта колеса с залежью, уменьшаются давление колеса на залежь и жесткость шины C_p . Деформация пневматической шины λ при этом растет. Указанное соображение является одной из причин, по которым на технике, эксплуатирующей в условиях слабых грунтов, рекомендуется применять шины низкого давления.

При деформации пневматического колеса изменяется площадь его контакта с опорной поверхностью, что ранее исследователями не принималось во внимание. Расчет площади контакта деформированного колеса с залежью построен на положении, обоснованном В.В. Гуськовым, о возможности замены деформированного эластичного колеса в зоне контакта с торфяной залежью на эквивалентное жесткое, большего диаметра.

Для автомобильных шин, рассмотренных в таблице отношения λ/B находится в пределах от 0,094 до 0,157, среднее значение отношения λ/B составляет 0,124. Значение отношения λ/H находится в пределах от 0,114 до 0,202, среднее значение отношения λ/H составляет 0,161. Значение отношения H/B находится в пределах от 0,71 до 1,0, среднее значение отношения H/B составляет 0,84 [3].

Отметим, что приведены шины в основном являются шинами обычного профиля или широкопрофильными. С целью улучшения показателей взаимодействия ходовых систем с почвой возможно

применение сверхнизкопрофильных, арочных шин, пневмокатков, для которых соотношения указанных выше параметров отличаются [4]. При этом необходимо учитывать, что увеличение размеров колес приводит к изменению положения центра тяжести машин, размеров колесных ниш, возрастают нагрузки на трансмиссию и балки мостов, увеличиваются габариты по ширине (они ограничены для дорог), возрастает стоимость машин.

Таблица. Соотношение параметров автомобильных шин

Обозначение шины	λ , мм	B , мм	H , мм	$\frac{\lambda}{B}$	$\frac{\lambda}{H}$	$\frac{H}{B}$
185/75R16	24	190	138,8	0,126	0,194	0,73
175/75R16	28	178	138,8	0,157	0,202	0,78
225/75R17,5	34	228	168,8	0,149	0,201	0,74
245/70R19,5	25	242	176,4	0,103	0,142	0,73
8.25R20	28	230	227	0,122	0,123	0,99
11.00R20	36	286	287	0,126	0,215	1,00
12..00R20	35	313	307	0,112	0,114	0,98
315/80R22,5	39	312	252,3	0,125	0,155	0,81
16.00R20	56,5	438	417,5	0,129	0,135	0,95
500/70-508	44,5	475	338,5	0,094	0,131	0,71

Заключение

Определены необходимые соотношения параметров шин, применяемых на грузовых автомобилях. При оптимизации ходовых систем необходимо учитывать их влияние на различные варианты опорных поверхностей при их дальнейшей эксплуатации.

Список использованной литературы

1. Кутьков Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства. – М. : КолосС, 2004. – 504 с : ил.
2. Агейкин Я.С. Проходимость автомобилей/ Я.С. Агейкин – М.: Машиностроение, 1981. – 242 с.
3. Гедроить Г.И. Взаимодействие с почвой многоколесных ходовых систем / Г.И. Гедроить, А.Г. Гедроить, А.Д. Чечеткин / Агропнорама, 2012. – №5. – С. 2–7.
4. Гедроить Г.И. Расчет нормируемых показателей воздействия колесных движителей на почву на стадии проектирования машин / Г.И. Гедроить // Современная сельскохозяйственная техника: исследование, проектирование, применение: материалы международной научно-практической конференции. – Минск: БГАТУ, 2010. С. 126–129.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
ПАРАМЕТРОВ ВОДОРОДНОГО ГЕНЕРАТОРА
НА ПРОИЗВОДСТВО ВОДОРОДА И ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ**

Д.А. Бибко, канд. техн. наук, доцент,

А.Э. Абдулаев, магистр,

В.Е. Гребнев, студент,

А.А. Чижевский, студент

*Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина
г. Краснодар, Российская Федерация
bebko.d1978@mail.ru*

Аннотация: Производство экологически чистых энергоносителей позволит значительно снизить загрязнение окружающей среды вредными веществами, которые влияют на экосистему страны. Это влияет на будущее развитие и существование населения.

Abstract: The production of environmentally friendly energy carriers will significantly reduce environmental pollution, harmful substances that affect the ecosystem of the country, which affects the future development and existence of the population.

Ключевые слова: нетрадиционная энергетика, водородный генератор, плазменный процесс, водород, кислород, тепловая энергия.

Keywords: unconventional energy, hydrogen generator, plasma process, hydrogen, oxygen, thermal energy.

Введение

Устойчивое развитие мировой энергетики рассматривается в международной стратегии в контексте перехода на технологии, использующие энергию солнца, ветра, энергии вод (в том числе энергию сточных вод), биомассы, биогаза, геотермальной энергии (далее – возобновляемые источники энергии), а также развитие технологий атомной и водородной энергетики [1].

В России с развитием технологического роста по намеченной программе президента и правительства РФ до 2050 года предусматривает создание генерирующих источников энергии как традиционных, так и нетрадиционных, основанных на новых технологиях производства водорода и тепловой энергии [1].

Основная часть

Объектом исследования является водородный генератор проточного типа с использованием электродов различной электроли-

тической активности выделения водорода и кислорода. Методика исследования стандартная

Для проведения исследований была разработана конструкция проточного водородного генератора, позволяющая совместить производство водорода, кислорода и тепловой энергии. Показана на рисунке.

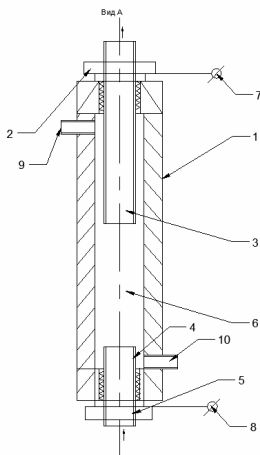


Рисунок – Водородный генератор проточного типа для производства водорода, кислорода и тепловой энергии

Устройство состоит из цилиндрического, диэлектрического корпуса 1, диэлектрического держателя 2 для катода 3, анода 4, который также имеет диэлектрический держатель 5 и межэлектродную камеру 6 для протекания водного раствора щелочи. Использовалась гидроокись калия КОН. Анод 4 и катод 3 выполняют функцию впускного и выпускного патрубков. Анод 4 выполнен полым, с диаметром равным диаметру катода 3 и установлен соосно ему с возможностью осевого перемещения. Площади соприкосновения анода 4 и катода 3 с водным раствором щелочи с плотностью 1030 кг/м^3 выполнены в соотношении 1:2 соответственно. Анод 4 выполнен из нержавеющей стали, а катод 3 – из латуни. Для регулирования расстояния между электродами используют диэлектрические держатели 5 и 2. Для подключения импульсного источника питания (на рисунке не показано) использованы катодный 7 и анодный контакты 8. Корпус 1 имеет выходные патрубки для водорода 9 и кислорода 10. Патрубки 9 и 10 установлены в верхней и нижней части корпуса, в местах скопления водорода и кислорода.

Подготовленная вода (после дистиллятора) с добавлением гидроокиси калия (КОН) в соотношении 10:1 с плотностью от 1030 кг/м^3 подается в корпус устройства 1 в межэлектродную камеру 6 через полый катод 3 и устанавливают необходимый расход раствора. Затем устройство подключают к импульсному

источнику питания и постепенно повышают напряжение до появления устойчивой плазмы. В межэлектродной камере 6 происходит нагрев раствора до температуры кипения при частичном разложении воды на водород и кислород. Кислород, выделившийся у анода 4, удаляется из анодной полости через выходной патрубок 10.

Газообразный молекулярный водород, формирующийся на границе плазма-жидкость, собирается в верхней части катодной полости и выходит вместе с водяным паром через выходной патрубок 9.

Под действием электрического поля между площадью катода 3 увеличенной в два раза по отношению к площади анода 4 формируется сфокусированный на катод поток ионов щелочного металла. Имея запас кинетической энергии при движении к катоду, ионы щелочного металла отделяют от молекул воды протоны атомов водорода и атомы водорода. В результате в катодной полости формируется плазма атомарного водорода. Источником энергии являются процессы синтеза атомов и молекул водорода. Водный раствор щелочи подается в устройство (рисунок). Происходит разложение воды на кислород и водород с выделением тепла 233,80 кДж, длительность опыта 5 мин, частота импульсного тока – 500 Гц [3].

Заключение

По результатам экспериментальных исследований выявлено, что наиболее оптимальный и энергосберегающий плазмoeлектролитический процесс происходит в водном растворе щелочи КОН плотностью 1030 кг/м³, с импульсным напряжением питания 220 В, электрическим током величиной 1,68 А, частотой 500 Гц и с расстоянием межэлектродного пространства 30 мм.

При межэлектродных расстояниях 10 или 20 мм, увеличивается концентрация газовых пузырьков на поверхностях катода и анода, которые ведут к увеличению удельного сопротивления установки и уменьшению энергетической эффективности, то есть уменьшению тепловой мощности.

Проведенные исследования показали, что при варьировании межэлектродного расстояния от 20 до 40 мм наиболее эффективная плотность раствора составила 1030 кг/м³, при которой выход тепловой энергии составил (в кДж) 150,84, 233,8 и 147,07 соответственно. Это подтверждает эффективность работы установки на расстоянии между катодом и анодом 30 мм.

Список использованной литературы

1. Распоряжение Правительства РФ от 29 октября 2021 г. № 3052-р Об утверждении Стратегии социально-экономического развития РФ с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г.

2. Белая Н.И., Практикум по электрохимии / Н.И. Белая, А.В. Белый, Л.Н. Полищук, В.И. Кожокарь, А.М. Михальчук // Учебно-методическое пособие. – Донецк: ДонНУ. – 2010. – С. 114.

3. Бибко Д.А. Управление химической реакцией водозлектрического генератора тепла электрическими параметрами импульсного источника питания / Д.А. Бибко // Материалы межвузовской научной конференции факультетов энергетики и электрификации, механизации. – Краснодар: КГАУ, 2004. – С. 190–191.

УДК 628.97

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ

В.С. Корко, канд. техн. наук, доцент,

П.В. Кардашов, канд. техн. наук, доцент,

И.Б. Дубодел, канд. техн. наук, доцент,

Е.А. Стаселович, маг. техн. наук

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: рассмотрены пути снижения расхода электрической энергии при освещении территорий.

Abstract: ways to reduce electrical energy consumption when lighting areas are considered.

Ключевые слова: освещение, источник света, экономия электроэнергии, электронный пускорегулирующий аппарат.

Keywords: lighting, light source, energy saving, electronic ballast.

Введение

Освещение территорий различного функционального назначения и требования к ним является весьма актуальной задачей, влияющей на безопасность движения. Территории могут быть расположены в границах населённых пунктов, а также за их пределами. К ним можно отнести: наружное освещение жилых, общественных, сельскохозяйственных и промышленных территорий, ав-

тотрасс и прочих объектов наземной транспортной инфраструктуры и др.

Рациональное использование электроэнергии и минимальные затраты на освещение территорий относятся к основным параметрам эффективности систем освещения и являются сложными задачами для разработчиков. Для выполнения этих задач необходим анализ существующих систем и оборудования в освещении территорий, а также поиск новых технических решений для наиболее эффективного использования энергоресурсов.

Основная часть

Согласно [1, 2] к наружному освещению городских и сельских территорий, в соответствии с функциональным назначением, относятся следующие виды освещения: утилитарное наружное, аварийное, архитектурное, витринное, рекламное.

Наружное освещение населённых пунктов и сельских территорий позволяет обеспечить безопасность и комфорт движения транспортных средств и пешеходов в тёмное время суток. В себестоимость содержания городского светильника, в затратах на его обслуживание около 60 % составляет стоимость электрической энергии [3].

Большой резерв экономии электроэнергии, расходуемой на наружное освещение, имеется в реализации и внедрении современных систем управления освещением, регулирования светотехнических и энергетических параметров осветительных приборов.

При проектировании систем освещения необходимо учитывать, что расход электрической энергии уменьшается при использовании вместо ламп накаливания энергоэкономичных люминесцентных ламп КЛЛ (примерно на 40...54 %), ламп типа ДРЛ (41...47 %), ламп типа ДРИ (54...65 %), ламп типа ДНаТ (57...71 %). Замена люминесцентных ламп на лампы типа ДРИ позволяет экономить 20...23 % электрической энергии, ламп ДРЛ на лампы ДРИ – 30...40 % и ламп ДРЛ на лампы ДНаТ – 38...50 %, светильников с лампами ДНаТ на светодиодные светильники – 50...60%.

При выборе энергоэкономичного источника следует стремиться к использованию источников возможно большей единичной мощности, характеризующейся высокой световой отдачей при обязательном одновременном соблюдении нормативных требований к качеству освещения (ослепленности, блескости, пульсации освещенности, равномерности освещения рабочей поверхности и т.п.).

Экономия электрической энергии в осветительных установках может достигаться применением для стабилизации электрического разряда газоразрядных ламп, электронных пускорегулирующих аппаратов (ЭПРА). ЭПРА в сравнении с индукционным балластным сопротивлением позволяют экономить до 20 % электрической энергии (потери мощности в ЭПРА – не более 10 %, в то время как в индукционных, в зависимости от разновидности ПРА, они достигают 20...30 %).

Среди источников света, используемых в наружном освещении г. Минска, подавляющее большинство составляют светильники с лампами типа ДНаТ (73 %). Доля светодиодных источников – 19 %, люминесцентных – 7%, металлогалогенных – 1 %.

На предприятии УП «Мингорсвет» преобладают лампы ДНаТ установленной мощностью 250 и 400 Вт (65,5 % от установленной мощности всех ламп ДНаТ). Мощность металлогалогенных ламп типа ДРИ варьируется в диапазоне 20–2000 Вт, люминесцентных ламп от 7 до 42 Вт, а светодиодных от 1,5 до 60 Вт (светильников от 20 до 1200 Вт).

В таблице представлены применяемые на УП «Мингорсвет» типы источников ОИ и даны их основные характеристики.

Таблица. Показатели эффективности источников света

Тип источника света	Световая отдача, лм/Вт	Продолжительность горения, ч	<i>J</i>	
			Млм.ч/Вт	Отн. един.
Компактная люминесцентная лампа КЛЛ	48–75	6000–12000	0,554	37
Металлогалогенная лампа ДРИ	74–100	3000–10000	0,566	38
Натриевая лампа высокого давления ДНаТ	80–130	6000–15000	1,103	74
Светодиодный СД	90–160	50000–100000	9,375	625

Показатель удельной световой энергии, вырабатываемой за весь срок службы, определяется по формуле

$$J = HT,$$

где *J* – мультипликативный критерий удельной световой энергии источника света, лм.ч/Вт; *H* – световая отдача источника света, лм·ч; *T* – продолжительность работы источника света, ч.

Заключение

Как следует из данных таблицы, все показатели свидетельствуют о преимущественной эффективности использования в светильниках наружного освещения светодиодных источников и ламп типа ДНаТ.

Список использованной литературы

1. СН 2.04.03-2020. Строительные нормы Республики Беларусь. Естественное и искусственное освещение. – Минск: Минстройархитектуры РБ, – 2021. – 63 с.
2. СП 4.04.01-2022. Наружное освещение городов, поселков и сельских населенных пунктов. – Минск: РУП «Стройтехнопром», – 2022. – 30 с.
3. <https://minsknews.by/mingorsvet-proekt-umnyi-svet-pozvolyaet-ekonomit-do-40-elektroenergii-kogda-gorod-spit/>, дата доступа 25.03.2023.

УДК 631.3

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ РОССИЙСКИХ СЕЛЬХОЗПРЕДПРИЯТИЙ ТРАКТОРАМИ

А.Ю. Несмиян, д-р техн. наук, профессор,

А.Г. Арженовский, д-р техн. наук, доцент,

А.А. Дзюба, студент

*Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ,
г. Зерноград, Российская Федерация*

Аннотация: В исследовании представлены результаты анализа изменения уровня обеспеченности тракторами сельскохозяйственных предприятий Российской Федерации в период с 2006 по 2016 гг.

Ключевые слова: трактор; количество; мощность двигателя; срок эксплуатации; сравнительный анализ

Annotation: the study presents the results of an analysis of changes in the level of provision of tractors to agricultural enterprises of the Russian Federation in the period from 2006 to 2016.

Keywords: tractor; quantity; engine power; lifetime; comparative analysis

Введение

В РФ уровень вооруженности сельхозпредприятий мобильными энергосредствами традиционно является «больной» темой. Это

обусловлено определенным стагисом, возникшим после того, как в период с 1992 по 2008 гг. количество тракторов на селе снизилось почти в 4 раза, несмотря на интенсификацию поставок западных машин [1]. Такое резкое падение энерговооруженности традиционно объясняется сломом производственно-экономических устоев в перестроечный период, когда практически прекратило существование большинство предприятий тракторо- и сельхозмашиностроения. Однако со времен начала перестройки прошло уже почти 40 лет, и с нашей точки зрения, сегодня актуальным (да и просто интересным) является вопрос динамики оснащенности российских сельхозпредприятий тракторами на переходе между первым и вторым десятилетиями XXI века.

Анализ проводился с использованием результатов сельскохозяйственной переписи РФ 2006 и 2016 гг. [2, 3]. Данные о количестве тракторов в хозяйствах страны представлены на рисунке 1.

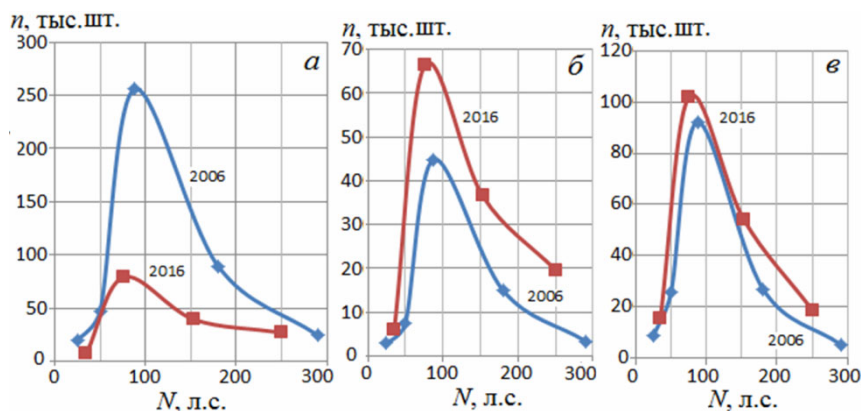


Рисунок 1 – Наличие тракторов в сельскохозяйственных организациях РФ
а – в крупных и средних (КиС) сельскохозяйственных организациях (СХО),
б – в мелких СХО и микропредприятиях (МП); в – в КФХ и ИП

Из рис. 1 видно, что во всех СХО наибольшее распространение получили тракторы с мощностью двигателя около 100 л.с. (что в первую очередь обусловлено высокой популярностью тракторов МТЗ классов 1,4 и 2). При этом их доля в КиС СХО сократилась более чем в три раза, а тракторов классов 3 и 4 – примерно в два раза, что, может быть связано с уменьшением количества самих СХО.

В малых СХО, КФХ и ИП количество тракторов, наоборот, увеличилось. Но этот прирост не компенсирует доли снижения техники в КиС СХО. В целом количество сельхозтракторов в стране сократилось с примерно 670 тыс. до 472,5 тыс. штук (т.е. примерно на 30 %).

Теоретически, снижение количества тракторов может быть компенсировано ростом их средней мощности [4]. В связи с этим нами в исследовании был проведен расчет средневзвешенной мощности ($N_{пр}$) тракторов («приведенных» тракторов) в различных группах хозяйств и в целом по РФ и, соответственно, расчет количества ($n_{пр}$) «приведенных» тракторов (таблица 1).

Таблица 1. Количество «приведённых» тракторов в хозяйствах РФ

Показатель	2006 г.		2016 г.	
	$N_{пр}$, л.с.	$n_{пр}$, шт.	$N_{пр}$, л.с.	$n_{пр}$, шт.
Крупные и средние СХО	111	428870	124	168535
Малые СХО и МП	110	71226	123	138847
КФХ, ИП	101	144428	112	187597
Всего (среднее значение*)	107*	644524	120*	494979

Из таблицы видно, что за десять лет мощность тракторных ДВС выросла в среднем в 1,12 раза, причем закономерно в более крупных хозяйствах используют более мощные тракторы. Полученные результаты позволяют говорить о том, что если в 2006 году на полях РФ работало около 68964 тыс. «лошадок» (л.с.), то в 2016 – 59398 тыс.л.с., т.е. снижение (порядка 14 %) тракторообеспеченности всё-таки наблюдается. При этом общее количество тракторов, срок эксплуатации которых превышает 9 лет, сократилось с 70 до 66 % (что закономерно с учетом общего сокращения количества тракторов).

Заключение

В целом было установлено, что количество тракторов в стране за исследуемый период (с 2006 по 2016 гг.) сократилось почти на 30 % (с 670 тыс. до 472,5 тыс. шт.), в основном за счет снижения их численности в крупных и средних СХО. Частично наблюдаемое снижение компенсируется возросшей мощностью применяемой техники, которая в среднем выросла со 107 до 120 л.с. Суммарная мощность сельхозтракторов РФ в 2016 году составила около 59398 тыс. л.с. по сравнению с 68964 тыс. л.с. в 2006 г. При этом доля тракторов, используемых за сроком эксплуатации, сократилось с 70 до 66 %.

Список использованной литературы

1. Несмиян, А.Ю. Современные проблемы технической и энергетической обеспеченности растениеводства / Несмиян А.Ю., Бу-

тенко А.Ф. // Современные научные исследования: проблемы и перспективы. Материалы V Международной научно-практической конференции. Киров, 2021. – С. 106–110.

2. Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2006 года: В 9 т./Федеральная служба гос. статистики. М.: ИИЦ «Статистика России», 2008.

3. Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года: В 8 т./Федеральная служба гос. статистики. М.: ИИЦ «Статистика России», 2018.

4. Несмиян, А.Ю. Машинно-технологическое обоснование процессов обработки почвы и посева пропашных культур в условиях дефицита влаги: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / А.Ю. Несмиян. – г. Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2017. – 424 с.

УДК 629.114.2.02

ВЫБОР ХАРАКТЕРИСТИК ПРИВОДА АГАРЕГАТОВ С АКТИВНЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ

А.В. Бобрышов¹, канд. техн. техн. наук, доцент,

С.Н. Капов¹, д-р техн. наук, профессор,

А.В. Орлянский¹, канд. техн. наук, профессор,

А.Н. Петенёв¹, канд. техн. техн. наук, доцент,

И.А. Орлянская¹, канд. техн. техн. наук, доцент,

Г.И. Гедройт², канд. техн. техн. наук, доцент

¹*ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»,
г. Ставрополь, Российская Федерация*

Alex_st_52@mail.ru

²*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»
г. Минск, Республика Беларусь*

giv.ta@bsatu.by

Аннотация: В настоящее время в сельскохозяйственном производстве для улучшения качества выполняемых работ широкое распространения получило использование агрегатов с активными рабочими органами, привод которых осуществляется через валы отбора мощности (ВОМ) тракторов. Важно, чтобы максимальные динамические нагрузки в приводе агрегатов возникающих во время

их работы были не высоки. Этого можно добиться за счёт совершенствования конструкций механизмов ВОМ тракторов.

Abstract: Currently, in agricultural production, in order to improve the quality of work performed, the use of aggregates with active working bodies, whose drive is carried out through the power take-off shafts (PTO) of tractors, has become widespread. It is important that the maximum dynamic loads in the drive of the units arising during their operation are low. This can be achieved by improving the designs of tractor PTO mechanisms.

Ключевые слова: трактор, вал отбора мощности, трансмиссия, нагрузки, комбайны, фрикционная муфта, режим работы.

Keywords: tractor, power take-off shaft, transmission, loads, combines, friction clutch, operating mode.

Введение

В работе привода ВОМ трактора можно выделить два режима: установившийся и переходной. Установившийся режим при работе агрегата наиболее длителен. Переходной по сравнению с ним является кратковременным и представляет собой разгон и остановку активных рабочих органов. Эксплуатация агрегатов показала, что в трансмиссии появляются максимальные динамические моменты при переходных режимах превышающие почти в 4 раза эти же нагрузки на установившихся режимах. Поэтому следует изучить влияние параметров и режима работы ВОМ на нагруженность трансмиссии агрегата в процессе разгона его рабочих органов [1, 2, 3].

Основная часть

Конструкции современных тракторов предусматривают включение привода ВОМ посредством фрикционных муфт управляемых через механические органы, или через гидроуправляемые фрикционные муфты. Последние более популярны. Качество работы этих муфт в значительной степени зависит от конструктивного исполнения муфты и гидравлических органов по её управлению [2, 4].

Для выявления влияния работы фрикционной муфты ВОМ на нагруженность трансмиссии агрегатов проведены натурные испытания МТА в составе трактора BELARUS-1523.4 с двумя прицепными комбайнами: кормоуборочный КРКУ-75 и картофелеуборочный КРК-3. Следует отметить, что момент инерции рабочих органов кормоуборочного комбайна значительно больше в

сравнении с картофелеуборочным. Привод активных рабочих органов комбайнов осуществлялся через задний независимый ВОМ трактора, который включался в работу посредством гидроуправляемой фрикционной муфтой. Включение муфты производилась гидравлическим краном, обеспечивающим подачу и давление рабочей жидкости к муфте. Для регулирования темпа включения муфты ВОМ на тракторе серийный кран управления был заменён на опытный образец, позволяющий регулировать время нарастания давления рабочей жидкости в бустере муфты.

Опыты по определению динамических нагрузок в трансмиссии агрегатов проведены на переходном режиме работы: разгон активных рабочих органов. Разгон рабочих органов производился в двух вариантах: при максимальной частоте вращения коленчатого вала двигателя трактора («резкий») и с минимально-возможной частоты вращения коленчатого вала двигателя («плавный»). В последующем ее увеличивали до максимального значения, чтобы двигатель не заглох. Разгон активных рабочих органов комбайнов, в соответствии инструкции по эксплуатации, производился при неподвижном агрегате.

Темп включения муфты ВОМ регулировался путём изменения времени нарастания момента трения гидроуправляемой фрикционной муфты ВОМ за счёт повышения или снижения интенсивности подачи рабочей жидкости в ее бустер, путем установки определенного проходного сечения в канале подачи жидкости опытным краном управления. Резким включением фрикционной муфты ВОМ считалось, когда давление масла в бустере от начала его повышения до появления крутящего момента на хвостовике ВОМ не превышало 1,2 с.

Также разгон рабочих органов агрегатов осуществлялся при установке на фрикционной муфте ВОМ разных значений момента трения. Регулирование величины момента трения производилась двумя способами: первый путём изменения количества пар трения ведущих и ведомых дисков, второй за счёт установки необходимого давления рабочей жидкости в бустере муфты, что регулировало усилие сжатия ведущих и ведомых дисков.

При испытании регистрировались следующие параметры: крутящий момент на хвостовике ВОМ, частоты вращения коленчатого вала двигателя, ведущих и ведомых частей фрикционной муфты

ВОМ, время опыта. Результаты исследований показали, что максимальные динамические нагрузки в трансмиссии агрегатов возникают на «резком» режиме разгона активных рабочих органов.

Путем снижения момента трения фрикционной муфты муфты при «резком» режиме разгона рабочих органов комбайнов можно снизить динамические нагрузки в трансмиссии агрегатов на 45...47 %, снизить падение минимальной частоты вращения коленчатого вала двигателя в 1,7...1,9 раза.

При разгоне рабочих органов комбайнов в режиме «плавный» из-за небольшой разности между величинами скоростей вращения ведущих и ведомых частей фрикционной муфты ВОМ происходит непродолжительное буксование фрикционной муфты ВОМ. Максимальные значения крутящего момента в трансмиссии агрегатов на этом режиме разгона формируются при завершении буксования фрикционной муфты.

Заключение

К улучшению привода ВОМ трактора рекомендуем установить следующие механизмы: «Распределительное устройство для управления фрикционной муфтой» (А.С. № 1303763 Б.И. – 1987. – № 4) и «Гидроуправляемая фрикционная муфта с регулируемым моментом трения» (ПАТЕНТ на полезную модель № 209693, 18.03.2022 г). Установлено, что для оптимизации работы механизма ВОМ с точки зрения снижения максимальных динамических нагрузок в приводе необходимо:

- осуществлять разгон активных рабочих органов с минимально возможной частоты вращения коленвала двигателя трактора;
- использовать кран управления фрикционной муфты, обеспечивающий заданный режим включения фрикционной муфты ВОМ;
- фрикционная муфта ВОМ трактора должна иметь регулируемый момент трения.

Список использованной литературы

1. Бобрышов А.В. Расчет долговечности деталей привода вала отбора мощности трактора при разгоне активных рабочих органов агрегатов /А.В. Бобрышов, В.А. Лиханос, Ю.В. Прохорская, А.С. Кацай // В сборнике: Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК. Сборник научных статей по материалам VII Международной научно-практической конференции в рамках XIX Международной агропромышленной выставки «Агро-универсал – 2012». 2012. С. 28–30.

2. Бобрышов А.В. Влияние режима разгона активных рабочих органов агрегатов на долговечность деталей их трансмиссий / А.В. Бобрышов, Ю.В. Прохорская, В.А. Лиханос // В сборнике: Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК. Сборник научных статей по материалам V Международной научно-практической конференции в рамках XII Международной агропромышленной выставки «Агроуниверсал – 2010». 2010. С. 29–31.

3. Бобрышов А.В. Определение максимальных нагрузок в трансмиссиях машинно-тракторных агрегатов / А.В. Бобрышов, Ю.В. Прохорская, В.А. Лиханос//. НаукаПарк. 2011. №4(5).С. 15–19.

4. Бобрышов А.В. Выбор момента трения фрикционной муфты вала отбора мощности сельскохозяйственного трактора/А.В. Бобрышов, В.А. Лиханос // Сборник научных трудов SWord. 2014. Т.4. № 3. С. 21–24.

УДК 631.3.072

ПЕРЕДНЕЕ НАВЕСНОЕ УСТРОЙСТВО ТРАКТОРА С ИЗМЕНЕНИЕМ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОСИ ПОДВЕСА

А.В. Захаров¹, канд. техн. наук, доцент,

А.Н. Юрин², канд. техн. наук, доцент,

И.О. Захарова¹, ассистент

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

²РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

tractor_av80@mail.ru

Аннотация: В статье предложена конструкция переднего навесного устройства с изменением расположения оси подвеса для догрузки передней оси трактора.

Abstract: The article proposes the design of the front hinged device with a change in the location of the suspension axis for loading the front axis of the tractor.

Ключевые слова: трактор, посевной агрегат, тяговое усилие, догрузка колес, переднее навесное устройство, ось подвеса.

Keywords: tractor, sowing unit, traction force, wheel loading, front hinged device, suspension axle.

Введение

Современный комбинированный почвообрабатывающе-посевной агрегат позволяет использовать мощность трактора по трем потокам:

- привод колес трактора N_k ;
- привод рабочих органов с/х через ВОМ $N_{\text{ВОМ}}$;
- привод рабочих органов с/х машины с помощью ГСOM $N_{\text{ГСOM}}$.

На привод колес трактора N_k расходуется до 70 % мощности двигателя трактора. Основные её составляющие это мощностные затраты на преодоление тягового усилия $N_{\text{кр}}$, буксования N_{δ} , сопротивления перекачиванию N_f . На буксование уйдет до 15–20 % всех мощностных затрат.

Основная часть

В процессе работы почвообрабатывающе-посевных агрегатов с разнесенной схемой (бункер с семенами на передней, а почвообрабатывающая и посевная часть на задней навеске трактора) интенсивно изменяется развесовка по осям трактора. Такие агрегаты относятся к навесным агрегатам и при опорожнении семенного бункера передняя ось сильно разгружается до 20 % и менее от веса всего агрегата. Вклад переднего моста в тяговое усилие трактора снижается из-за повышенного буксования. Ухудшается управляемость трактора, ограничение согласно ТР ТС 031/2012 [1] не менее $0,2 \cdot G_{\text{тр}}$ на управляемую ось.

Для ликвидации этого явления применяют различные системы баллаستирования (быстростъемные грузы, заливка жидкости в шины колес). Однако вместе со снижением буксования начинают расти энергозатраты на перекачивание движителей трактора.

Предлагается изменять расположение, относительно оси передних колес трактора, центра масс передненавешенного бункера или с/х машины в продольной плоскости, смещая ось подвеса. Это позволит догрузить переднюю ось трактора.

На рисунке 1 показана предлагаемая конструкция переднего навесного устройства (ПНУ), с изменением расположения оси подвеса. ПНУ может принимать три основных положения (рисунок 2).

Положение «транспортное» складывающийся кронштейн 4 присоединен к несущему кронштейну 2 по двум отверстиям фиксации 5, шток гидроцилиндра 10 втянут и держатели 6 нижних тяг подняты.

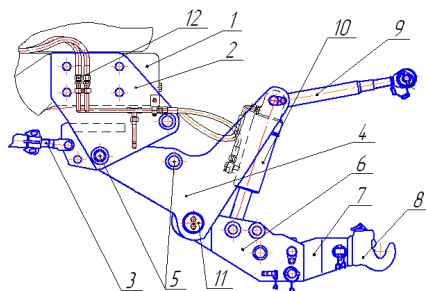


Рисунок 1 – Конструкция переднего навесного устройства с изменением расположения оси подвеса

1 – полурама трактора; 2 – несущий кронштейн; 3 – стяжки; 4 – складывающийся кронштейн; 5 – отверстия фиксации в положении I и II; 6 – держатели нижних тяг; 7 – нижние тяги; 8 – автоматические захваты; 9 – верхняя тяга; 10 – гидроцилиндры двойного действия; 11 – вал; 12 – маслопроводы

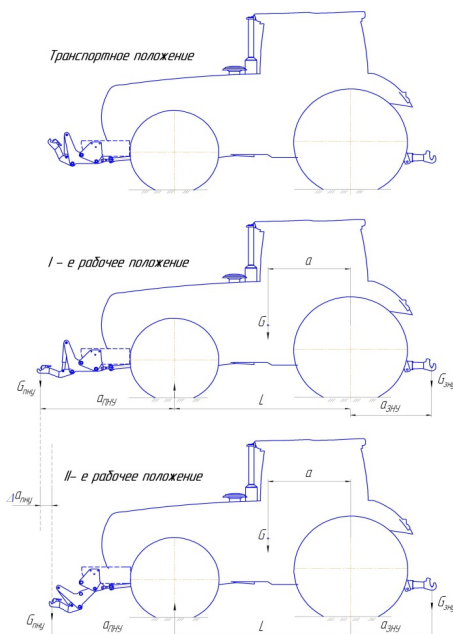


Рисунок 2 – Основные положения предложенного ПНУ

а) транспортное; б) I-е рабочее; в) II-е рабочее

Положение «первое рабочее» складывающийся кронштейн 4 присоединен к несущему кронштейну 2 по двум отверстиям фиксации 5, шток гидроцилиндра 10 выдвинут и держатели 6 нижних тяг опущены.

Положение «второе рабочее» складывающийся кронштейн 4 присоединен к несущему кронштейну 2 по одному отверстию фиксации 5, шток гидроцилиндра 10 выдвинут и держатели 6 нижних тяг опущены.

Первое и второе рабочее положение отличаются расположением относительно оси передних колес трактора оси повеса, а значит и массы передненавешенной с/х машины на величину $\Delta a_{\text{пну}}$. Тогда из рисунка 2 вертикальная реакция опорной поверхности на колеса переднего моста трактора равна

$$Y_{\text{п}} = \frac{G_{\text{пну}} \cdot (a_{\text{пну}} + \Delta a_{\text{пну}} + L) + G_{\text{тр}} \cdot a - G_{\text{зну}} \cdot a_{\text{зну}}}{L},$$

где $G_{\text{пну}}$ и $G_{\text{зну}}$ – вес передненавешенной и задненавешенной с/х машины, кН; $G_{\text{тр}}$ – вес трактора, кН; $a_{\text{пну}}$ и $a_{\text{зну}}$ – продольное расстояние от оси передних и задних колес до оси подвеса ПНУ и ЗНУ, м; L – база трактора, м; $\Delta a_{\text{пну}}$ – дополнительное смещение оси подвеса ПНУ, м.

Заключение

Приминение предложенной конструкции ПНУ позволит рационально распределить массу агрегата по осям трактора (передний мост догружается на 25 % больше чем не с модернизированным ПНУ), снизить буксование колес переднего моста и повысит производительность почвообрабатывающего посевного агрегата.

Список использованной литературы

1. Технический регламент Таможенного Союза (ТР ТС 031/2012) О безопасности сельскохозяйственных и лесохозяйственных тракторов и прицепов к ним, 2012. – 60 с.
2. Горин Г.С., Захаров А.В., Вашула А.В. Влияние малых взаимных перемещений трактора и полунавесного, прицепного сельскохозяйорудий на тяговую и общую динамику их взаимодействия Г.С. Горин, Захаров А.В., А.В. Вашула // Вест. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2010. – №2. – С. 105–112 .
3. Трактор «Беларус 3022/3522» и его модификации. Руководство по эксплуатации / – ПО «Минский тракторный завод», 2014. – 394 с.

К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ ТЕЛЕЖКИ КРАНА МОСТОВОГО ТИПА

Н.Н. Романюк, канд. техн. наук, доцент,

В.Н. Еднач, канд. техн. наук, доцент,

В.А. Агейчик, канд. техн. наук, доцент,

И.А. Гошко, студент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

г. Минск, Республика Беларусь

nik_romanyuk71@mail.ru

Аннотация: Предложена оригинальная конструкция тележки крана мостового типа. Преимущество предложенной схемы заключается в упрощении конструкции, снижении стоимости, металлоёмкости, повышении долговечности, надежности и уменьшение энергозатрат в процессе её эксплуатации.

Abstract: an original design of an overhead crane trolley is proposed. The advantage of the proposed scheme is to simplify the design of the overhead crane trolley, reduce cost, metal consumption, increase durability, reliability and reduce energy consumption during its operation.

Ключевые слова: мостовой кран, тележка, грузоподъемность, долговечность, надежность, эксплуатация.

Keywords: bridge crane, trolley, lifting capacity, durability, reliability, operation.

Введение

Широкое использование в практике машиностроительного производства грузоподъемных технических средств и мостовых подъемных кранов, в частности, требует постоянной модернизации их конструкции и улучшения технико-эксплуатационных показателей.

Основная часть

Одним из важнейших узлов мостового крана является грузовая тележка – она обеспечивает работу крана с грузом: подъем и опускание, а также движение груза вдоль моста. Для разных типов кранов требуются различные функции, поэтому конструкция тележки мостового крана, ее грузоподъемность, количество и типы установленного на ней оборудования – все это обусловлено конструкцией

грузовой техники и ее назначением. На небольших кранах малой грузоподъемности вместо тележки нередко установлен просто тельфер с крюком.

Целью данных исследований является упрощение конструкции тележки крана мостового типа, снижение стоимости, металлоёмкости, повышение долговечности, надежности и уменьшение энергозатрат в процессе её эксплуатации.

Для решения поставленной цели нами поставлены следующие задачи исследований:

1. Провести патентные исследования и проанализировать конструкции тележек крана мостового типа.

2. Разработать более простую конструкцию тележки крана мостового типа, снизить ее стоимость, металлоёмкость, повысить долговечность, надежность и уменьшить энергозатраты в процессе её эксплуатации.

Проведенный патентный поиск показывает, что известна тележка крана мостового типа, содержащая раму с ходовыми колесами, несущий барабан, привод механизма и направляющее устройство для каната [1].

Недостатками тележки крана мостового типа являются большой вес и габариты, кроме того, конструкция тележки не позволяет приблизить ось приложения веса поднимаемого груза к центру тяжести механизмов тележки и тем самым равномерно распределить давление на ходовые колеса тележки, а также обеспечить необходимую высоту подъема груза.

Известна тележка крана мостового типа, содержащая раму с ходовыми колесами, несущую грузовой барабан, привод механизма подъема и направляющее устройство для каната, выполненное в виде дугообразного корпуса, огибающего грузовой барабан, закрепленного на раме тележки и снабженного роликами [2].

Недостатками конструкции являются недолговечность и ненадежность в эксплуатации.

Известна тележка крана мостового типа [3], содержащая раму с ходовыми колесами, несущую грузовой барабан, привод механизма подъема и направляющее устройство для каната, выполненное в виде дугообразного корпуса, снабженного роликами, огибающего грузовой барабан и закрепленного на раме тележки, при этом роли-

ки дугообразного корпуса выполнены сборными и смонтированы из втулки с углублением для каната и двух направляющих конусов, закрепленных на втулке стопорными кольцами.

Недостатками этого устройства являются сложность конструкции, недолговечность и ненадежность, большая металлоёмкость, а также высокие энергозатраты при её эксплуатации. Так, при коэффициенте полезного действия одного подшипника скольжения равном 0,96 [4] у расположенных друг за другом в представленной схеме [3] подшипников скольжения их общий КПД составит 0,59.

На рисунке представлена оригинальная конструкция тележки крана мостового типа [5].

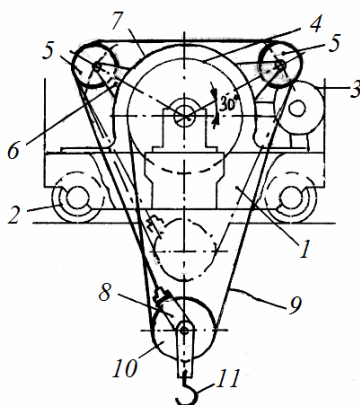


Рисунок – Тележка крана мостового типа

Предлагаемая тележка крана мостового типа состоит из рамы 1, опирающейся на ходовые колеса 2. На раме установлен привод 3, грузовой барабан 4 и направляющие блоки 5, присоединенные с возможностью вращения с помощью кронштейнов 6 к верхней части наружной поверхности корпуса 7, огибающего грузовой барабан 4, симметрично проходящей через ось вращения грузового барабана 4 вертикальной плоскости. Канат 9 прикреплен к подвеске 8, огибает направляющие блоки 5 и блоки 10 подвески 8, на которой установлен крюк 11, и закреплен с наличием 2-3 неперекрученных витков на грузовом барабане 4. Плоскости, соединяющие параллельные друг другу оси вращения направляющих блоков 5 на кронштейнах 6 с осью вращения грузового барабана 4, наклонены к

горизонтальной плоскости под углом 30 градусов, а высота кронштейнов 6 и диаметр направляющих блоков 5 приняты с таким расчетом, что находящаяся между ними часть каната 9 расположена над огибающим грузовой барабан 4 корпусом 7 с зазором 10 мм.

Тележка крана мостового типа работает следующим образом.

При подъеме груза канат 9, последовательно перекатываясь по направляющим блокам 5 и блокам 10 подвески 8, навивается на грузовой барабан 4. При этом достигается максимально возможная по отношению к тележке высота подъема груза, т.к. расположенные над грузовым барабаном 4 направляющие блоки 5 одновременно выполняют функции блоков полиспаста с неподвижными осями, которые в классической схеме крана [6] расположены под грузовым барабаном и ограничивают своим присутствием там высоту подъема груза, а общий к.п.д. двух направляющих блоков 5 будет равен 0,92, что по сравнению с прототипом даст значительную экономию энергозатрат.

Заключение

Использование предложенной конструкции роликов в тележке крана мостового типа также вследствие снижения числа узлов и деталей позволяет:

- существенно снизить металлоемкость, сложность и стоимость конструкции;
- повысить ее надежность;
- увеличить долговечность в эксплуатации;
- равномерно распределить нагрузку на ходовые колеса тележки.

Список использованной литературы

1. А.с. 297567, В66С 11/02, опубл. 11.03.1971, бюл. №10.
2. А.с. 543608, В66С 11/00, опубл. 25.01.77, бюл. №3.
3. Патент РФ №2336219 С1. МПК В66С 11/00. Опубл. 20.10. 2008.
4. Детали машин / Л.А. Андриенко [и др.]. – М.: Изд-во МГТУ им. И.Э. Баумана, 2002. – 488 с.
5. Тележка крана мостового типа : полез. модель 220394 U1 / Н.Н. Романюк и [др.]. – опубл. 12.09.2023.
6. Красников, В.В. Подъемно-транспортные машины / В.В. Красников. – М. : Колос, 1981, рис. 19 г. – С. 35.

**МЕТОДИКА РАСЧЁТА КИНЕМАТИЧЕСКИХ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ КУРСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ
ПАХОТНОГО АГРЕГАТА**

А.В. Захаров¹, канд. техн. наук, доцент,

А.Н. Юрин², канд. техн. наук, доцент,

И.И. Бандаренко¹, канд. техн. наук, доцент,

И.О. Захарова¹, ассистент

¹ УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

² РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

tractor_av80@mail.ru

Аннотация: В статье приведен метод расчёта кинематических показателей курсовой устойчивости на основе экспериментальных данных при работе с несимметричной тяговой нагрузкой.

Abstract: The article provides a method for calculating kinematic indicators of heading stability based on experimental data when working with an asymmetric traction load.

Ключевые слова: трактор, пахотный агрегат, кинематические показатели, курсовая устойчивость.

Keywords: tractor, arable aggregate, kinematic indicators, directional stability.

Введение

Задачей экспериментальных исследований курсовой устойчивости пахотного машинно-тракторного агрегата (МТА) является определение кинематических показателей при блокированном межосевом приводе (МБП) и межколёсных дифференциалах (МКД) в зависимости от тягового усилия $P_{кр}$.

Под кинематическими показателями понимаются радиусы поворота центров вращения колёс трактора, радиусы поворота колёс, буксования последних и смещение центра скоростей последних, а также угол отклонения балки плуга или смещение корпусов в сторону вспаханного поля (отклонение ширины захвата от конструктивной) [1, 2].

Режим экспериментов – установившееся движение пахотного агрегата правыми колёсами в борозде, открытой предыдущим проходом плуга.

Основная часть

1. Определение скорости движения и буксования.

При определении скорости движения различают теоретическую V_T и рабочую скорость движения V_P .

Рабочую скорость движения определяют как отношение действительного пути опыта ко времени работы (опыта).

Путь опыта измеряется с помощью путеизмерительного колеса, оборудованного индукционным датчиком оборотов, который запитывается от электрической системы трактора напряжением 12В.

По известным значениям теоретической и рабочей скоростей движения определяется буксование каждого из колёс трактора:

2. Определение показателей курсовой устойчивости.

Расчет кинематических показателей курсовой устойчивости ходовой системы трактора:

Радиусы поворота мостов трактора:

$$R_{12}^e = \frac{B_{12}}{\delta_2 - \delta_1}, \quad (1)$$

$$R_{34}^e = \frac{B_{34}}{\delta_4 - \delta_3}; \quad (2)$$

где B_{12} и B_{34} – колея колёс передних и задних, м;

δ_i – результирующие буксования на каждом i – колесе.

Эксцентриситеты центров вращения соответственно переднего и заднего мостов:

$$\ell_{y1} = B_{12} \frac{\Delta\delta_1}{\Delta\delta_2 - \Delta\delta_1}, \quad (3)$$

$$\ell_{y3} = B_{34} \frac{\Delta\delta_3}{\Delta\delta_4 - \Delta\delta_3}; \quad (4)$$

где $\Delta\delta_i = \Delta\delta_i^{МКД} \pm \Delta\delta_i^{МБП}$ – приращения буксований на каждом i – колесе.

Радиусы поворота колёс:

$$R_1 \approx R_{12}^e + \ell_{y1}, \quad (5)$$

$$R_3 \approx R_{34}^e - \ell_{y3}; \quad (6)$$

Продольное смещение центра скоростей:

$$x_{\kappa} = -\frac{R_1^2 - R_3^2 + L^2}{2L}, \quad (7)$$

Углы увода, вызванные продольными сдвигами контактов колёс с почвой:

$$\phi_{12}^{co} = \arcsin \frac{L + x_{\kappa}}{R_{12}^e} \quad \text{и} \quad \phi_{34}^{co} = \arcsin \frac{x_{\kappa}}{R_{34}^e} - \text{углы увода соответственно}$$

передних и задних колёс.

По полученным значениям рассчитываются кинематические показатели курсовой устойчивости пахотного агрегата:

Смещения в горизонтальной плоскости:

- шарнира B'' правой тяги механизма навески:

$$S_B^{\Pi} = (\ell_{y3} + B_{34}/2 - B_T/2) \cdot \operatorname{tg} \phi_{34}^{co}; \quad (8)$$

- шарнира B^x левой тяги механизма навески:

$$S_B^{\Pi} = (\ell_{y3} + B_{34}/2 + B_T/2) \cdot \operatorname{tg} \phi_{34}^{co}. \quad (9)$$

- передних корпусов плуга:

$$S_{nl} = (\ell_{y3} + B_{34}/2) \cdot \operatorname{tg} \phi_{34}^{co}. \quad (10)$$

Уравнение связи перемещений середины заднего моста и бокового смещения первого корпуса плуга

$$(\ell_{y3} + B_{34}/2) \cdot \operatorname{tg} \phi_{34}^{co} = L_{nl} \operatorname{tg} \phi_{nl}. \quad (11)$$

Заключение

В результате расчётов кинематических показателей курсовой устойчивости на примере пахотного агрегата «Беларус 3022»+ППН-8-30/50 на основе полученных экспериментальных данных по предложенной методике получено: при $P_{кр} = 50$ кН и угле отклонения линии тяги влево $\Delta = -15^\circ$ - $x_{\kappa} = -6,77$ м, $\phi_{12}^{co} = -26,23^\circ$, $\phi_{34}^{co} = -17,98^\circ$, а балка плуга поворачивается на угол до $\phi_{nl} = -2,78^\circ$. Таким образом, полученные результаты используют для расчета отклоняющих моментов, боковых сил, действующих на ходовую систему трактора, и энергозатрат вызванных несимметричной тяговой нагрузкой.

Список использованной литературы

1. Гячев Л.В. Колебания и устойчивость движения машинно-тракторных агрегатов и автопоездов / Л.В. Гячев. – Барнаул: 1988. – 90 с.

2. Горин Г.С. Стабилизация курсовой устойчивости полунавесных пахотных агрегатов / Г.С. Горин, А.В. Захаров, Е.Я. Строк, Л.Д. Бельчик, А.В. Ващула // Механика машин, механизмов и материалов. – 2010. – №1. С. 12–15.

УДК 62-192

ПРОВЕРКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НАВЕСНЫМ УСТРОЙСТВОМ

А.А. Ананчиков, канд. техн. наук, доцент, зав. сектором,

В.А. Козловский, магистрант,

Л.Д. Бельчик, канд. техн. наук, доцент, вед. науч. сотр.,

Д.В. Семашко, магистр технических наук, мл. науч. сотр.

Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси,

г. Минск, Республика Беларусь

anton@ananchikov@gmail.com

Аннотация: Разработан пульт проверки комплекта электронных блоков, которые устанавливаются на тракторах марки «Беларус» в составе системы управления навесным устройством.

Abstract: A remote control for checking a set of electronic units has been developed that are installed on Belarus brand tractors as part of the implement control system.

Ключевые слова: трактор, комплект электронных блоков, пульт проверки, методика.

Keywords: tractor, set of electronic blocks, testing console, methodology.

Введение

Повышение технического уровня тракторов предполагает расширение их функциональных возможностей за счет использования дополнительных функций управления, позволяющих тракторному агрегату работать с новым оборудованием [1, 2]. При этом интенсивно развиваются средства автоматизации, причем уровень интеллектуализации тракторов в основном растет за счет применения электроники [3, 4]. Поэтому актуальной задачей является проверка электронных компонентов систем управления, используемых на тракторах марки «Беларус».

Основная часть

Проверку работоспособности комплекта электронных блоков (КЭБ) и их соответствие установленным требованиям проводят на

рабочем месте – имитаторе функционирования системы реверсивного управления навесным устройством тракторов, включающей пульт проверки КЭБ, к которому подсоединяются электромагниты регулятора расхода, датчики или их имитаторы, контроллер, пульт управления КЭБ, источник постоянного тока и вольтметр. Схема соединений пульта проверки КЭБ с компонентами системы управления и его общий вид показаны на рисунках 1 и 2.

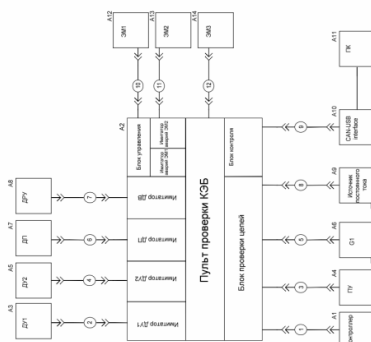
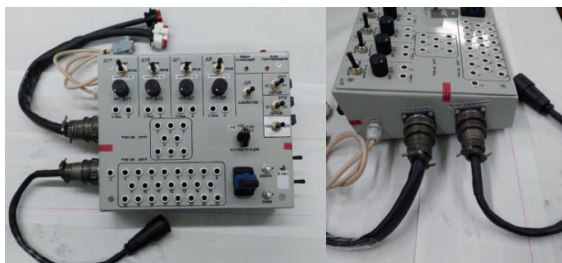


Рисунок 1 – Схема соединений пульта проверки комплекта электронных блоков с компонентами системы управления



а)

б)



в)

г)

Рисунок 2 – Пульт проверки комплекта электронных блоков с соединительным жгутом: а) вид сверху; б) вид справа; в) вид слева; г) вид сзади

Проверку КЭБ на имитаторе системы реверсивного управления проводят по следующей методике:

- проверить работу в режиме «Стоп»;
 - проверить работу в режиме «Транспортирование»;
 - проверить работу в режиме «Плавающее положение»;
 - проверить работу в режиме «Принудительное опускание»;
 - проверить работу в режиме «Автоматическое управление»
- при позиционном, силовом и смешанном способах регулирования.

Заключение

Разработанный пульт и методика позволяют провести приемочные испытания опытных образцов комплекта электронных блоков системы реверсивного управления навесным устройством тракторов в лабораторных условиях.

Список использованной литературы

1. Захаров, А.В. Навесное устройство трактора и система его управления для регулирования расположения линии тяги в агрегате / А.В. Захаров, Л.Г. Сапун, И.О. Захарова // Модернизация аграрного образования : сб. науч. тр. / Новосибирский государственный аграрный университет ; отв. ред.: А.В. Гааг. – Новосибирск, 2021. – С. 833–837.

2. Жданович Ч.И., Бойков В.П., Поварехо А.С. Влияние системы автоматического регулирования на качество пахоты // Научное обеспечение развития отечественной тракторной техники, многоцелевых колесных и гусеничных машин, городского электротранспорта. – Минск: БНТУ, 2018. – С. 85–90.

3. Тракторы и автомобили. Практикум : учебно-методическое пособие : в 4 ч. / Г.И. Гедроить [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2023. – Ч. 2. – 236 с.

4. Жданович Ч.И., Бойков В.П., Поварехо А.С. Зависимость сопротивления почвы при пахоте от скорости агрегата // Научное обеспечение развития отечественной тракторной техники, многоцелевых колесных и гусеничных машин, городского электротранспорта. – Минск: БНТУ, 2018. – С. 81–85.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВНУТРЕННЕГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ЯЧЕЙКИ Li-NMC

А.В. Белевич, зам. директора по высок. электротранспорту,

И.В. Игнатчик, зав. сектором,

А.А. Ананчиков, канд. техн. наук, доцент, зав. сектором,

А.В. Михайлов, начальник НИЦ

Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси,

г. Минск, Республика Беларусь

jemi154@mail.ru

Аннотация: Определено внутренне сопротивление ячейки *Li-NMC*, которая используется в мини-грузовиках *CITYE-TRUCK*.

Abstract: Certain internal resistance of the cell *Li-NMC*, which is used in mini-trucks *CITY E-TRUCK*.

Ключевые слова: мини-грузовик, аккумуляторная батарея, ячейка *Li-NMC*, внутреннее сопротивление.

Keywords: mini truck, battery, *Li-NMC* cell, resistance technology.

Введение

Мини-грузовики широко используются в сельском хозяйстве для перевозки урожая, корма для скота и птицы. При этом благодаря маневренности этого авто у фермеров есть больше возможностей для подбора места закупки, исходя из выгодной цены или высокого качества, а не удобного подъезда для полноразмерного грузовика [1]. Однако необходимость решения проблемы загрязнения окружающей среды привела к использованию электрических мини-грузовиков [2]. Одним из важных элементов электромобилей является аккумуляторная батарея, которая определяет как цену, так и запас хода всего устройства [3].

Основная часть

Предложено достаточно большое количество эквивалентных схем замещения ячейки *Li-NMC*, начиная от простых, содержащих несколько реактивных элементов, заканчивая детальным моделированием электрохимических явлений с помощью большого числа *RC*-цепочек, и даже нелинейных элементов [4].

Практически хорошо зарекомендовавший вариант (рисунок 1) эквивалентной схемы основан на последовательном соединении активного внутреннего сопротивления R_1 и одной *RC*-цепочки, моделирующих процессы поляризации с образованием объемных ем-

костей. При этом U_{cell} – напряжение на ячейке, OCV – напряжение холостого хода.

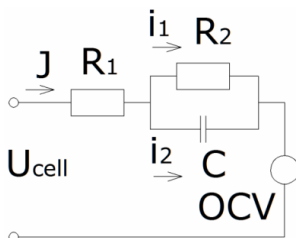


Рисунок 1 – Эквивалентная схема замещения ячейки *Li-NMC*

Для определения вышеописанных параметров разработана методика определения внутреннего сопротивления ячейки *Li-NMC*:

1. Ячейка полностью заряжается до уровня заряда батареи $SOC = 100\%$ (50Ач), ячейка заряжается током 50 А до 4,35 В, после чего выдерживается 30 минут на напряжении 4,35 В, ток отключения $J = 2,5$ А.

2. Ячейка разряжается током 50А до $SOC = 80\%$ (10Ач) после чего выдерживается 30 минут.

3. К ячейке прикладывается зарядный ток 50А в течении 40 секунд.

4. К ячейке прикладывается разрядный ток 50А в течении 40 секунд.

5. Ячейка находится в релаксации на протяжении 3 часов.

На рисунке 2 показана осциллограмма переходного процесса при подаче на ячейку зарядно-разрядного тока 50 А.

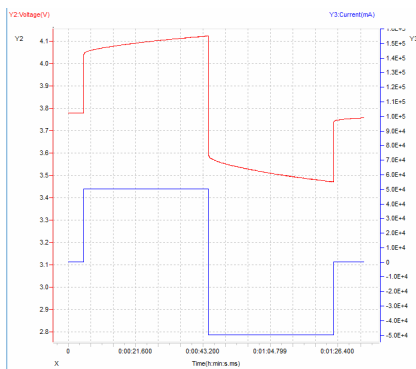


Рисунок 2 – Осциллограмма переходного процесса

Заключение

На основе анализа переходной характеристики, получены эквивалентные параметры $R_1 = 5,27 \cdot 10^{-6}$ Ом, $R_2 = 1,63 \cdot 10^{-6}$ Ом и $C = 12 \cdot 10^6$ Ф.

Список использованной литературы

1. ТТМ-центр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ttm-centr.ru/malenkij-gruzovik-mashiny-s-gruzopodemnostyu-do-5-tonn/>. – Дата доступа: 19.09.2023.
2. Перспективы развития электрифицированного транспорта в республике Беларусь / С.Н. Поддубко, О.М. Еловой, А.В. Белевич // Механика машин, механизмов и материалов – 2018. – № 4. – С. 5–12.
3. Расчетная оценка запаса хода электромобиля на одной зарядке аккумуляторной батареи / С.Н. Поддубко, Н.Н. Ишин, А.М. Гоман, А.С. Скороходов, В.В. Шпортько // Актуальные вопросы машиноведения: сб. науч. тр. / Объедин. ин-т машиностроения НАН Беларуси; редкол.: С.Н. Поддубко (пред.) [и др.]. – 2019. – С. 209–215.
4. Электронный научно-практический журнал «Современная техника и технологии» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://technology.snauka.ru/2014/05/3542/>. – Дата доступа: 19.09.2023.

УДК 62-551.44

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОУПРАВЛЯЕМОГО РЕГУЛЯТОРА РАСХОДА

Л.Д. Бельчик, канд. техн. наук, доцент, вед. науч. сотр.,
Д.В. Семашко, магистр технических наук, мл. науч. сотр.,
А.А. Ананчиков, канд. техн. наук, доцент, зав. сектором,
В.А. Козловский, магистрант

*Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь
semashkodmitriy@mail.ru*

Аннотация: Разработана конструкция электроуправляемого регулятора расхода с функцией «принудительное опускание».

Abstract: The design of an electrically controlled flow regulator with fall limitation has been developed.

Ключевые слова: электроуправляемый регулятор расхода, золотник, клапан.

Keywords: electrically controlled flow regulator, spool, valve.

Введение

Современная концепция развития сельскохозяйственного производства предполагает повышение качества функционирования тракторных агрегатов при выполнении технологических операций точного земледелия, что требует от производителей совершенствования разрабатываемой техники [1].

Регулятор расхода предназначен для изменения положения навесного устройства трактора путем формирования необходимого по величине потока рабочей жидкости для гидроцилиндра [2, 3]. Это позволяет автоматически поддерживать заданное усилие тягового сопротивления или положение рабочих органов [4]. При этом некоторое рабочее оборудование требуется опускать под действием давления рабочей жидкости.

Основная часть

Регулятор (рисунок 1) содержит размещенные в корпусе 1 клапан разности давлений питания и нагрузки 2 с возвратной пружиной 3 и крышкой 4, золотник подъема 5 с возвратной пружиной 6, кинематически связанный с пропорциональным электромагнитом 7, реверсивный золотник 8, подпружиненный возвратной пружиной 9, кинематически связанный с релейным электромагнитом 10, причем пружина 9 размещена в пробке 11, выпускной клапан 12, кинематически связанный с пропорциональным электромагнитом 13, подпружиненный возвратной пружиной 14 и размещенный во втулке 15, а также подпружиненный обратный клапан 16 с плоским затвором. Для регулировки усилия предварительного поджатия возвратных пружин 6 и 14 предусмотрены регулировочные устройства 17 и 18.

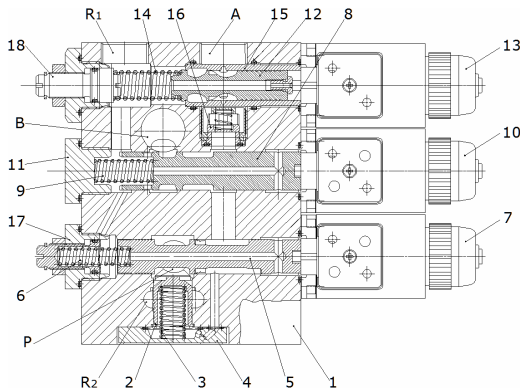


Рисунок 1 – Конструкционная схема электроуправляемого регулятора расхода

Выпускной клапан выполнен в виде подпружиненного недифференциального плунжера с поверхностью сферического вогнутого профиля со стороны доклапанной полости и игольчатым затвором и центрируется с минимальным зазором во втулке, совмещенной с седлом. Золотник подъема выполнен с возможностью дросселирования потока рабочей жидкости, поступающего из гидролинии питания через обратный клапан в полость подъема силового гидроцилиндра, и содержит кромку разгрузки по давлению полости управления клапаном разности давлений, что упрощает конструкцию регулятора. Клапан разности давлений плунжерного типа не имеет затвора и за счет щелевого уплотнения обеспечивает достаточную грузоподъемность гидросистемы при высокой долговечности. Демпфирование клапана осуществляется за счет калиброванного дросселя, расположенного в его крышке. Дроссель выполнен в виде резьбовой пробки, что повышает ремонтпригодность регулятора. Подпружиненный обратный клапан с затвором в виде металлической пластины имеет модульное исполнение и устанавливается в резьбовом отверстии корпуса регулятора. Увеличение площади контактной поверхности между седлом и затвором плоского обратного клапана снижает удельные нагрузки, что обеспечивает повышение его герметичности.

Заключение

Отличительной особенностью конструкции разработанного регулятора расхода с дополнительной функцией «принудительное опускание» является использование принципа прямого действия для привода основных распределительных элементов посредством электромагнитов постоянного тока. Регулятор имеет высокую технологичность и надежность за счет упрощения конструкции и нечувствительности к загрязнению рабочей жидкости вследствие отсутствия капиллярных жиклеров.

Список использованной литературы

1. Тракторы и автомобили. Практикум : учебно-методическое пособие : в 4 ч. / Г.И. Гедроить [и др.]. –Минск : БГАТУ, 2023. – Ч. 2. – 236 с.
2. Захаров, А.В. Навесное устройство трактора и система его управления для регулирования расположения линии тяги в агрегате / А.В. Захаров, Л.Г. Сапун, И.О. Захарова // Модернизация аграрного образования : сб. науч. тр. / Новосибирский государственный

аграрный университет ; отв. ред.: А.В. Гаг. – Новосибирск, 2021. – С. 833–837.

3. Жданович Ч.И., Бойков В.П., Поварехо А.С. Влияние системы автоматического регулирования на качество пахоты // Научное обеспечение развития отечественной тракторной техники, многоцелевых колесных и гусеничных машин, городского электротранспорта. – Минск: БНТУ, 2018. – С. 85–90.

4. Жданович Ч.И., Бойков В.П., Поварехо А.С. Зависимость сопротивления почвы при пахоте от скорости агрегата // Научное обеспечение развития отечественной тракторной техники, многоцелевых колесных и гусеничных машин, городского электротранспорта. – Минск: БНТУ, 2018. – С. 81–85.

УДК 629.113.01

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТОРМОЗНЫХ КОЛОДОК ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

И.Г. Потанейко¹, магистрант,

А.С. Новик¹, студент,

Н.А. Поздняков², ст. преподаватель

*¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
kaf.tia@bsatu.by*

*²Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: Одним из основных требований к тракторам в эксплуатации является безопасность движения и высокая эффективность тормозной системы. В значительной степени это зависит от состава материала и конструкции тормозных колодок.

Abstract: One of the main requirements for tractors in operation is traffic safety and high efficiency of the braking system. This largely depends on the material composition and design of the brake pads.

Ключевые слова: тормозная система, колодки, материал, волокно, компоненты, свойства.

Keywords: brake system, pads, material, fiber, components, properties.

Введение

Каждое транспортное средство оснащается тормозной системой, исполнительными механизмами которой являются тормозные

колодки, контактирующие с тормозным барабаном или диском. Основная деталь колодок – фрикционные накладки. Накладка тормозной колодки (фрикционная накладка) – компонент исполнительных тормозных механизмов транспортных средств, обеспечивающий создание тормозного момента за счет сил трения.

Фрикционная накладка является основной деталью тормозной колодки, она непосредственно контактирует с тормозным барабаном или диском при торможении транспортного средства. Накладки за счет возникающих при контакте с барабаном/диском сил трения поглощают кинетическую энергию транспортного средства, переводя ее в тепло и обеспечивая снижение скорости или полную остановку. Накладки имеют повышенный коэффициент трения с чугуном и сталью (из которых изготавливаются тормозные барабаны и диски), и в то же время обладают высокой устойчивостью к износу и предотвращают чрезмерный износ барабана/диска [1].

Основная часть

Фрикционные накладки тормозных колодок можно разделить на группы по назначению, конструкции и комплектации, а также по составу, из которого они изготавливаются. Основными показателями материалов, применяемых в тормозных колодках дискового тормоза автотранспорта, являются: коэффициент трения (должен быть выше 0,40; в экстремальных условиях работы при температурах свыше 350 °С допускается его снижение на 15...20 %); интенсивность износа; максимальное рабочее давление; максимальная рабочая температура.

По назначению накладки делятся на два типа: для барабанных тормозных механизмов; для дисковых тормозных механизмов.

Накладки на колодки барабанных тормозов представляют собой дугообразную пластину с наружным радиусом, соответствующим внутреннему радиусу барабана. Накладки при торможении упираются во внутреннюю поверхность барабана, обеспечивая снижение скорости транспортного средства. Как правило, фрикционные накладки барабанных тормозов имеют большую площадь рабочей поверхности. В каждом колесном тормозном механизме устанавливается по две накладки, расположенных друг напротив друга, что обеспечивает равномерное распределение усилий.

Накладки для дисковых тормозов представляют собой плоские пластины серпообразной или иной формы, обеспечивающей мак-

симальную площадь контакта с тормозным диском. В каждом колесном тормозном механизме используется по две колодки, между которыми при торможении зажимается диск.

Конструктивно фрикционные накладки представляют собой пластины, отформованные из полимерных композиций со сложным составом. В состав входят различные компоненты – каркасообразующие, наполняющие, теплоотводящие, связующие и другие. Можно выделить на две основных группы: асбестовые; безасбестовые.

Основу асбестовых накладок составляют, как нетрудно понять, асбестовые волокна (сегодня это относительно безопасный хризотил-асбест), которые выступают в качестве каркаса пластины, удерживающего остальные компоненты. Такие накладки мягкие, но в то же время обладают высоким коэффициентом трения, они предотвращают чрезмерный износ барабана/диска и имеют пониженный уровень шума. В безасбестовых изделиях роль каркаса композиции играют различные полимерные или минеральные волокна, такие накладки соответствуют экологическим нормам, однако более дороги и в ряде случаев обладают худшими эксплуатационными характеристиками (они более жесткие, нередко шумные и т.д.). Поэтому сегодня асбестовые фрикционные накладки все еще находят самое широкое применение.

Арамидное волокно представляет собой органическое параарамидное волокно, полученное из парафенилендиамин и терефталойлхлорида (PPD). Минеральное волокно (или минеральная вата) – искусственное волокно со специальным покрытием из различных составов для повышения диспергируемости и сцепления с материалом матрицы. Стекловолокно – широко используемый армирующий материал, полученный вытягиванием из расплавленного стекла алюмоборосиликатного типа с пониженным содержанием щёлочи. Оно может быть изготовлено с нанесением покрытия на поверхность для обеспечения полной совместимости с фенольными смолами. Стальное волокно наиболее широко применяется для замены асбеста в накладках дискового тормоза, накладках барабанного тормоза легковых автомобилей, тормозных колодках для грузовых автомобилей и автомобильного транспорта. Обеспечивает высокую прочность и термостойкость. Керамическое волокно отличается высокой термостойкостью, но, одновременно, и абразивностью, низкой прочностью из-за плохой совместимости с феноль-

ными смолами, высоким процентным содержанием стеклогранул. После обработки силаном совместимость с фенольными смолами повышается.

В качестве заполнителей при изготовлении накладок используются различные полимерные материалы, в качестве связующих – также полимеры, смолы, каучуки и т.д. Дополнительно в составе могут присутствовать керамика, металлическая стружка (из меди или иных мягких металлов) для лучшего отвода тепла, и другие компоненты. Практически каждый производитель использует свои собственные (иногда – уникальные) рецептуры, поэтому состав фрикционных накладок может серьезно отличаться.

Для изготовления смесей для фрикционных материалов требуется ряд наполнителей. Наиболее известны бариты, каолин, мел, но применяются и специальные наполнители, например, трисульфид сурьмы, для регулирования показателей трения при высоких температурах и стабилизации фрикционных характеристик.

Наиболее известными фирмами, занимающимися изготовлением фрикционных материалов и, в частности, материалов для тормозных колодок, являются: «Federal Mogul», «Honeywell», «TMD Friction», TRW, «Allied Signal», «Ferodo» (основатель – Великобритания), «Otto Zimmermann» (основатель – Германия), «Masuma» (Япония), «Hankook FRIXA» (Южная Корея), EBC, «Brembo Group» (главный офис в Италии, тормозные системы для автомобилей Porsche и Ferrari), ATE, «Akebono Roadhouse», «Finwhale», «Bosch», «Lockheed», «Nisshinbo» (NBK), «Sumitomo», «Akebono» (Япония), «Kashiyama», LPR и др. В странах СНГ – АТИ, ТИИР, «MapКон» (г. Ярославль), завод «АККОР» (г. Набережные Челны), Нижегородский завод по производству тормозных колодок «ЮККА» (Россия); ГНУ ИПМ, ПРУП «Молодечненский завод порошковой металлургии» (Беларусь) и др.

Заключение

Сложные условия работы тормозных устройств в автотракторном, железнодорожном и авиационном транспорте (температура в зоне контакта тормозных колодок при экстренном торможении может достигать 1000–1200 °С) требуют поиска термостойких и износостойких материалов для создания нового поколения фрикционных материалов и тормозных систем современного транспорта. Одним из весьма перспективных материалов для этой цели могут служить керамические композиционные материалы (керамо-

матричные композиты – КМК), отличающиеся комплексом таких эксплуатационных свойств, как высокий коэффициент трения, повышенная износо-, коррозионно- и теплостойкость (температура успешной эксплуатации может достигать 1200 °С), невысокие плотность и ТКЛР, отсутствие шума при торможении.

Список использованной литературы

1. Шило И.Н. Конструкция тракторов и автомобилей / И.Н. Шило, А.И. Бобровник, В.Е. Тарасенко, В.Г. Левков. – Минск, БГАТУ, 2012. – 816 с.

УДК 629.3.01

СНИЖЕНИЕ ВИБРАЦИИ РЕЗИНОМЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ОПОРАМИ КАБИН ТРАКТОРОВ

А.Ф. Безручко, канд. техн. наук, доцент,

В.В. Михалков, ст. преподаватель,

Д.Е. Жданович, студент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

г. Минск, Республика Беларусь

kaf.tia@bsatu.by

Аннотация: В статье исследована возможность улучшения виброизоляции кабины трактора за счёт изменения жесткости её резинометаллических опор. Даны математические зависимости позволяющие оптимизировать работы по разработке новых и модернизации применяемых конструкции резинометаллических опор.

Abstract: The article explores the possibility of improving the vibration isolation of a tractor cabin by changing the rigidity of its rubber-metal supports. Mathematical dependencies are given to optimize work on the development of new and modernization of existing rubber-metal bearing structures.

Ключевые слова: вибрация, резинометаллическая опора, виброизоляция, трактор, кабина.

Keywords: vibration, rubber-metal support, vibration isolation, tractor, cab.

Введение

Проблемы вибрации существуют во всех отраслях машиностроения. Общеизвестные способы борьбы с ней – это снижение

уровней вибрации источника (т.е. балансировка, уравнивание, уменьшение возбуждающих сил) и виброизоляция объектов подвергающихся её вредному воздействию. В данной работе не производился анализ методик снижения вибрации источника, произведен только анализ эффективности наиболее распространенных виброизолирующих устройств – резинометаллических опор. Это наиболее распространенный тип виброизоляторов применяемых в конструкциях мобильных машин, поскольку они имеют ряд преимуществ: способность воспринимать разнонаправленные нагрузки, долговечность, простота, низкая стоимость.

Основная часть

При установке кабин тракторов массового производства применяют также резинометаллические виброгасители. Данный тип опор применяется поскольку, кроме функции гашения вибрации от источника он должен соответствовать, требованиям безопасности – обеспечивать достаточную прочность при воздействии на кабину поперечных сил.

На рисунке приведены результаты проверки виброизоляционных свойств серийной опоры (твёрдость резины 50 единиц по Шору) кабины.

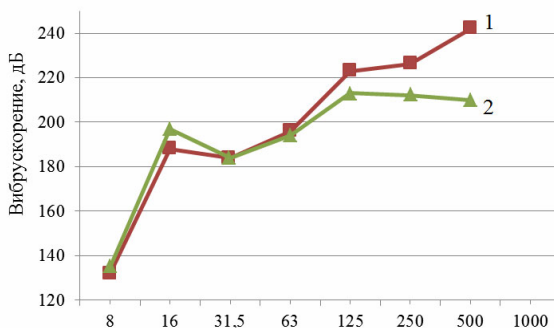


Рисунок – Спектр виброускорений перед и за виброизолятором кабины
 1 – виброускорение на остова трактора перед задней опорой кабины;
 2 – виброускорение на кронштейне крепления кабины к задней опоре

Как видно на представленных спектрограммах, резинометаллические опоры кабины гасят вибрацию на частотах в октавных по-

лосах 125 Гц и выше. В низкочастотной области (63 Гц и ниже) необходимого эффекта снижения нет, а в октавной полосе 16 Гц отмечено увеличение вибрации при прохождении её через опору.

Причинами усиления вибрации опорами могут являться: специфические свойства резины, недостатки в способе установки на четыре опорные точки [1], резонансные явления или возможное совместное воздействие вышеуказанных причин. Основываясь на теоретических исследованиях других источников [2, 3], можно утверждать, что увеличение вибрации происходит только в следствии резонансных явлений. В рассматриваемом случае могут быть два типа резонансных явлений: резонанс в резиновой прокладке (волновой резонанс) и резонанс в системе кабина-виброизолятор-остов трактора. Волновой резонанс возникает при выполнении следующего условия:

$$h = n \cdot \lambda = n \cdot \frac{c}{f}; \quad n = 1, 2, 3, \dots, \quad (1)$$

где c – скорость распространения волны в среде, м/с; λ – длина волны, м; f – частота, Гц; h – один из геометрических размеров опоры.

Длина волны в резине на частоте 16 Гц, в зависимости от ряда внешних факторов составляет 40...100 м. Сопоставив эту величину с размерами виброизолятора можно утверждать, что волновой резонанс в опоре отсутствует.

Резонансная частота системы (кабина-виброизолятор-остов трактора) определяется по формуле [2]:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{E \cdot S}{m \cdot h}}, \quad \text{Гц}; \quad (2)$$

где E – статический модуль упругости, Па; S – площадь поперечного сечения резиновой прокладки, м²; h – высота резиновой прокладки, м; m – масса кабины действующая на одну опору, кг.

Подставив в формулу (2) значения соответствующие параметрам проверяемого трактора «БЕЛАРУС 1221» получим $f_0 = 15 \dots 22$ Гц. Т.е. рассчитанная резонансная частота находится в октавной полосе 16 Гц, а отмеченное усиление вибрации является следствием резонанса системы кабина-виброизолятор-остов трактора.

На высоких частотах, в октавных полосах выше 63 Гц, вибрацию можно представить как распределенную нагрузку и её виброизолирующий эффект определяется волновым сопротивлением материала прокладки $\rho \cdot c$ [2]. Математически это можно представить выражением (6) [3]. Здесь предполагается, что вибрация в резиновой прокладке распространяется как звуковая волна.

$$BII = 10 \cdot \lg(1 + (\pi \cdot f(\rho \cdot c)_1 \cdot h / E_0)^2); \quad (3)$$

где BII – виброизоляция, дБ;

$(\rho \cdot c)_1$ – некое волновое сопротивление звукопровода, Па·с/м;

E_0 – некий эквивалентный модуль упругости резины, Па

E_0 и $(\rho \cdot c)_1$ характеризуют физические свойства резины, определить их точные значения весьма проблематично, а следовательно, рассчитать при практическом применении значение BII невозможно. Выражение (6) полезно при разработке резинометаллических опор, используя его можно сказать, что виброизоляция на высоких частотах будет выше если применять резиновые прокладки:

- с большей высотой h ;
- меньшим значение модуля упругости;
- большими значениями плотности резины ρ .

Низкая эффективность гашения на низких частотах можно объяснить тем, что в этом диапазоне частот резиновая прокладка воспринимает вибрацию как сосредоточенную нагрузку, т.е. ведет себя как упругость [2]. Передачу вибрации, в данном случае, определяют параметры колебательной системы, для рассматриваемого примера это: кабина–виброизолятор–остов трактора.

Заключение

Изменение жесткости резинометаллических опор дает различный эффект в низкочастотной и высокочастотной частях спектра. Жесткая опора эффективна для гашения низкочастотных колебаний, но ухудшает свойства опоры при гашении высокочастотных колебаний. Мягкая опора наоборот – эффективнее на высоких частотах и снижает эффективность опоры на низких частотах.

Изменяя свойства применяемой в опоре резины, существенно повысить эффективность резинометаллических опор, по всему спектру вибрации, невозможно.

Список использованной литературы

1. Разумовский М.А., Борьба с шумом на тракторах. Минск: Наука и техника, 1973 . – 208 с
2. Ключин И.И., Борьба с шумом и звуковой вибрацией на судах. 2-е изд. Л: Судостроение , 1971. – 416 с.
3. Au-Yeung, KY, Yang, B., Sun, L.et al. Super Damping of Mechanical Vibrations., Article number: 17793–2019, Scientific Reports volume 9 Mode of access: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54343-3>
Date of access: 28.10.2019 г.

УДК 631.371

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОГО КЛАПАНА СИСТЕМЫ СМАЗКИ ДВИГАТЕЛЯ Д-245

В.А. Сенников, канд. тех. наук, доцент,

Э.П. Погребенный, магистр

ФГБОУ «Дальневосточный государственный аграрный университет»

г. Благовещенск, Российская Федерация

sennikovva@mail.ru

Аннотация: В статье рассмотрен износ предохранительного клапана и предложен метод повышения надежности системы смазки двигателя Д-245.

Abstract: The article examines the wear of the safety valve and proposes a method for increasing the reliability of the lubrication system of the D-245 engine.

Ключевые слова: смазка, трение, износ, двигатель, пара трения.

Keywords: lubrication, friction, wear, engine, friction pair.

Введение

Система смазки двигателя должна обеспечивать бесперебойную подачу масла к трущимся поверхностям с целью снижения потерь мощности на трение, уменьшая износ деталей, защиты их от коррозии, отвода тепла и продуктов износа от трущихся поверхностей.

Основная часть

Между отдельными деталями двигателя, поверхности которых перемещаются (вращаются) одна относительно другой, возникает сила, препятствующая этому перемещению, называемая силой тре-

ния. Сила трения зависит от точности обработки соприкасающихся поверхностей, давления и скорости относительного перемещения, а также материала изготовления деталей.

При выборе сочетания материалов пары трения выделяют два общих случая (рисунок 1):

1) $H_1 > H_2$, $S_1 < S_2$; Обратная пара.

2) $H_1 < H_2$, $S_1 < S_2$; Прямая пара.

где H – твердость материала; S – площадь контакта.

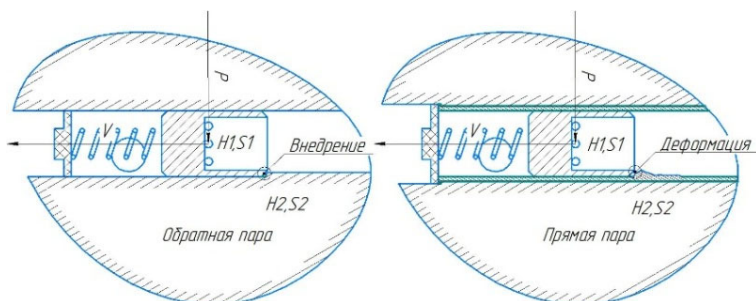


Рисунок 1 – Общие случаи износа при поступательном движении

Заводская конструкция пары трения корпус-клапан представляет собой стальной клапан, работающий в чугунном корпусе. Альтернативная замена штатной конструкции заключается в гильзовке рабочего канала клапана ремонтной, бронзовой втулкой при сохранении стандартного (заводского) материала клапана.

Данные, определяющие выбор пары трения приведены в табл 1.

Таблица 1. Коэффициенты трения при покое и скольжения

Трущиеся материалы	Коэффициент трения			
	покоя		скольжения	
	без смазки	со смазкой	без смазки	со смазкой
Сталь – сталь	0,15	0,1-0,12	0,15	0,05-0,1
Сталь – мягкая сталь	-	-	0,2	0,1-0,2
Сталь – чугун	0,3	-	0,18	0,05-0,15
Сталь – бронза	0,12	0,08-0,12	0,10	0,07-0,10
Сталь – текстолит	-	-	-	0,02-0,06
Чугун – бронза	-	-	0,15-0,2	0,07-0,15

Формула для силы трения скольжения:

$$F_{\text{тр}} = \mu N, \quad (1)$$

где μ – коэффициент трения скольжения;

N – сила реакции опоры, Н.

Для тела, скользящего по горизонтальной плоскости:

$$N = G = mg, \quad (2)$$

где G – вес тела, Н;

m – масса тела, кг;

g – ускорение свободного падения, м/с^2 .

Расчет стандартной пары трения:

$$\mu = 0,15;$$

$$N = 0,03 \cdot 9,81 = 0,2943 \text{ Н.}$$

$$F_{\text{тр}} = 0,15 \cdot 0,2943 = 0,044 \text{ Н.}$$

Расчет переработанной пары трения:

$$\mu = 0,15;$$

$$N = 0,03 \cdot 9,81 = 0,2943 \text{ Н.}$$

$$F_{\text{тр}} = 0,1 \cdot 0,2943 = 0,029 \text{ Н.}$$

Следовательно, оптимальными полями допуска данного узла является посадка в системе отверстия $\frac{H7}{g6}$;

Характеризуется минимальной величиной гарантированного зазора. Применяется в подвижных соединениях для обеспечения герметичности, точного направления или при коротких ходах.

Заключение

Подводя итоги, следует отметить, что модернизация приведенного узла позволит повысить надежность работы системы смазки, уменьшит вероятность отсутствия смазки в нагруженных узлах трения, обеспечит бесперебойную работу двигателя.

Список использованной литературы

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя: В 3 т. Т. 1 Под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.

2. Кузьменко, И.В. Система смазки ДВС: учебно-методическое пособие / И.В. Кузьменко. – Брянск: Брянский ГАУ, 2019. – 16 с.

3. Погребенный Э.П., Сенников В.А. Анализ зависимости оборотов двигателя от температуры масла. Молодежь. Наука. Инновации \ \ Сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции, Ярославль, 2023, С. 431–435.

УДК 629.1.02

ПРИМЕНЕНИЕ БЕЗВОЗДУШНЫХ КОЛЕСНЫХ ШИН ИЗ ВЫСОКОЭЛАСТИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ В МОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ

И.И. Бондаренко, канд. техн. наук, доцент,

А.Г. Белевич, ст. преподаватель

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

г. Минск, Республика Беларусь

Udaleno-belevich@mail.ru

Аннотация: В статье представлены разновидности безвоздушных шин.

Abstract: The article presents the varieties of airless tires.

Ключевые слова: безвоздушные шины, давление.

Keywords: airless tires, pressure.

Введение

В мобильной технике и сельскохозяйственных машинах используются практически все известные на сегодняшний день движители: колесные, гусеничные, а в редких случаях даже роторно-винтовые [1].

Основным недостатком пневматических шин, заключается в потере их работоспособности при сквозных механических повреждениях, определяет необходимость поиска принципиальных новых конструктивных решений автомобильных колёс для повышения безопасности автомобилей и специальной колёсной техники, одним из которых является применение безвоздушных шин из эластичных полимерных материалов [2].

Основная часть

Падение давления в традиционных пневматических шинах значительно затрудняет или даже полностью останавливает движение

транспортного средства. Потеря избыточного давления воздуха в пневматической шине традиционной конструкции неизбежно приводит к прекращению движения автотранспортного средства, а при высоких скоростях движения – к дорожно-транспортному происшествию с тяжёлыми последствиями.

Уровень современной химической промышленности позволяет создавать принципиально новые конструкции безвоздушных колёсных движителей, имеющих повышенную стойкость к механическим повреждениям и при этом не уступающих по своим эксплуатационным показателям традиционным пневматическим шинам. Безвоздушные шины из эластичных полиуретанов были впервые применены в 1991 г. на колёсной бронетехнике Южно-Африканской международной технологической компанией совместно с Южно-Африканским институтом оборонных исследований [2].

Помимо пневматических шин на мировом рынке, представлены сплошные (массивные) прессованные шины, защищенные от проколов благодаря многослойной структуре. Недостатки таких шин – чрезмерная жесткость, из-за которой их можно использовать только на твердых поверхностях, таких как асфальт и бетон, а также повышенные вибронагрузки на оператора и агрегаты ТС. Эксплуатация сплошных шин в ходе с.-х. работ приводит к снижению тяги и повреждению грунта, а именно к разрушению почвенно-растительного слоя и утрате его плодородных свойств [2].

На рисунке 1 представлена безвоздушная шина из эластичных полиуретанов для легкового автомобиля малого класса.

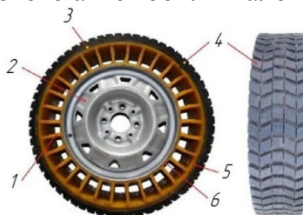


Рисунок 1 – Автомобильное колесо с безвоздушной шиной из эластичных полиуретанов:

- 1 – гибкие спицы; 2 – стандартное дисковое колесо 5JX13H2 с глубоким ободом;
3 – опорное кольцо; 4 – протектор; 5 – соединительное кольцо;
6 – посадочное кольцо

Безвоздушные шины производят следующие компании: «Uniroyal», «Michelin», «Resilient Technologies», «Polaris», «Kenda», «Yokohama», «Bridgestone», «Hankook», «Toyo Tyre & Rubber», «Sumitomo» и «Goodyear».

Компания «Goodyear» разработала безвоздушные шины для электромобилей и автономных транспортных средств. Испытания проводятся на электромобиле Tesla Model 3.

Компания «Michelin» разработала безвоздушную шину MICHELIN UPTIS (рисунок 2а), которая представляет собой шину с открытой боковиной и поперечными ребрами жесткости. Шины MICHELIN UPTIS будут устанавливать на серийные электромобили Chevrolet Bolt.

Безвоздушные шины разработаны совместно компаниями «Resilient Technologies», «Polaris» и «Kenda» имеют специальную ячеистую структуру (рисунок 2б), напоминающую пчелиные соты, выполненные из особо прочной резины. Работоспособность колеса сохраняется даже при разрушении 30 % внутренних сот.

Компания Hankook продемонстрировала на выставке CES 2022 безвоздушную шину i-Flex (рисунок 2в), которая будет устанавливаться на концептуальный автомобиль L7 компании Hyundai.

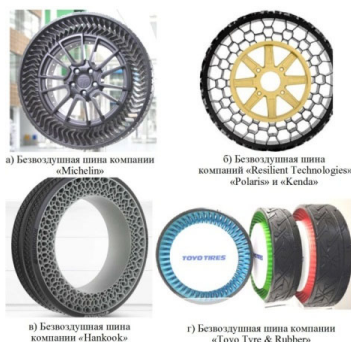


Рисунок 2 – Разновидность безвоздушных шин

Компания Toyo Tyre & Rubber разработала нео-футуристическую безвоздушную концепт-шины poair (рисунок 2 г). От безвоздушных концепт-шин предыдущего поколения, которыми японская компа-

ния занимается с 2006 года, поaиr отличается фундаментальными изменениями в конструкции.

В частности, была изменена конструкция спиц с эллипсообразной на Х-образную, благодаря чему увеличилась прочность и несущая способность шины. Кроме того, количество спиц было увеличено в два раза, что повысило грузоподъемность и снизило шумность шины при езде, улучшив общую плавность хода. В конструкции новой безвоздушной шины поaиr между спицами и протектором появилась дополнительная кольцевая секция из усиленного углеродным волокном полимера, которая снижает нагрузку на спицы [3].

Заключение

Безвоздушные шины обладают следующими достоинствами: уменьшается количество проколотых или поврежденных шин, которые выбрасываются вследствие естественного износа протектора; сокращается использование сырья и энергии для производства, а также связанных с этим выбросов в окружающую среду; служат дольше благодаря устранению износа, вызванного чрезмерным или недостаточным давлением, снижается риск ДТП, вызванный проколами и разрывами покрышек.

В конструкцию безвоздушных шин необходимо внести упругие элементы с изменяемыми в ходе эксплуатации характеристиками. Упругие элементы могут быть представлены механической конструкцией перемычек-спиц.

Введение в конструкцию безвоздушных шин упругих элементов с изменяемыми жесткостными характеристиками приведет к повышению подвижности и эффективности тракторной и сельскохозяйственной техники.

Список использованной литературы

1. Белоус, А.А. Сравнительный анализ использования безвоздушных шин в мобильной технике / А.А. Белоус ; науч. рук. А.Г. Белевич // Перспективная техника и технологии в АПК : материалы Международной научной конференции студентов, магистрантов и аспирантов, Минск, 13–14 апреля 2023 г. – С. 280–282.

2. Мазур, В.В. Технология изготовления экспериментальных автомобильных колёс с безвоздушными шинами из эластичных полиуретанов / В.В. Мазур // Научно-технический вестник Брянского государственного университета, Брянск, 2019 г. – №2. – С. 231–242.

3. Тоуо noair – новое слово в технологии безвоздушных шин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.drive2.ru> – Дата доступа: 15.09.2023 г.

УДК 629.1.04

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОЗАРЯДНЫХ СТАНЦИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

А.Г. Белевич, ст. преподаватель,

С.В. Шлемен, ст. преподаватель

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

г. Минск, Республика Беларусь

Udaleno-belevich@mail.ru

Аннотация: В данной статье рассмотрено развитие электро-зарядных станций в Республике Беларусь и за рубежом.

Abstract: This article will discuss the development of electric charging stations in the Republic of Belarus and abroad.

Ключевые слова: электромобиль, зарядное устройство.

Keywords: electriccar, charger.

Введение

Зарядная станция являет собой элемент инфраструктуры, который дает электроэнергию для электромобилей и гибридов.

Зарядные станции подразделяются на: зарядные станции для корпоративного автопарка, станции быстрой подзарядки, станции для домашнего или частного использования, зарядные станции в гараже.

Самый высокий процент по установке зарядных станций в Европе наблюдается в Голландии (25,4 %). На втором месте Германия (20,3 %), на третьем – Франция (15,2 %), на четвертом – Великобритания (14,3 %) [1].

Самое маленькое количество зарядных станций на Кипре (38 пунктов) и в Греции (61 пункт). На всю территорию Румынии, приходится всего лишь 344 зарядных пункта, что составляет 0,2 % от общего количества установленных зарядных станций в ЕС.

Основная часть

В Республике Беларусь было принято постановление Совета Министров №731 от 10 октября 2018 г., изменено и дополнено №74

от 10 февраля 2022 г. об утверждении программы создания государственной зарядной сети для зарядки электромобилей. Для нормального функционирования электромобилей создана сеть зарядных станций на территории РБ и выполнена реконструкция электрических сетей и подстанций ГПО «Белэнерго» для возможных подключений этих зарядных станций [2].

На 01.01.2023 г. у «Белоруснефти» действуют 627 электрозарядных станций Malanka, 650 зарядных станций Mode 3 и быстрых Mode 4. К концу 2025 года «Белтелеком» планирует построить 312 ЭЗС Evika [4].

Для зарядки электромобилей разработаны станции различных типов. По структуре выделяют следующие типы ЭЗС: Mode 2, TZone Mode 3, Mode 4, «Кулон», «Стрим AC1-1.W.0240.1.0», «STREAM EC.A».

Mode 2 – зарядное устройство для электромобилей, осуществляющее зарядку переменным током от бытовой сети с использованием системы защиты внутри кабеля (время зарядки составляет от 6 до 8 часов).

TZone Mode 3 – зарядное устройство для электромобилей, осуществляющее одно-, трехфазную зарядку переменным током с использованием специального разъема, в котором реализованы системы защиты и контроля хода зарядки электромобиля (время зарядки составляет от 4 до 8 часов).

Mode 4 – зарядное устройство для электромобилей, осуществляющее быструю зарядку постоянным током, работает с напряжением 600 В при силе тока до 400 А. Оборудуется кабелями CCS и CHAdeMO (время зарядки составляет от 15 до 30 минут и обеспечивает 80 процентов заряда батареи) [2].

Устройства TZone Mode 3 и Mode 4 могут быть выполнены в комбинированной вариации Mode 4 + Mode 3 с интегрированным кабелем с вилкой TYPE2 или TYPE1 или гнездом TYPE2 с запирающим механизмом.

Производство ЭЗС TZone Mode 3 и Mode 4 налажено частным предприятием «Зона Технологий» г. Минск.

Кулон – зарядное устройство для электромобилей, гибридов, осуществляющее зарядку переменным током от бытовой сети 220 В при силе тока до 32 А с использованием системы защиты

внутри кабеля. Оборудуется кабелем IEC 62196/SAE J1772, IEC 62196, (время зарядки составляет от 5 до 10 часов).

Стрим AC1-1.W.0240.1.0 – зарядное устройство для электромобилей, гибридов, осуществляющее зарядку переменным током от бытовой сети 220 В при силе тока до 32 А с использованием системы защиты внутри кабеля. Оборудуется кабелем J1772 (время зарядки составляет от 4 до 8 часов).

STREAM EC.A – зарядное устройство для электромобилей, гибридов, осуществляющее быструю зарядку постоянным током. Реализован дистанционный мониторинг и контроль процесса зарядки, учет затраченной электроэнергии. Работает с напряжением 400 В при силе тока до 100 А. Оборудуется кабелями CHAdemo или CCS Combo 2 или GB/T, (время зарядки составляет от 15 до 30 минут и обеспечивает 80 процентов заряда батареи) [2].

Зарядные устройства Кулон, Стрим AC1-1.W.0240.1.0, STREAM EC.A выпускает инженеринговая компания ОДО «Стрим» г. Могилев [3].

Заключение

В качестве выводов по проведенному анализу зарядные станции могут быть использованы как на общественных и коммерческих объектах (офис компании, паркинг многоквартирного дома, общественные паркинги, рестораны или гостиницы), так и в частном секторе. Корпуса зарядных станций изготовлены из нержавеющей стали и соответствует степени защиты IP54.

Список использованной литературы

1. Рынок зарядных станций: Доступность инфраструктуры в ЕС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://avtocharge.ru> / – Дата доступа: 25.09.2023.

2. Постановление Совета Министров Республики Беларусь Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 10 февраля 2022 г. № 74 (Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 12.02.2022, 5/49932) об утверждении Программы государственной зарядной сети для зарядных электромобилей.

3. О компании [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://strim-tech.com> – Дата доступа: 25.09.2023.

4. Почему в Беларуси растет количество заправок и кому они принадлежат [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ilex.by/> – Дата доступа: 25.09.2023.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

С.В. Шлемен, ст. преподаватель

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
shlemen87@mail.ru*

Аннотация: В статье рассказывается о значимости искусственного интеллекта в сельском хозяйстве. Описаны преимущества использования технологий искусственного интеллекта в сельском хозяйстве.

Abstract: The article describes the importance of artificial intelligence in agriculture. The advantages of using artificial intelligence technologies in agriculture are described.

Ключевые слова: сельское хозяйство, искусственный интеллект, преимущества

Keywords: agriculture, artificial intelligence, advantages

Введение

Развитие современных технологий упрощает жизнь человека, делает ее более комфортной. Искусственный интеллект (ИИ) применяется в различных отраслях народного хозяйства, сельское хозяйство не стало исключением. Технологии ИИ могут применяться в различных областях сельскохозяйственного производства [1, 2]. Во всем мире сельское хозяйство становится высокотехнологичной отраслью экономики, Республика Беларусь не исключение.

Основная часть

Искусственный интеллект в сельском хозяйстве произвел революцию [3]. Внедрение искусственного интеллекта в сельское хозяйство позволяет фермерам в режиме реального времени получать информацию о своих полевых условиях, что позволяет им действовать на опережение [4]. С помощью искусственного интеллекта фермеры могут анализировать погодные условия, урожайность, тем самым принимать обоснованные решения [4, 5]. В исследованиях австралийских ученых применяются технологии ИИ на основе экстремального машинного обучения (ELM) для анализа свойств и

плодородия почв, которые позволяют точно прогнозировать урожайность кофе [1]. Алгоритмы искусственного интеллекта автоматизируют распознавание аномалий и болезней не только растений, а также и сельскохозяйственного скота [4].

Технологии ИИ позволяют оптимизировать затраты, эффективно заменить ручной труд, рационально использовать ресурсы. За последние годы в направлениях сельского хозяйства, таких как растениеводства, животноводства, обслуживания техники и оборудования разработан и внедрен ряд автоматизированных информационных систем [3].

В сельском хозяйстве технологии ИИ помогают выращивать более здоровые культуры, бороться с вредителями, следить за почвой и условиями выращивания, систематизировать данные для фермеров, помогать с рабочей нагрузкой и улучшать широкий спектр связанных с сельским хозяйством задач по всей цепочке поставок продуктов питания [5].

Технологии ИИ сокращают чрезмерное использование воды, пестицидов, гербицидов, поддерживают плодородие почвы, а также помогают в эффективном использовании рабочей силы, повышают продуктивность и качество производственных процессов. Системы ИИ также помогают улучшить качество и точность сбора урожая [3].

Лидеры во внедрении искусственного интеллекта во всем мире – Соединенные Штаты Америки, Южная Корея, Япония, Великобритания и Индия. В странах Евразийского экономического союза (ЕАЭС) в лидерах выступают Республика Казахстан и Российская Федерация. Республика Беларусь ведет инновационную деятельность в сельском хозяйстве [3].

Агропромышленный комплекс в Республике Беларусь может использовать искусственный интеллект для создания моделей сезонного прогнозирования с целью повышения точности соблюдения технологических приемов и производительности сельского хозяйства. Данные модели могут предсказывать предстоящие погодные условия на месяцы вперед чтобы помочь производителям принимать решения [3].

Основные преимущества применения ИИ в сельском хозяйстве:

- увеличение скорости сбора и обработки данных;
- повышение точности всех процессов;

- повышение эффективности производства;
- снижение производственных затрат;
- сокращение потребности в ручном труде;
- рост урожайности;
- содействие устойчивому развитию [6].

Заключение

Технологии ИИ обладают значительным потенциалом для увеличения производства продуктов питания путем анализа и оптимизации сельскохозяйственного производства. Искусственный интеллект в сельском хозяйстве помогает сельскохозяйственным производителям автоматизировать свое хозяйство и перейти к точному земледелию для повышения урожайности и лучшего качества сельскохозяйственных культур при использовании меньшего количества ресурсов. Сдерживает развитие высокая стоимость этих технологий [2].

Список используемой литературы

1. Скворцов Е.А., Набоков В.И., Некрасов К.В., Скворцова Е.Г., Кротов М.И. Применение технологий искусственного интеллекта в сельском хозяйстве // АБУ. – 2019. – №8. – С. 91–97.
2. Скворцов Е. А. Перспективы применения технологий искусственного интеллекта в сельском хозяйстве региона // Экономика региона. – 2020. – №2. – С. 563–576.
3. Карниций К.Д. Особенности и перспективы развития интеллектуальных технологий в сельском хозяйстве в условиях цифровой трансформации экономики Республики Беларусь // Теория и практика современной науки. – 2021. – №8. – С. 40–42.
4. Юсупова Тязегуль, Ходжовов Мухаммет, Кулыев Максат Технологические достижения в сельском хозяйстве // Ceteris Paribus. – 2023. – №1. – С. 62–64.
5. Чиркин С.О., Картечина Н.В., Рубанов В.А. Применение искусственного интеллекта в сельском хозяйстве // Наука и образование. – 2022. – №2. – С. 121–124.
6. Умное сельское хозяйство: новые технологии для аграриев [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://eos.com/ru/blog/umnnoe-selskoe-khozyaistvo/> – Дата доступа: 02.10.2023.

**ПОКАЗАТЕЛИ ДЫМНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ
ДИЗЕЛЯ Д-243 ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В СИСТЕМЕ
ПИТАНИЯ РАПСОВОГО МАСЛА**

**В.А. Белоусов¹, канд. техн. наук, доцент,
А.В. Гордеенко¹, канд. техн. наук, доцент,
В.Г. Костенич², канд. техн. наук, доцент**

¹УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь,
ktrauto@tut.by

²УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
kaf.tia@bsatu.by

Аннотация: Отражено влияние концентрации рапсового масла в смеси с дизельным топливом в системе питания дизельного двигателя Д-243 на дымность отработавших газов и содержание диоксида углерода в отработавших газах.

Abstract: The influence of the concentration of rapeseed oil mixed with diesel fuel in the fuel supply system of the diesel engine D-243 on the smokiness of exhaust gases and the content of carbon dioxide in the exhaust gases is reflected.

Ключевые слова: дизель, дымность, отработавшие газы, рапсовое масло, дизельное топливо.

Keywords: diesel, smokiness, exhaust gases, rapeseed oil, diesel fuel.

Введение

Одним из главных источников энергии в средствах механизации сельского хозяйства является дизельный двигатель. Перспективы исчерпывания сырьевой базы нефтяного топлива, спрос на экологически «чистые» технологии ставит проблему поиска и внедрения заменителей дизельного топлива, не загрязняющих окружающую среду и не нарушающих природного равновесия. В итоге нашли применение так называемые альтернативные топлива, в частности, топлива, получаемые из растительных масел. Его использование возможно в дизельных двигателях, как в чистом виде, так и после химической переработки [1]. При использовании смесей рапсового масла (РМ) с дизельным топливом (ДТ) возможно избежать

изменений в конструкции двигателя. Но сгорание смеси растительного и ископаемого топлива по своим экологическим показателям будет отличаться от сгорания чистого РМ. Поэтому требуется более глубокое исследование влияния смесового топлива на экологические показатели работы двигателя.

Основная часть

Рапсовое масло имеет ряд достоинств по сравнению с дизельным топливом: масло не токсично и не огнеопасно, не содержит сернистых соединений, является возобновляемым топливом, использование РМ не нарушает баланс диоксида углерода (парникового газа) в природе.

Проведены исследования влияния различных концентраций рапсового масла в смеси с дизельным топливом на экологические показатели дизельного двигателя Д-243 Минского моторного завода. Семейство этих двигателей является базовым для наиболее распространённых в Республике Беларусь тракторов «Беларус».

Испытания проводились на следующих топливах: ДТ; 10 % РМ + 90 % ДТ; 20 % РМ + 80 % ДТ; 30 % РМ + 70 % ДТ; 50 % РМ + 50 % ДТ. Контролировались следующие параметры: частота вращения коленчатого вала двигателя (n , мин^{-1}), дымность отработавших газов (C) и содержание в них диоксида углерода CO_2 . Результаты испытаний представлены на рисунке.

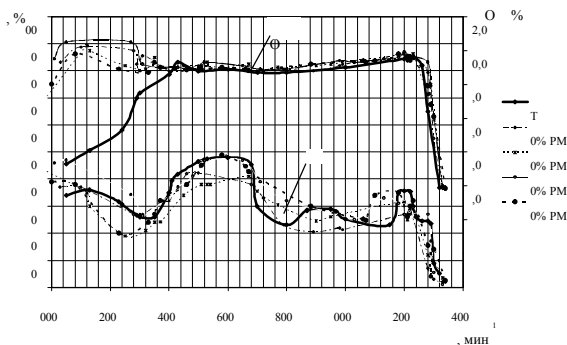


Рисунок – Зависимость дымности и концентрации CO_2 в отработавших газах от частоты вращения коленчатого вала двигателя при различных концентрациях РМ в ДТ

Применение РМ в чистом виде затруднено в силу отличия свойств нефтяного и растительного топлива [2, 3, 4]. Различие этих

свойств обуславливает особенности работы двигателя на чистом рапсовом масле и его смесях с дизельным топливом. Исследователями данной проблемы отмечается, что показатели рабочего процесса двигателя связаны с особенностями процессов испарения, смесеобразования и сгорания РМ [4]. В работах [1, 3] отмечается, что использование чистого РМ требует конструктивных изменений в двигателе, в частности: увеличения проходных сечений топливоподающей аппаратуры, использования добавочных фильтров или более частая их замена, усиления топливopодкачивающего насоса, подогрева масла, установки в камере сгорания модернизированных форсунок. Так же указывается, что на технико-экономические показатели двигателя влияет как химический состав масла, так и тип двигателя, на котором проходят испытания [5].

Заключение

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что увеличение концентрации РМ в смеси с ДТ до 50 % не влияет на дымность и содержание диоксида углерода в отработавших газах дизельного двигателя практически на всех режимах его работы. Некоторое увеличение концентрации CO_2 при использовании смесевых видов топлива наблюдалось при частоте вращения коленчатого вала ниже 1400 мин^{-1} .

Список использованной литературы

1. Карташевич, А.Н. Возобновляемые источники энергии: науч.-практ. пособие / А.Н. Карташевич, В.С. Товстыка. Горки: БГСХА, 2007. 264 с.
2. Пабло Вальехо Применение раздельной подачи топлива растительного происхождения в малоразмерный дизель с целью улучшения его экологических показателей: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.04.02. / Пабло Вальехо М.: ВИМ, 2000.
3. Белов, В.М. Применение в дизелях топлива растительного происхождения / В.М. Белов, С.Н. Девянин, О.Н. Слепцов // Вести Моск. гос. агроинженерн. ун-та. 2003. Вып. 4. С. 15–21.
4. Гусаков, С. Особенности применения чистого рапсового масла в качестве топлива в малоразмерных высокооборотных дизелях / С. Гусаков, Пабло Вальехо // Автогазозаправочный комплекс + альтернативное топливо. 2006. № 4. С. 58–62.
5. Использование растительных масел в качестве альтернативного топлива за рубежом: Система ДОР. М., 1991. 10 с.

ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ ПАРАФИНОВ В ДИЗЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ

А.В. Гордеенко¹, канд. техн. наук, доцент,

В.А. Белоусов¹, канд. техн. наук, доцент,

В.Г. Костенич², канд. техн. наук, доцент

¹УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь,
ktrauto@tut.by

²УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
kaf.tia@bsatu.by

Аннотация: В статье приводится описание процесса застывания дизельного топлива в зависимости от содержания в нем *H*-алканов.

Abstract: The article describes the solidification process of diesel fuel depending on the content of *H*-alkanes in it.

Ключевые слова: дизельное топливо, фракционный состав, *H*-алканы, низкотемпературные свойства.

Keywords: diesel fuel, fractional composition, *H*-alkanes, low-temperature properties.

Введение

Одна из важнейших эксплуатационных характеристик дизельного топлива – его низкотемпературные свойства, характеризующие его подвижность при отрицательной температуре.

Низкая температура окружающей среды вызывает выпадение из топлива высокоплавких углеводородов (зависящих, главным образом, от фракционного состава дизельного топлива [2]) в виде кристаллов различной формы [1], которые способны забивать фильтрующие элементы, узкие места в системе питания дизеля.

Основная часть

К основным низкотемпературным свойствам дизельных топлив относятся: температура помутнения (t_n) – при которой из топлива начинают выпадать первые кристаллы парафина, температура застывания (t_z) – при которой топливо теряет подвижность при малых усилиях сдвига из-за образования кристаллической сетки, воз-

никающей при срашивании крупных кристаллов парафина при снижении температуры, и предельная температура фильтруемости (t_f) – характеризует минимальную температуру, при которой заданный объём топлива прокачивается через стандартный фильтр за определённый промежуток времени и характеризует работоспособность топливоподающей системы дизеля.

Для изучения процесса образования кристаллов *H*-алканов в дизельном топливе были проведены исследования по определению количества кристаллов парафинов в топливе марки ДТ-Л-К5 (Сорт F по СТБ 1658-2015), которое наиболее распространено в переходный осенне-зимний период. Влияние температуры на объём *H*-алканов исследуемых образцов топлива представлено на рисунке.

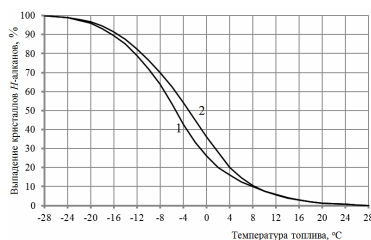


Рисунок – Зависимость содержания *H*-алканов в дизельном топливе от температуры:

- 1 – топливо с температурами помутнения $t_n = -6\text{ }^{\circ}\text{C}$ и застывания $t_z = -12\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- 2 – топливо с температурами помутнения $t_n = -2\text{ }^{\circ}\text{C}$ и застывания $t_z = -10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Исследования проводились на спектрофотометре СФ-26 согласно методике приведённой в работе [4] при длине волны спектра 1000 нм для двух образцов топлив с температурами помутнения и застывания $t_n = -6\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_z = -12\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $t_n = -2\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_z = -10\text{ }^{\circ}\text{C}$ соответственно. Для этого в монохроматический поток света поочерёдно вводился образец дизельного топлива (топливо с температурой $+28\text{ }^{\circ}\text{C}$, которая соответствует температуре кристаллизации *H*-октадекана) и образцы топлива, которые подлежат измерению в интервале температур от $+28\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$. Коэффициент пропускания светового потока топлива при $t = +28\text{ }^{\circ}\text{C}$ принимался за 100 %, а при введении топлива с $t = +28\text{ }^{\circ}\text{C}$... $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$ показаниям измерительного прибора соответствовала величина пропускания в процентах. Измерение температуры топлива осуществлялось терморезисторами КС-22 и цифровым вольт-килоомметром ВК2-6.

Анализируя приведённые кривые, можно отметить, что при снижении температуры дизельного топлива от +28 °С до +8 °С количество *H*-алканов плавно увеличивается от 0 до 10 %. Понижение температуры топлива от +8 °С до температуры застывания вызывает резкое нарастание кристаллической фазы до 80 %. Дальнейшее снижение температуры ведёт к плавному увеличению кристаллической фазы до 100 % (при $t = -28$ °С). При температуре помутнения дизельного топлива количество кристаллов *H*-алканов составляет около 50 % [3].

Заключение

Процесс образования парафинов в дизельном топливе марки ДТ-Л-К5 (Сорт F по СТБ 1658-2015) носит непрерывный характер в температурном интервале от +28 °С до -28 °С. Понижение температуры топлива от +8 °С до температуры застывания вызывает резкое нарастание кристаллической фазы до 80 %, что ведёт к перебоям в работе топливоподающей аппаратуры дизеля, вплоть до его полной остановки.

Список использованной литературы

1. А.Н. Карташевич, Г.М. Кухарёнок, А.В. Гордеенко, Д.С. Разинкевич. Улучшение пусковых качеств автотракторных дизелей в зимний период эксплуатации / Монография. – Горки: БГСХА, 2005 – 172 с.
2. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости. Учебное пособие / А.Н. Карташевич, В.С. Товстыка, А.В. Гордеенко // Минск, «Новое знание». Москва, «ИНФРА-М». 2015 – 420 с.
3. Карташевич А.Н., Бранцевич В.С., Гордеенко А.В. Определение пределов работоспособности топливной системы дизеля при отрицательных температурах. Engineering. Mokslo darbai, Kaunas-Akademija, 1996. С. 131–138.
4. Карташевич А.М., Кажушка В.К. Працэс утварэння крышталеу парафінаў у дызельнаў паліве // Весці акадэміі аграрных навук Беларусі – Мінск, № 1, 1994. – С. 115–117.

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ СКАНЕРЫ

В.Г. Костенич¹, канд. техн. наук, доцент,

В.А. Белоусов², канд. техн. наук, доцент,

А.В. Гордеенко², канд. техн. наук, доцент,

А.А. Антонов¹, студент, **М.Р. Агакишиев¹**, студент

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

²УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь,
ktrauto@tut.by

Аннотация: Рассмотрена актуальность диагностики современных электронных систем управления автомобиля, а также использование различного диагностического оборудования для своевременного обнаружения неисправностей и сокращения затрат, связанных с эксплуатацией и техническим обслуживанием автомобильного транспорта.

Abstract: The relevance of diagnostics of modern electronic vehicle control systems is considered, as well as the use of various diagnostic equipment for timely detection of malfunctions and reduction of costs associated with the operation and maintenance of motor transport.

Ключевые слова: автомобиль, электронный блок управления, диагностика, диагностические сканеры.

Keywords: car, electronic control unit, diagnostics, diagnostic scanners.

Введение

Современные автомобили оснащены электронными системами, управляющими как процессами, происходящими в двигателе, так и в других системах, каждой из которых управляет ИБУ (индивидуальный блок управления) [1, 2]. ЭБУ (электронный блок управления) управляет процессами всех систем без внешнего вмешательства, а также производит самодиагностику. При техническом обслуживании автомобиля считываются данные с ЭБУ и для получения необходимой информации обрабатываются специальными методами.

Выявление неисправностей, как и их устранение в электронных устройствах затруднено, так как их работа в системе

электрооборудования автомобиля взаимосвязана. Только специальное оборудование позволяет считать информацию с ЭБУ, выполнить компьютерную диагностику и сравнить полученные данные с эталонными параметрами [3].

При получении данных с ЭБУ, необходима их проверка измерением соответствующих физических параметров. Иногда появление какой-либо ошибки не означает, что отказал в работе агрегат или узел автомобиля. Неисправность может быть в соединениях датчика и блока управления или непосредственно в блоке управления. Для устранения повреждения требуется измерить напряжение, определить сопротивление в сети для определения места неисправности. Полученные результаты позволяют оценить техническое состояние автомобиля, а именно его агрегатов и систем, и устранить неисправность.

Основная часть

Диагностическое оборудование подразделяется на [4]: инструменты, измеряющие физические параметры (амперметры, вольтметры, омметры и др.); приборы, отображающие рабочие процессы (сканеры и мотор-тестеры). Требования, предъявляемые к диагностическим приборам: точность и многообразие считываемой информации, простота в эксплуатации и универсальность; база эталонных значений для различных марок и моделей автомобилей.

Большой популярностью среди сервисного обслуживания пользуются мультимарочные диагностические устройства. Такие устройства дают полную информацию по каждой марке автомобилей, позволяют просматривать информацию, как в численных значениях, так и в виде графиков, диаграмм и шкал.

Рассмотрим наиболее распространенные диагностические приборы.

Мультиметры. Данные приборы (рис. 1) используются для измерения величин постоянного и переменного напряжения, переменного и постоянного тока, сопротивления, частоты вращения, температуры, угла замкнутого состояния контактов, а также проверки диодов и транзисторов [4]. Мультиметры измеряют необходимые значения, автоматически выключаются, а также имеют защиту от неправильного подключения и перегрузок. Эти приборы являются неотъемлемой частью в каждом автосервисном предприятии, они надёжны и недороги.

Портативные сканеры. Эти портативные устройства (рис. 2) применяются для считывания кодов неисправностей, выпускаются различными производителями под названиями: Code-Reader, SmartTune, Creader, OBD II reader и т.д. и эксплуатируются в небольших предприятиях. Они могут использоваться и для диагностики автомобилей группы VAG (VolkswagenAudiGroup).



Рисунок 1 – Мультиметр



Рисунок 2 – Портативный сканер

При загорании индикатора «Check engine», причину отказа быстро определит сканер, который подсоединяют к разъему, находящемуся в салоне автомобиля. При включенном зажигании считывается код ошибки и потом расшифровывается в соответствии с прилагаемой инструкцией.

Мультимарочный диагностический сканер. Мультимарочный диагностический сканер MaxiDas DS708 (рис. 3) поддерживает около 50 марок автомобилей американского, европейского и азиатского рынка. Работает на Windows и выводит информацию на сенсорный экран [4]. Корпус прибора ударопрочный с резиновыми накладками для захвата руками.



Рисунок 3 – Диагностический сканер MaxiDas DS708

С рядом автомобилей MaxiDas DS708 может работать практически на дилерском уровне: программировать чипы иммобилайзера, задавать параметры конфигурации блоков управления. Предусмотрено как синхронное отображение нескольких графиков параметров, так и сохранение их в лог для последующего анализа при поиске sporadических неисправностей.

Заключение

Своевременное проведение диагностики современных электронных систем управления автомобиля с использованием диагностического оборудования для обнаружения неисправностей

приводит к сокращению затрат, связанных с эксплуатацией и техническим обслуживанием автомобильного транспорта.

Список использованной литературы

1. Акимов С.В., Набоких В.А., Чижков Ю.П. Конструкция автомобиля // Том 4. Электрооборудование. Системы диагностики. Под общей ред. А.Л. Курина М.: Горячая линия – Телеком. 2005. 480 с.
2. Тюнин А.А. Диагностика электронных систем управления двигателями легковых автомобилей. М: СОЛОН-ПРЕСС. 2007. 352 с.
3. Карташевич А.Н. Диагностирование автомобилей. Новое знание, Инфра-М. 2011. 209 с.
4. Тарасик В.П., Рынкевич С.А. Проблемы диагностирования автотранспортных средств и пути их решения. Вестник Белорусско-Российского университета. 2007. № 1. С. 57–66.

УДК 62-97/98

СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ МИНИТЕХНИКИ

А.П. Картошкин¹, д-р техн. наук, профессор,

А.И. Фомичёв¹, канд. техн. наук, доцент,

В.Б. Ловкис², канд. техн. наук, доцент

¹ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,

*г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
akartoshkin@yandex.ru*

*²УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
dekanat_amf@bsatu.by*

Аннотация: В статье представлена необходимость в разработке отечественных испытательных стендов для определения технических характеристик опытных образцов минитракторов. Показаны два вида стендов: для определения тягово-динамических и топливо-экономических свойств; для определения устойчивости минитракторов против опрокидывания.

Abstract: The article presents the need for the development of domestic test benches to determine the technical characteristics of prototypes of minitractors. Two types of stands are shown: to determine traction-dynamic and fuel-economic properties; to determine the stability of minitractors against overturning.

Ключевые слова: минитрактор, испытания, стенд, буксование, перекачивание, макетный образец

Keywords: minitractor, tests, stand, slipping, rolling, mock-up sample.

Введение

В связи с возникновением и развитием фермерских хозяйств увеличивается необходимость в создании и использовании малогабаритной техники, в частности, современных тракторов малых тяговых классов. В настоящее время минитракторы [1] широко применяются в сельском и коммунальном хозяйствах. По маневренности, экономичности, универсальности, легкости управления они незаменимы на мелко контурных участках и в местах, где применение традиционных средств механизации не только экономически не целесообразно, но и в большинстве случаев невозможно.

На данный момент, на российском рынке минитракторов представленная техника имеет ряд недостатков, связанных с высокой стоимостью тракторов, их низкой наработкой на отказ, отсутствием запасных частей и локализации производства. В связи с этим имеется острая необходимость в разработке, изготовлении и испытаниях новых моделей тракторов тягового класса 02 и 04 отечественного производства. Сельскохозяйственные тракторы классифицируются по наибольшему тяговому усилию [2].

Основная часть

На сегодняшний день в России появилось огромное количество различных видов минитехники, особенно минитракторов, как зарубежного, так и отечественного производства. В частности, в Санкт-Петербурге осуществляется сборка минитракторов СКАУТ (рис. 1, а) [3] из китайских комплектующих.

Минитракторы МИТРАКС (рис. 1, б) [4] и НЕВА МТ-1-ZS (рис. 1, в) полностью отечественного производства.

Испытания колесных и гусеничных сельскохозяйственных тракторов проводятся согласно ГОСТ 25836-2002 «Типы и программы испытаний сельскохозяйственных тракторов».

Одним из этапов изготовления автотракторной техники является создание макетного образца, его испытания и доводка. Предварительные испытания опытных образцов тракторов проводятся с целью определения их основных параметров и технических характеристик [5].



а



б



в

Рисунок 1 – Минитракторы:
а – СКАУТ; *б* – МИТРАКС;
в – HEBA MT-1-ZS

А для выпускаемых минитракторов необходимо определять ещё и тяговый класс. Только после положительных результатов всех выше перечисленных действий дается разрешение на производство данного вида техники. При разработке и создании опытных образцов новых моделей тракторов основное внимание уделяется стендовым испытаниям. Они позволяют моделировать практически все условия работы трактора [6]. Для испытания тракторов общего назначения существуют различные виды стендов (рис. 2).



Рисунок 2 – Динамический стенд МАНА МВТ 6000

Однако отсутствуют какие-либо стенды для испытания минитракторов. В этой связи в отечественной промышленности остро стоит вопрос о разработке отечественного испытательного оборудования с максимальной локализацией. Особенно это касается проведения тяговых испытаний минитракторов в полевых условиях на различных почвенных фонах. В частности, нет возможности определить показатели буксования и перекаtywания на различных почвенных фонах.

Существующие стенды с беговыми барабанами для проведения тягово-динамических испытаний практически не применимы для испытания минитракторов (рис. 3).



Рисунок 3 – Испытания минитрактора в лабораторных условиях
(пояснения в тексте)

Для проведения испытаний минитрактора на типовом стенде с беговыми барабанами испытатели вынуждены удлинить оси ведущих колёс (рис.3, *а*); возможно использовать типовый стенд для определения продольной и поперечной устойчивости минитрактора (рис. 3, *б*).

Также разработан стенд для определения усилия на перекачивание и буксование минитракторов (рис. 4).



Рисунок 4 – Стенд для определения усилия на перекачивание и буксование

Все стенды прошли проверку на работоспособность, конструктивные недоработки устранены. С помощью предлагаемых стендов возможно испытывать не только минитрактора, но и мототехнику (например, мотоблоки).

Заключение

Разработанные стенды позволяют получить первичные технические характеристики опытных образцов минитехники для определения тягового класса, расхода топлива, устойчивости и т.д. Цифровые значения технической характеристики минитрактора

необходимы для дальнейшей доработки опытного образца, а также для представления технической характеристики в паспорте минитрактора, в рекламных буклетах и др.

Список использованной литературы

1. Минитракторы // В.В. Бурков, Е.П. Зикун, М.Е. Иовлев, Н.Н. Ткешелашвили; под общ. Ред. В.В. Буркова. – Л.: Машиностроение, 1987. – 272 с.

2. Картошкин А.П. Тракторы. // А.П. Картошкин, И.Н. Усс, А.И. Бобровник, В.Г. Левков, Т.А. Варфоломеева, А.И. Фомичев: Учебное пособие. – СПб.: Проспект науки, 2018 – 736 с.

3. Картошкин А.П., Фомичёв А.И., Долгушин В.А. Результаты лабораторных тягово-динамических и топливно-экономических испытаний трактора Скаут Т-25 // Известия Международной академии аграрного образования. – 2021. – № 55. – С. 20–28.

4. Фомичёв А.И., Долгушин В.А., Картошкин А.П. Результаты тягово-динамических и топливно-экономических испытаний трактора Митракс Т-10 // Известия Санкт-петербургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 2(59). – С. 115–123.

5. Хабардин С.В. Определение мощностных показателей тракторов тяговым методом при трогании с места под нагрузкой: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03. – Иркутск, 2014. – 205 с.

6. Kartoshkin A.P., Filimonov V.F., Fomithev A.I. Investigation of Traction Properties of Small-Sized Agricultural Machinery // International Conference on Advances in Science and Technology (coast. Herceg Novi, Vontenegro, 26-29.05.2022) – P. 49-52. ISBN 978-9940-611-03-3.

УДК 631.372

МОБИЛЬНЫЙ АГРО-РОБОТ С КОЛЁСАМИ МЕКАНУМ КАК АЛЬТЕРНАТИВНА ГУСЕНИЧНОМУ РОБОТУ

С.А. Павлюковец, канд. техн. наук, доцент,

А.А. Радкевич, магистрант

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

s.pauliukavets@gmail.com, artyomradkevichbntu@gmail.com

Аннотация: Проанализированы аспекты применения гусеничных и колёсных мобильных агро-роботов в земледелии и растениеводстве, указаны преимущества и недостатки колёсного и гусенич-

ного хода. На основании анализа сельскохозяйственных работ предложена концепция мобильного агро-робота на колёсах типа меканум как альтернатива гусеничному роботу для выполнения ряда операций.

Abstract: Aspects of the use of tracked and wheeled mobile agro-robots in agriculture and crop production were analyzed, the advantages and disadvantages of wheeled and tracked vehicles were indicated. Based on an analysis of agricultural work, the concept of a mobile agro-robot on mecanum wheels has been proposed as an alternative to a tracked robot for performing a number of operations, primarily in precision agriculture.

Ключевые слова: мобильный робот, агро-робот, гусеничный ход, меканум колесо, точное земледелие, роботизация.

Keywords: mobile robot, agro-robot, caterpillar drive, mecanum wheel, precision farming, robotization.

Введение

С развитием и интеллектуальных технологий всё более активно происходит внедрение робототехнических комплексов в сельское хозяйство, где они успешно занимают нишу, в том числе, мобильной агротехники. Перспективной является концепция беспилотного мобильного робота с различным сельскохозяйственным навесным оборудованием, способного автономно передвигаться по сигналам от GPS-приёмника. Вместе с тем, возникает проблема выбора типа движителя, которая может иметь различные пути решения в зависимости от типа выполняемых роботом операции. Наибольшее распространение получили мобильные автономные агро-роботы с колёсным и гусеничным ходом [1]. Необходимо отметить, что основное применение гусеничные движители нашли в тяжёлых тракторах, задействованных на полевых работах с вязкими почвами. Такие роботы целесообразны при выполнении операций культивации, уничтожения сорняков, прореживания и т.п., где необходимо произвести большой объем однотипных работ, а точность позиционирования не существенна. При всех преимуществах гусеничных движителей, связанных с улучшенной проходимостью на почвах с низкой несущей способностью, они оказывают высокое давление на поверхность.

Основная часть

Как альтернатива гусеничным роботам применение находят четырёхколёсные агро-роботы с колёсами типа меканум. Подобные роботы уже используются в точном земледелии для автоматизации операций полива растений, пропалывания и сборки плодов, а также для дифференцированного внесения удобрений в почву, не допуская их разбрызгивания по большой площади. За счёт способности осуществления всенаправленного движения при управлении мобильным агро-роботом с колёсами меканум, возможно применение более оптимальных вариантов траекторного движения, основывающихся на кинематике колесных движителей.

Несмотря на то, что колёса меканум обладают высокой маневренностью, позволяющей роботу работать в ограниченном пространстве, существует множество непригодных для его передвижения сред. Поскольку устойчивость меканум роботов зависит от скорости каждого колеса [2], считается, что агро-роботы на меканум колёсах не подходят для передвижения по неровным поверхностям, например, на пахоте. Однако исследований о потенциале роботов с колёсами меканум в полевых условиях крайне мало. В работе [3] спроектирован мобильный агро-робот на колесах меканум и проведены испытания его работы в условиях пересеченной местности. За счёт широкой колесной базы, позволяющей создавать меньшее давление на грунт, удалось добиться стабильного движения без пробуксовки на полях с подзолистыми почвами.

Еще одно направление применения мобильных агро-роботов на колесах меканум связано с выполнением полевых работ на площадях со значительным уклоном, где возможно опрокидывание робота под действием смещения центра его масс. Для гусеничных роботов движение на крутых склонах сильно ограничено из-за изменения центра масс-робота под действием скатывающей силы и возникновения пробуксовки гусеничных лент при повороте. По этой причине для выполнения разнообразных операций на местности с крутым уклоном, например, сенокошения, целесообразно задействовать агро-роботы с колёсами меканум, способного совершать голономное движение на склоне [3].

Заключение

Агро-робот с колёсами типа меканум является перспективной альтернативой гусеничному роботу в ряде отраслей сельского хозяйства: в точном земледелии, при дифференцированном внесении удобрений в почву, при выполнении операций на местности с

большим уклоном. Однако, область его использования желательно ограничить твёрдыми почвами, поскольку на почвах с низкой несущей способностью и на пересечённой местности может возникнуть пробуксовывание и проскальзывание колёс, и робот может потерять управляемость.

Список использованной литературы

1. А. В. Шевченко, Р. В. Мещеряков, А. Н. Мигачев, Обзор состояния мирового рынка робототехники для сельского хозяйства. Ч. 1. Беспилотная агротехника. // Пробл. управл., 2019, вып. 5. – С. 3–18.

2. К вопросу управления мобильным роботом с колёсами всенаправленного типа / С.А. Павлюковец [и др.] // BIG DATA и анализ высокого уровня = BIG DATA and Advanced Analytics : сборник научных статей IX Международной научно-практической конференции, Минск, 17–18 мая 2023 г. : в 2 ч. Ч. 2 / БГУИР; редкол.: В.А. Богуш [и др.]. Минск, 2023. С. 94–102.

3. Nishimura, Y., Yamaguchi, T. Grass Cutting Robot for Inclined Surfaces in Hilly and Mountainous Areas. Sensors (Basel). 2023, 528.

УДК 629.01

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОТРАКТОРНЫХ ПОЕЗДОВ

**С.Ю. Радин, канд. техн. наук, доцент,
С.Ю. Шубкин, канд. техн. наук, доцент,
С.А. Добрин, аспирант,
А.О. Епанчин, аспирант**

*ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина»,
г. Елец, Российская Федерация
shubkin.92@mail.ru*

Аннотация: В статье приводится описание конструкции поворотного круга автотракторного прицепа, которое позволяет повысить надежность крепления замкового кольца и его срок службы.

Abstract: The article describes the design of the rotary wheel of the tractor trailer, which allows to increase the reliability of the fastening of the lock ring and its service life.

Ключевые слова: автотракторный прицеп, поворотный круг, эффективность

Keywords: tractor trailer, turntable, efficiency

Введение

Известно, что все автотракторные самосвальные прицепы снабжены подкатными тележками, состоящими из рамы снабжённой дышлом со сцепной петлей, передней подвеской с листовыми рессорами и поворотным кругом, предназначенным для поворота передних колес при изменении направления движения автотракторного поезда [1]. Поворотный круг состоит из верхнего и нижнего колец, между которыми расположен шаровой погон. От принудительного разъёма верхнее и нижнее кольца удерживаются замочным кольцом [2]. Нижнее кольцо имеет прорезь, через которую производится заправка замочного кольца, а на верхнем кольце отверстие для расположения в нём отогнутого конца замочного кольца.

Существенным недостатком такого поворотного круга является его низкая надёжность за счёт наличия замочного кольца, которое при отсутствии достаточного количества смазки подвержено не только задирам, но и возможному выходу из сопрягаемых им колец поворотного круга, что может привести к аварийным ситуациям.

Основная часть

Для устранения выше указанного недостатка предлагается техническое решение, повышающее надёжность крепления замкового кольца и его срок службы [3]. Поставленная цель достигается тем, что замковое кольцо выполнено из упругого материала и в его загнутом конце, по его длине, изготовлен клиновидной формы паз, причем торцевая поверхность загнутого конца снабжена упорами, взаимодействующими со стенкой верхнего кольца поворотного круга.

На рис. 1 показано сечение поворотного круга, а на рис. 2 – узел соединения конца замкового кольца с вертикальной стенкой верхнего кольца поворотного круга.

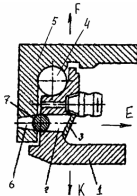


Рисунок 1 – Сечение поворотного круга

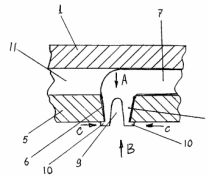


Рисунок 2 – Узел соединения замкового кольца

Поворотный круг состоит из нижнего кольца 1 с выполненным в нем окном 2 с заглушкой 3, на нижнем кольце 1 поворотного кру-

га расположен шаровой погон 4, контактирующий с верхним кольцом 5, снабженным конусным отверстием 6. Нижнее 1 и верхнее 5 кольца поворотного круга зафиксированы между собой замковым кольцом 7, загнутый конец 8 которого имеет клиновой формы паз 9, а на торце загнутого конца 8 выполнены упоры 10. Между верхним кольцом 5 и нижним кольцом 1 поворотного круга выполнена полость 11 круглого сечения.

Работает поворотный круг следующим образом. При повороте нижнего кольца 1, связанного жестко с подкатной тележкой прицепа (на рисунках прицеп и подкатная тележка не показаны), и в случае отсутствия смазки происходит защемление замкового кольца 7 нижним и верхним кольцами 1 и 5 поворотного круга. Перемещение его из полости 11 поворотного круга по стрелке А ограничивается конусным отверстием 6, подобным по форме загнутому концу 8 замкового кольца 7. Перемещению загнутого конца 8 замкового кольца 7 в полость 11 по стрелке В препятствуют упоры 10. Для разборки поворотного круга демонтируют заглушку 3 и к упорам 10 по стрелкам С (рис. 2) прикладывают определенное усилие, что позволяет, за счет наличия паза 9, переместить их к друг другу и выйти из конусного отверстия 6 по стрелке В и затем по стрелке Е (рис. 1) выйти из полости 11, образованной верхним 5 и нижним 1 кольцами поворотного круга, обеспечив тем самым рассоединение последнего по стрелкам F и К. Также перемещение упоров 10 возможно по той причине, что замковое кольцо 7 выполнено из упругого материала, например, стали 65Г. Далее описанные процессы могут повторяться неоднократно.

Заключение

Технико-экономическое преимущество предложенного технического решения очевидно, так как оно позволяет обеспечить, во-первых, прочностные характеристики поворотного круга и, во-вторых, при ремонтах поворотного круга неоднократно использовать замковое кольцо без его выбраковки.

Список использованной литературы

1. Строганов Ю.Н., Попова А.И. Повышение безопасности автотракторных поездов путем применения стабилизирующих тягово-сцепных устройств прицепов // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. 2019. Т. 1. С. 116–120.

2. Сливинский Е.В. К вопросу повышения устойчивости движения автотракторных прицепов // Строительные и дорожные машины. 2021. № 1. С. 21–23.

3. Патент № 2607689 С Российская Федерация, МПК В62D 53/08, В62D 63/08. поворотный круг: № 2015132150: заявл. 31.07.2015: опубл. 10.01.2017 / Е.В. Сливинский, С.Ю. Радин, Д.А. Рубцов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина».

Секция 3 ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

УДК 631.331

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Н.Н. Быков, канд. техн. наук, доцент,

Т.А. Непарко, канд. техн. наук, доцент,

А.Э. Шибeko, канд. экон. наук, доцент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: В статье приведены результаты обобщенного анализа приемочных испытаний и эксплуатации, а также эффективности использования в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь почвообрабатывающе-посевного агрегата АПП-9 при возделывания зерновых культур.

Abstract: The article presents the results of a generalized analysis of acceptance testing and operation, as well as the effectiveness of using the APP-9 tillage and sowing unit for cultivating grain crops in agricultural organizations of the Republic of Belarus.

Ключевые слова: зерновые культуры; сеялка; норма высева; производительность; расход топлива; оценка эффективности.

Keywords: grain crops; seeder; seeding rate; performance; fuel consumption; efficiency mark.

Введение

Современный период развития сельскохозяйственного производства отличается от всех предыдущих постоянным ростом отпускных цен на сельскохозяйственную технику и другие материально-технические ресурсы, используемые в сельском хозяйстве.

В рыночной экономике на первое место выступают критерии окупаемости ресурсов. Низкий уровень платежеспособности большинства сельскохозяйственных организаций вызывает необходимость оценки специалистами целесообразности и экономической эффективности внедрения инновационных технологий при возделывании зерновых культур.

Основная часть

Агрегат почвообрабатывающе-посевной АПП-9 предназначен для предпосевной обработки почвы и рядового посева зерновых, среднесеменных зернобобовых и других, аналогичных им по размерам, норме высева и глубине заделки семян культур с одновременным внесением в почву гранулированных минеральных удобрений.

Импортным аналогом является почвообрабатывающе-посевной агрегат Pronto 9DC «Horsch» производства Германии. Он также предназначен для предпосевной обработки почвы и рядового посева зерновых, среднесеменных зернобобовых и других, аналогичных им по размерам, норме высева и глубине заделки семян культур с одновременным внесением в почву гранулированных минеральных удобрений.

Приемочные испытания агрегата АПП-9 первичной технической экспертизе и лабораторно-стендовых испытаний проводились в ГУ «Белорусская МИС», а при функциональной и эксплуатационно-технологической оценках, оценка экономической эффективности при эксплуатации в производственных условиях – в ОАО «Тимирязевский» Копыльского района Минской области при следующих условиях:

- лабораторно-стендовые испытания проводились на высева семян пшеницы, ржи, ячменя, овса, гороха, рапса и минеральных удобрений;

- показатели качества выполнения технологического процесса и эксплуатационно-технологические показатели определялись при посеве семян пшеницы.

В результате проведения лабораторных испытаний установлено:

- при установленных минимальных нормах высева фактические нормы высева, соответствующие ТЗ, получены на всех культурах- неустойчивость нормы высева на всех культурах соответствует ТЗ за исключением ржи, гороха и рапса: 5,7 %, 5,9 % и 16,4 % соответственно;

- неравномерность высева семян между сошниками не соответствовала ТЗ и ТНПА на всех высеваемых материалах. На высева рапса составила 16,5 % (в ТЗ нет данных);

- дробление семян на высева соответственно ТЗ.

При посеве с установочной глубиной обработки 7,0 см получены следующие результаты:

- средняя фактическая глубина обработки почвообрабатывающей части составила 7 см, стандартное отклонение составило $\pm 2,4$ см, а коэффициент вариации 34,0 %;

- высота гребней почвы после почвообрабатывающей части составил 4,0 см (ТЗ не более 4,0);

- показатели работы посевной части агрегата не соответствует требованиям технического задания – количество семян, не заделанных в почву, составило 0,7 % (по ТЗ – не допускается);

- количество семян, заделанных в слое заданной глубины двух смежных с ним 10-миллиметровых слоях почвы, составило 55,7 % (по ТЗ не менее 80,0 %);

- глубина заделки семян при оптимальном заглублении сошников составила 44,0 мм, отклонение заделки семян от заданно – 0,4 мм (о ТЗ - $\pm 10,0$ мм).

При эксплуатационно-технологической оценке при посеве с установленной нормой высева 260,0 кг/га при скорости движения 10,2 км/ч получены следующие результаты:

- производительность за основное время работы составила 9,18 га/ч 9 по ТЗ 7,0-11,0 га/ч);

- производительность за сменное время работы составила 5,49 га/ч (ТЗ не регламентирована);

- удельный расход топлива за сменное время работы составил 6,7 кг/га (ТЗ не более 12,0 кг/га);

- коэффициент использования сменного времени составил 0,6 (поТЗ не менее 0,65), эксплуатационного – 0,59 (по ТЗ не менее 0,63).

При оценке показателей технической надежности наработка агрегата составила 1 717 га, что соответствует 212 ч основной работы.

За период испытаний был зарегистрирован 21 технический отказ, из них 8 отказов – I группы сложности и 13 отказов – II группы сложности конструктивного и производственного характера.

Коэффициент готовности по оперативному времени составил 0,98, что не соответствует требованиям (ТЗ не менее 0,99).

Ежемесячнон оперативное время технического обслуживания агрегата составило 0,35 ч и удельная суммарная оперативнвя трудоемкость технических обслуживаний 0,004 чел/ч соответствует требованиям технического задания.

В результате заключительной экспертизы агрегата АПП-9 по показателям безопасности на соответствие действующим в Таможенном союзе техническим нормативным правовым актам (ТНПА), применение которых на добровольной основе обеспечивает выполнение технического регламента ТР ТС 010/2011, несоответствий не установлено.

Экономические показатели применения почвообрабатывающе-посевого агрегата АПП-9 и импортного аналога Pronto 9DC «Horsch» (Германия) в процессе предпосевной обработки почвы и посева яровой пшеницы в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь приведены в таблице.

Таблица. Экономические показатели применения почвообрабатывающе-посевого агрегата АПП-9 и импортного аналога Pronto 9DC «Horsch»

Наименование показателя	Марка трактора и сеялка	
	БЕЛАРУС 3522	
	АПП-9	Pronto 9DC «Horsch»
Балансовая стоимость (без НДС), руб.:		
-трактора	260 215	260 215
-агрегата	146 300	250 000
Производительность сменного времени, га/ч	5,49	5,49
Удельный расход топлива, кг/га	6,7	6,7
Материально-денежные затраты на 1 га, руб., в т.ч.:		
- зарплата	0,26	0,26
-амортизация	20,82	32,75
- ремонт и техническое обслуживание	18,22	27,76
- топливо	11,26	11,26
Всего	50,5	72,0

В результате расчета сравнительных экономических показателей установлено, что:

- годовой приведенный экономический эффект составил – 44 048 руб.);

- годовая экономия себестоимости механизированных работ в размере 23 316 руб. делает капитальные вложения почвообрабатывающе-посевого агрегата АПП-9 окупаемыми за 6,3 лет.

Полученные значения показателей сравнительной экономической эффективности использования почвообрабатывающе-посевого агрегата АПП-9 имеют положительный результат, за исключением срока окупаемости капитальных вложений (превышение нормативного срока окупаемости).

Заключение

В хозяйствах Беларуси нашли широкое применение комбинированные почвообрабатывающе-посевные агрегаты, но и стандартную технологию использования сеялок никто не отменял.

Список использованной литературы

1. Протокол № 119 Б 1/3-2018ИЦ от 12.12.2018. ИЦ ГУ «Белорусская МИС». – Минск : ИЦ ГУ «Белорусская МИС», 2018. – 120 с.

УДК 631.34.5

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНОЙ УСТАНОВКИ ПРИ УХОДЕ ЗА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ КУЛЬТУРАМИ

А.Ф. Станкевич, ст. преподаватель,

Н.С. Чирков, студент АМФ

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: В статье рассматриваются возможности использования лазерной установки при уходе за сельскохозяйственными культурами.

Abstract: The article discusses the possibilities of using a laser system when caring for agricultural crops.

Ключевые слова: лазерная установка, уход, пестициды, преимущество, качество.

Keywords: laser machine, care, pesticides, advantage, quality.

Введение

Несмотря на весь тот путь, который проделали селекционеры, чтобы вывести наиболее устойчивые и сильные сорта, культурные растения всё ещё не способны к открытой конкуренции с сорняками. Исследования показывают, что бесконтрольное распространение сорных растений способно привести к потере 50 % урожайности.

В сельском хозяйстве лазерная технология нашла широкое применение, помогая увеличивать производительность, снижать расходы и повышать качество сельскохозяйственной продукции. Это инновационное использование лазеров способствует решению одной из главных проблем, связанных с возделыванием сельскохозяйственных культур, а именно, при уходе за сельскохозяйственными культурами.

Основная часть

Одной из главных проблем в технологии возделывания сельскохозяйственных культур являются сорняки. Исследования показывают, что бесконтрольное распространение сорных растений способно привести к потере 50 % урожайности.

Выделяют три основных метода борьбы с сорняками: биологический, механический и химический. Они распространены в разной мере, наиболее популярный и эффективный – химический метод (с помощью гербицидов). Противостояние сорнякам с помощью пестицидов отмечено как беспрецедентными успехами (которые позволяют собирать небывалые урожаи и в целом способствовали интенсификации земледелия), так и катастрофическими последствиями. Препарат глифосат стал символом процесса химизации растениеводства на стыке веков.

Применение пестицидов не проходит бесследно для почвы и экологии. Некоторые из более старых и менее дорогостоящих пестицидов могут сохраняться в почве и воде в течение нескольких лет. Большое число этих химических веществ запрещены к использованию в развитых странах, но по-прежнему применяются во многих развивающихся странах [1]. Вместе с подземными водами вещества проникают в водоемы и могут уничтожить флору и фауну. Точечное внесение уменьшает вредное влияние химии, но не сводит его к минимуму. В связи с этим все больше исследователей и фермеров обращают внимание на альтернативные методы борьбы со сорняками, включая применение лазеров.

Одним из выходов является применение лазерной установки при уходе за сельскохозяйственными культурами. Лазерная установка осуществляет прополку сельскохозяйственных культур. То есть, уничтожает мертвые сорняки, прежде чем они начнут конкурировать за ценные ресурсы культурных растений. В поле выезжает аппарат с закрепленными камерами, которые наделили сложным компьютерным зрением и искусственным интеллектом. Аппарат выявляет сорняки, прицеливается и точно сжигает лазером вредное растение. Главный акцент здесь, что тепловая энергия лазера не разрушает почву. Лазерная установка использует технологию компьютерного зрения, чтобы определять сорняки и отличать их от ценных сельскохозяйственных культур, которые необходимо защитить. Здесь используется технология, аналогичную той, которая используется в беспилотных автомобилях для определения пешеходов или полос на шоссе.

Применение лазерной установки при уходе за сельскохозяйственными культурами протестировали инженеры Carbon Robotics, на

таких сельскохозяйственных культурах, как, салат, шпинат и брокколи [2]. Данную технологию можно протестировать и на других сельскохозяйственных культурах. Внедрение лазерной установки сократит на 80 % расходы на борьбу с сорняками, а за счет экономии пестицидов лазерная установка окупится за 1–3 года.

Заключение

1. Точность: лазерная установка позволяет фокусировать энергию на конкретные сорняки, минимизирует повреждения окружающих растений.

2. Экологичность: применение лазерной установки не включает в себя использование химических веществ, что снижает негативное воздействие на окружающую среду.

3. Экономичность: в долгосрочной перспективе использование лазерной установки может быть экономически выгодным благодаря сокращению расходов на химические гербициды и трудозатрат.

Список использованной литературы

1. Всемирная организация здравоохранения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/pesticide-residues-in-food>. Дата доступа 06.10.2023

2. Новости Hi-Tech Искусственный интеллект [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://android-robot.com/metod-borby-s-sornyakami-s-pomoshhyu-lazera>. – Дата доступа: 07.10.2023.

УДК 631.331

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ НА ЛУЩЕНИИ СТЕРНИ И ПОЛУПАРОВОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Н.Н. Быков, канд. техн. наук, доцент,

А.Э. Шибeko, канд. экон. наук, доцент,

Т.А. Непарко, канд. техн. наук доцент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: В статье приведены технологическая оценка и эффективность использования почвообрабатывающих агрегатов в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь.

Abstract: The article provides a technological assessment and efficiency of the use of soil processing units in agricultural organizations of the Republic of Belarus

Ключевые слова: зерновые культуры, обработка зяби, луцильник дисковой; расход топлива; эксплуатационные затраты; экономическая эффективность.

Keywords: grain crops, plowed furrow treatment, disk hoe; fuel consumption; operating costs; economic efficiency.

Введение

Современный период развития сельскохозяйственного производства отличается от предыдущих ростом стоимости материальных ресурсов, вкладываемых в развитие отраслей растениеводства и животноводства [1]. Низкий уровень платежеспособности многих сельскохозяйственных организаций при внедрении инновационных технологий вызывает необходимость сравнения целесообразности приобретения и окупаемости применяемой отечественной и зарубежной сельскохозяйственной техники.

Основная часть

Луцильник дисковой ромбовидный ЛДР-9 предназначен для лушения стерни зерновых культур и полупаровой обработки зяби.

Агрегируется с тракторами мощностью 300 л. с. («БЕЛАРУС-3022») или аналогичными импортными.

Технологический процесс, выполняемый луцильником, заключается в следующем: луцильник с помощью гидросистемы трактора переводится в рабочее положение, включается необходимая рабочая передача трактора и начинается движение по полю (по длине гона). При движении луцильника дисковые секции производят подрезание пожнивных и растительных остатков и частичное мульчирование обрабатываемого слоя.

Работа луцильника на поле производится челночным способом. При поворотах в конце гона с помощью гидросистемы трактора производится отрыв рабочих органов от поверхности поля и осуществляется петлевой поворот, затем луцильник переводится в рабочее положение и осуществляется рабочий ход в очередном гоне. После окончания работ на основном массиве поля производится обработка поворотных полос.

Технологическая оценка луцильника проводилась в производственных условиях в ОАО «Агро ГЖС» Щучинского района Гродненской области.

При определении функциональных показателей лушильника на основных фонах, предусмотренных ТЗ – лушение стерни зерновых культур и обработке зяби в агрегате с тактором «БЕЛАРУС-3022» при рабочих скоростях 14,9 и 10,9 км/ч установлено следующее: на лушении стерни зерновых культур фактическая глубина обработки составила 3,1 см, а на обработке зяби – 6,3 см (по ТЗ глубина обработки – 4,0–8,0 см). Гребнистость поверхности почвы составила 4 см на лушении стерни зерновых культур и 2 см – на обработке зяби, что соответствует ТЗ (не более 4 см). Фракция почвы размером до 25 мм при обработке зяби составила 89,7 %, что соответствует ТЗ (не менее 80,0 %). Подрезание пожнивных остатков при лушении стерни составило 91,4 %, а сорных растений при обработке зяби – 95,1 %, что ниже требований ТЗ (не менее 100 %).

Дополнительно были определены функциональные показатели на обработке почвы после вспашки. При этом установлено, что глубина обработки после прохода лушильника составила 5,7 см. Гребнистость поверхности почвы составила 3 см, а содержание комков почвы размером до 25 мм – 81,0 %.

Эксплуатационно-технологические показатели определялись одновременно с функциональными показателями. Производительность лушильника на лушении стерни зерновых культур и обработке зяби за час основного времени составила 13,4 и 9,8 га, а за час сменного времени – 10,0 и 7,3 га соответственно указанным фонам (в ТЗ регламентирована производительность за час основного времени 9,0–13,5 га, за час сменного времени – 6,75–10,12 га).

Удельный расход топлива за сменное время составил 5,0 кг/га на лушении стерни зерновых культур и 6,7 кг/га на обработке зяби, что соответствует требованиям ТЗ (6,3–7,0 кг/га).

Коэффициент надежности технологического процесса на лушении стерни зерновых культур составил 0,98, а при обработке зяби – 0,99, что соответствует ТЗ (не менее 0,98). Коэффициенты использования сменного времени составили 0,75 на обоих фонах, что также соответствует ТЗ (не менее 0,75).

Наработка лушильника составила 169 ч основного времени (1600 га), при этом имеет место один технический отказ второй группы сложности – отрыв по сварному шву соединения транспортной опоры дисковых секций от фланца крепления к раме из-за недостаточной прочности сварного соединения.

Экономические показатели использования лушильника дискового ромбовидного ЛДР-9 проведен по результатам эксплуатационно-технологической оценки на лушении стерни зерновых культур в сравнении с импортным аналогом Kelly МРН-9000 (Австралия) представлены в таблице.

Таблица. Экономические показатели применяемых лушильников ЛДР-9 и Kelly МРН-9000

Наименование показателя	Значение показателя	
	Лушильник ЛДР-9	Лушильник Kelly МРН-9000
Производительность, га/ч:		
- сменного времени		10,02
- эксплуатационного времени		9,95
Удельный расход топлива, кг/га		5
Цена топлива с учетом стоимости смазочных материалов, руб. /кг		1,68
Балансовая цена (без НДС), руб.:		
- лушильника	55110	161700
- трактора «БЕЛАРУС-3022»	226196	226196
Годовая норма амортизации на:		
- лушильник		0,125
- трактор		0,083
- текущий ремонт и техническое обслуживание		
- лушильника		0,07
- трактора		0,099
Годовая загрузка, ч		
- лушильника		100
- трактора		1000
Годовая наработка, га		995
Затраты труда, чел.-ч/га		0,1
Себестоимость 1 га, руб. по элементам:		
- зарплата	0,12	0,12
- амортизация	8,81	22,20
- ремонт и техническое обслуживание	6,13	13,63
- топливо	8,40	8,40
Всего	23,46	44,35

В результате расчёта сравнительных экономических показателей установлено что:

- годовой приведенный экономический эффект от применения ДР-9 составил – 42 тыс. руб;

- годовая экономия себестоимости механизированных работ составила 21 тыс. руб., что предполагает снижение затрат при использовании лущильника ЛДР-9 в сравнении с импортным аналогом на 47,1 %;
- капитальные вложения на приобретение лущильника ЛДР-9 окупаются за 2,6 лет;

Полученные значения показателей сравнительной экономической эффективности использования лущильника ЛДР-9 соответствуют данным, представленным в техническом задании.

При эксплуатации выявлены несоответствия лущильника требованиям технического задания по подрезанию пожнивных и сорных растений и глубине обработки на лущении стерни.

Кроме того, следует отметить, что в процессе эксплуатации происходит удлинение дисковых секций вследствие износа крюков дисков и проушины в местах контакта. Провести натяжение секций дисковой батареи натяжным устройством не представляется возможным. Укорачивание производилось путем демонтажа диска.

Заключение

Несмотря на существующие конструкционные недоработки лущильника ЛДР-9 затраты по его эксплуатации в расчёте на 1 га обрабатываемой площади меньше почти в 2 раза (за счёт более низкой стоимости и затрат по ремонту и техобслуживанию) по сравнению с импортным аналогом Kelly МРН-9000.

Список использованной литературы

1. Экономика ресурсосбережения в агропромышленном комплексе: учеб. Пособие / М.К. Жудро, В.М. Бальина, М.М. Жудро. – Минск: ИАЦ Минфина, 2014.
2. Протокол № 118 Б 1/2-2018ИЦ от 11.12.2018. ИЦ Гу «Белорусская МИС» – Минск : ИЦ Гу «Белорусская МИС», 2018. – 81 с.

УДК 631.352:559

РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Н.Д. Янцов, канд. техн. наук, доцент,

А.Г. Вабищевич, канд. техн. наук, доцент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: В статье рассмотрены перспективы развития технологий точного земледелия.

Abstract: The article discusses the prospects for the development of precision farming technologies.

Ключевые слова: расход топлива, эксплуатационные затраты, экономическая эффективность.

Keywords: fuel consumption, operating costs, economic efficiency.

Введение

Развитие сельскохозяйственного производства в современных условиях становится невозможным без его интенсификации, которая основана, прежде всего, на использовании высокоэффективных ресурсосберегающих технологий. Технологии современного земледелия с привлечением специалистов из других областей знаний (компьютерное программирование, информатика, современный менеджмент и ряд других) позволяют собирать, обрабатывать и использовать во много раз больше информации, чем было на предыдущих этапах развития сельскохозяйственных технологий. Эти новые технологии не только минимизируют вред, наносимый окружающей среде, но и являются выгодными с экономической точки зрения, так как позволяют при меньших эксплуатационных затратах при оптимальном использовании технических средств получать, как минимум, тот же или больший объем конечного продукта.

Основная часть

Одним из базовых элементов ресурсосберегающих технологий в сельском хозяйстве является понятие «точное (точечное, координатное) земледелие» или как его иногда еще называют «прецизионное земледелие» – precision agriculture.

В основе этой концепции лежит справедливое утверждение о том, что поле никогда не бывает абсолютно однородным. Это всегда «поскутное одеяло», где на соседних участках, площадью несколько десятков квадратных метров, количество органики, минеральных веществ, влаги может существенно отличаться. Из-за особенностей рельефа разной бывает также температура почвы, освещенность и скорость ветра в приземном слое. Все это ставит отдельные растения в неравные условия. Но, при традиционной технологии такие тонкости практически не учитываются, а потому одинаковую дозу удобрений, минерального питания, средств защиты получают все растения. В результате из-за несоблюдения

оптимальной нормы внесения химических и биологических препаратов, усредненности технологий обработки почвы и ухода за посевами страдает и урожайность, и экология, и сам земледелец несет дополнительные расходы, вернее, лишается возможности экономить.

Точное земледелие – это управление продуктивностью посевов с учётом выше названных факторов. Условно говоря, это оптимальное управление для каждого квадратного метра поля. Целью такого управления является получение максимальной прибыли при условии оптимизации сельскохозяйственного производства, экономии хозяйственных и природных ресурсов. При этом открываются реальные возможности производства качественной продукции и сохранения окружающей среды.

Как известно, традиционная технология возделывания культур основана на использовании современной техники с соблюдением рекомендуемых режимов, сроков и нормативных показателей их выполнения.

Технология точного земледелия включает в себя **три дополнительных основных компонента**, которые отсутствуют в традиционных технологиях земледелия.

Первый компонент системы точного земледелия – технологии параллельного вождения на базе системы навигации GPS (ГЛОНАСС), обеспечивающие точность посева, выравнивание рядков зерновых, картофельных гребней и т.д. В настоящее время точность систем навигации высока и их использование реально позволило добиться отклонений в траекториях движения трактора не более 2,5 см.

Второй компонент системы точного земледелия – в режиме реального времени корректировка доз внесения удобрений и средств защиты растений в зависимости от состояния растений, наличия сорняков на каждом конкретном участке обрабатываемого поля. Для этого применяются специальные сканеры и сенсоры, которые в процессе работы опрыскивателя или машины для внесения удобрений корректируют количество вносимых препаратов. При традиционном земледелии, как известно, нормы внесения удобрений и средств защиты растений едины для всего поля.

Третий компонент точного земледелия – наиболее трудоёмкий и сложный, мы к нему только ещё подходим – это оценка состояния

почвы каждого конкретного участка поля. Один из способов такой оценки – отбор огромного количества почвенных проб, после чего каждый образец анализируется, определяется содержание в нём азота, фосфора, калия, микроэлементов, в результате чего формируется карта плодородия каждого конкретного поля. Существуют компьютерные программы которые увязывают карту плодородия и бортовой компьютер машинно-тракторного агрегата, который регулирует вносимую дозу семян, удобрений, ядохимикатов и т.д.. В результате на каждый квадратный метр поля вносится именно то количество удобрений и микроэлементов, которые необходимы именно этому участку.

Существует и другой способ получения того же результата. Можно идти от обратного и анализировать не состояние почвы, а во время уборки оценивать урожайность не в среднем, а на каждом конкретном участке. Исходя из этих данных составляется карта урожайности того или иного поля. По этой карте, зная, какие участки поля дали больший урожай, а какие меньший, можно планировать программу внесения необходимых компонентов в почву. Далее, на основании перечисленных выше данных, можно сформировать карту рентабельности того или иного участка поля. Известны случаи, когда выясняется, что одна половина поля рентабельна, а другая – убыточна. В таком случае надо задумываться над дальнейшим использованием «убыточных» участков. Необходимо отметить и ещё одно очень важное достоинство современных систем навигации по сравнению с маркером. При выполнении сельскохозяйственных работ с использованием маркера, особенно в сумерки, не очень хорошо виден его след. Система навигации позволяет работать в круглосуточном режиме. Одно это обстоятельство может существенно повысить эффективность сельского хозяйства: два механизатора могут работать по очереди на одном тракторе без перерыва 24 часа в сутки.

За рубежом точное земледелие уже более 20 лет используется в Европе, США и Китае, а настоящий «бум» оно сейчас переживает в Бразилии. В настоящее время, в Германии более 60 % фермерских хозяйств работают с использованием этой технологии. В результате этого они получают прибавку урожая 30 %, столько же экономят на удобрениях, к тому же на 50 % снизили норму расхода

ядохимикатов, снижая тем самым загрязнение окружающей среды. По зарубежным данным, затраты на систему точного земледелия окупаются за 2–4 года, причем чем больше хозяйство, тем это происходит быстрее. По нашему мнению, широкое распространение системы точного земледелия в республике Беларусь пока сдерживает отсутствие понимания всех преимуществ новой технологии. Как результат, нет подготовки специалистов в этой области, нет соответствующей сельхозтехники, оборудования и служб поддержки.

Использование комплекса оборудования и технологий точного земледелия обеспечивает:

- дифференцированное внесение удобрений, учитывающее пестроту почвенного плодородия и биомассу растений, средств защиты растений с учетом фитосанитарного состояния полей;
- проведение основных агротехнических мероприятий с применением приборов на основе спутниковой навигации, которые позволяют достигать высокой точности выполнения сельскохозяйственных операций.

Заключение

Применение технологий точного земледелия улучшает экономические и экологические показатели производства сельскохозяйственных культур, однако, на сегодняшний день не существует методик и оборудования для сканирования почвенного слоя с целью определения наличия в нем необходимых питательных веществ.

Список использованной литературы

1. Балабанов В.И., Железова С.В., Березовский Е.В., Беленков А.И., Егоров В.В. Навигационные системы в сельском хозяйстве. Координатное земледелие. Под общ. ред. проф. В.И. Балабанова. Допущено УМО по агрономическому образованию. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2013. – 43 с.
2. Дринча В.М. Развитие агроинженерной науки и перспективы агротехнологий. М.: ВИМ, 2002. – 188 с.
3. Рунов Б.А. Направления агроинженерной деятельности в земледелии / Б.А. Рунов // Вестник РАСХН. – 2006. – № 4. – С. 21–22.
4. Покровская С.Ф. Разработка и внедрение технологии точного земледелия в Германии / С.Ф. Покровская // Техника и оборудование для села. – 2006. – № 1. – С. 42–44; № 2. – С. 37–39.

5. Якушев В.П. Информационное обеспечение управления агротехнологиями / В.П. Якушев, В.В. Якушев // Плодородие. – 2006. – №6. – С. 7–10.

6. Якушев В.П. На пути к точному земледелию. – Санкт-Петербург, 2002. – 458 с.

УДК 636.085.51

ЗНАЧЕНИЕ ГАЛЕГИ ВОСТОЧНОЙ

КАК ПРЕДШЕСТВЕННИКА

Н.Н. Вечер, канд. биол. наук,

В.Н. Кецко, ст. преподаватель,

Т.М. Чумак, ст. преподаватель

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: В статье представлены данные по количественной оценке биологического круговорота, размерам общего потребления, отчуждения с урожаем и накопления в почве с корневыми и пожнивными остатками основных элементов питания при возделывании нового кормового растения галеги восточной (*Galéga orientalis* L.).

Abstract: The article presents data on the evaluation of the biological cycle, the size of the total consumption of alienation with the harvest and storage in the soil and root crop residues main nutrients in the cultivation of a new host plant of eastern *Galéga orientalis* L

Ключевые слова: растение, предшественник, галега, исследования, биологический круговорот, фитомасса.

Keywords: plant, predecessor, galega, research, biological cycle, phytomass.

Введение

Известна огромная роль культурных растений в биологическом круговороте питательных элементов. В процессе жизнедеятельности корневых систем ежегодно происходит перераспределение питательных веществ между верхними и нижними горизонтами почв.

На почвах, находящихся в сельскохозяйственном использовании, безвозвратно изымаются из биологического круговорота, за счет отчуждения с урожаем культивируемых растений, сотни кило-

граммов азота и зольных элементов с каждого гектара. Вместе с тем доказано, что потребление элементов питания в процессе развития разных культур существенно различается [1]. При этом большое влияние оказывает уровень агротехники, определяемый системой земледелия и чередование культур в севообороте.

Основная часть

Рядом исследователей приводятся показатели составной части биологического круговорота, так называемого хозяйственного выноса с урожаем традиционных культур основных элементов питания [2,3]. Между тем в специальной литературе недостаточно данных об их круговороте под нетрадиционными кормовыми растениями, хотя это имеет большое практическое значение при интродукции и последующем введении их в культуру.

Нами дается количественная оценка биологического круговорота, размеров общего потребления, отчуждения с урожаем и накопления в почве с корневыми и пожнивными остатками основных элементов питания при возделывании нового кормового растения *Galéga orientalis* L.

Размеры потребления питательных элементов галегой восточной, как и любого другого растения, определяются величиной биомассы и ее химическим составом.

Результаты исследований показали, что в структуре элементного состава формируемой за вегетацию биомассы растения доля элементов питания заключенных в используемой части фитомассы составила по азоту 37,4 % общего его потребления, фосфору (P_2O_5) – 44,1 %, калию (K_2O) – 54,5 % (табл. 1).

Таблица 1. Биологический круговорот азота и зольных элементов, % от общего потребления.

Биологическая масса		N		P_2O_5		K_2O	
Отгружаемая с урожая	и Корни жнивьё	Хозяйственный вынос	Содержится в корнях и жнивьё	Хозяйственный вынос	Содержится в корнях и жнивьё	Хозяйственный вынос	Содержится в корнях и жнивьё
38,6	61,4	37,4	62,6	44,1	55,9	54,5	45,5

Обычно о потребности сельскохозяйственных растений в элементах питания судят по хозяйственному выносу в расчете на еди-

ницу основной продукции, который находится в тесной связи с величиной фитопродуктивности.

В связи с этим нами определялся хозяйственный вынос и возврат питательных элементов в расчете на 10 ц сухой фитомассы.

Результаты проведенных исследований показали (табл. 2), что из всего количества потребляемого растением питательных элементов значительная часть приходится на корневые и пожнивные остатки, с которыми они вновь поступают в почву. На долю пожнивных и корневых остатков приходилось от хозяйственного выноса азота 139 %, P_2O_5 – 107 %, K_2O – 64 %.

Таблица 2. Биологический круговорот элементов питания растением в расчете на 10 ц сухой массы, кг

N				P_2O_5				K_2O			
Общее потребление	Хозяйственный вынос	Возврат	Коэффициент возврата	Общее потребление	Хозяйственный вынос	Возврат	Коэффициент возврата	Общее потребление	Хозяйственный вынос	Возврат	Коэффициент возврата
59,9	25,1	34,8	1,39	21,5	10,4	11,1	1,07	42,1	25,7	16,4	0,64

Выявление доли участия корневых и пожнивных остатков в накоплении питательных веществ позволяет дать более объективную оценку потребности галеги восточной (*Galéga orientalis* L.) в элементах питания. Соотношение между возвратом элементов питания в почву с корневыми и стерневыми остатками и величиной хозяйственного выноса нами представлено в виде коэффициента возврата (К).

Нужно отметить, что зная эти коэффициенты, можно по хозяйственному выносу определить величину возврата элементов питания содержащихся в корневых и пожнивных остатках. Хозяйственный вынос элементов питания в сумме с возвращаемым количеством более реально отражает потребность растения в питательных элементах.

Заключение

Знание количества элементов питания, которое возвращает новое кормовое растение имеет важное значение при оценке его как предшественника, определение ее места в севообороте и роли в окультуривании почвы.

Список использованной литературы

1. Кулаковская, Т.Н. Почвенно-агрохимические основы получения высоких урожаев. – Минск: Урожай. 1978. – С. 15–83.
2. Организационно-технологические нормативы возделывания кормовых и технических культур: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; рук. разработ.: Ф.И. Привалов [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2012. – 469 с.
3. Рекомендации по возделыванию лядвенца рогатого и галеги восточной на загрязненных радионуклидами землях / Т.В. Ласько [и др.]; РНИУП «Институт радиологии». – Гомель, 2008. – 60 с.

УДК 634

ВИШНЯ В БУРЯТИИ

Н.А. Васильева, ст. преподаватель

*ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия
им. В.Р. Филиппова»,*

*г. Улан-Удэ, Республика Бурятия, Российская Федерация
natali210589@mail.ru*

Аннотация: В статье представлены морфологические и биологические особенности вишни войлочной и вишни степной, произрастающей в условиях сухостепной зоны Бурятии. В результате многолетней селекционной работы создано 2 сорта вишни войлочной и 1 сорт вишни степной, адаптированных к резкому климату Байкальского региона. Дано описание сортов бурятской селекции.

Abstract: The article presents the morphological and biological features of felt cherry and steppe cherry, growing in the dry steppe zone of Buryatia. As a result of many years of breeding work, 2 varieties of felt cherries and 1 variety of steppe cherries were created, adapted to the harsh climate of the Baikal region. A description of the variety of Buryat selection is given.

Ключевые слова: вишня войлочная, вишня степная, сорта, селекция, Бурятия.

Keywords: felt cherry, steppe cherry, varieties, selection, Buryatia.

Введение

Вишня в Сибири очень актуальная культура среди плодовых и произрастает почти повсеместно. Вишня достаточно популярная

культура, потому что рано созревает в наших условиях, ежегодно плодоносит, с 34 года после посадки малотребовательная к условиям произрастания. Плоды вишни содержат органические кислоты, сахара, витамины и другие биоактивные вещества, имеющие не только пищевое, но и лекарственное значение.

В Бурятии распространены 3 вида вишни: войлочная, песчаная (черная), степная. Вишня войлочная и вишня степная достаточно зимостойкие и урожайные культуры, и проявили себя как самостоятельные культуры, вишня степная, в основном, выступает в качестве подвойного материала для сливы, вишни мелкопильчатой.

В настоящее время созданы 2 сорта вишни войлочной: Алтана и Баяна; и один сорт вишни степной – Байкальские зори. По результатам проведенной селекционной работы выделены отборные формы с хозяйственно-ценными признаками этих двух видов вишни [1, 2].

Основная часть

Вишня войлочная – это кустарник высотой от 1 до 3 м, в условиях Бурятии не достигает 2-х метров. Крона широкоовальная, раскидистая. Лист с нижней стороны войлочный, мягкий, слегка опушенный, с верхней стороны, наоборот, жесткий, морщинистый, опушенный, окраска темно-зеленая. Корневая система расположена на глубине 50–70 см.

Вегетацию начинает при наступлении положительных дневных температур воздуха, в начале мая, очень светолюбивое растение, в тени рост надземной части приостанавливается, прекрасно растет на песчаных легких почвах с достаточным орошением. Вегетационный период в среднем 160–165 дня. Зацветает в конце мая и цветет очень обильно, что придает красивый вид растению и превращается в огромный бело-розовый букет. Цветки розовые, белеют к концу цветения.

Продуктивность вишни войлочной в среднем составляет 3–7 кг с куста.

Главная особенность – ежегодная стабильная урожайность, без периодичности. Созревают плоды в конце июля, окраска плодов в зависимости от сортов отличается и имеют от ярко-красная до темно-красной.

После посадки в условиях Бурятии молодые кусты в возрасте до 3–4 лет на зиму обязательно укрывают. Взрослые растения не укрывают, достаточно засыпать снегом.

У вишни степной морфологические признаки отличимы от вишни войлочной. Она имеет невысокий куст высотой до 1 метра. Кора темно-коричневая, побеги короткие, тонкие.

Листья овальной удлиненной формы, мелкие, темно-зеленые, гладкие, блестящие. Почки формируются на однолетних побегах. Цветки белые, обоеполые, самобесплодные.

Цветение начинается в первой в начале июня и продолжается примерно неделю. Для получения большого урожая необходимо высаживать разные формы и сорта.

Корневая система вишни степной залегает на глубину до 50–60 см, с возрастом корни углубляются.

Вишня степная – зимостойкая и засухоустойчивая культура за счет компактной кроны, которую можно укрыть снегом (в суровые холодные зимы) и глубоким залеганием корневой системы.

Урожайность сортов и форм не высокая, но при хорошем агротехническом фоне можно собрать до 5 кг с куста. Плоды созревают в первой декаде августа и длится почти месяц. Форма плодов разная: округлая, плоско-округлая, овальная, красного или темно-красного и вишневого цвета.

Сорта вишни войлочной и вишни степной. Алтана. Сорт недостаточно зимостойкий, в бесснежные зимы при температуре -40°C и ниже требуется укрытие кустов. Среднеустойчив к засухе. Куст среднерослый – 1,8 м, крона компактная, округлая, густая, приподнятая. Плодоносит с 3 лет, ежегодно. Средняя урожайность 5,8 т/га (3,5 кг с куста), максимальная – 7,8 т/га. Плоды созревают в третьей декаде июля. Плоды массой 2,0–2,3 г, округлые, темно-красные. Мякоть сочная, нежная, плотноватая, кисло-сладкого вкуса, косточка средней величины. Сорт самобесплодный, универсального назначения.



Рисунок 1 – Сорт Алтана

Баяна. Куст среднерослый – до 2-х метров, крона компактная, округлая, густая. Устойчив к засухе, среднезимостойкий. Плодоно-

сит с 3–4 лет, ежегодно. Средняя урожайность 3,0 кг с куста, максимальная – 5–6 кг с куста. Плоды созревают в третьей декаде июля. Плоды массой 2,0 г, округлые, темно-красные. Мякоть сочная, нежная, плотноватая, кисло-сладкого вкуса, косточка средней величины. Сорт самообесплодный, универсального назначения.

Байкальские зори (вишня степная). Невысокий куст, зимостойкий. Урожайность высокая – 3,5 кг с куста. Созревание плодов наблюдается в 20-х числах июля. Плоды крупные (3,5–4,0 г), красные, округлые, слегка сплюснутые. Мякоть сочная, сок светло-розовый. Вкус кисло-сладкий, хороший [3-5].



Рисунок 2 – Сорт Байкальские зори

Заключение

На основании выполненных исследований впервые в условиях Бурятии сформирован сортимент вишни войлочной и вишни степной путем многолетнего комплексного изучения отборных форм вишни и передачи в Государственное сортоиспытание наиболее перспективных из них. В результате сортоизучения установлено, что сорта данных культур бурятской селекции имеют преимущество над инорайонными сортами: по зимостойкости, засухоустойчивости, урожайности, содержанию в плодах витамина «С» и витамина «Р», устойчивые к выпреванию.

Список использованной литературы

1. Гусева, Н.К. Селекция как основа эффективности в повышении адаптивного потенциала плодовых и ягодных культур / Н.К. Гусева, Ю.М. Батуева, Н.А. Васильева // Инновационные аспекты агрономии в повышении продуктивности растений и качества продукции в Сибири : Материалы международной научно-

практической конференции, приуроченной 100-летию заслуженного деятеля науки Бурятской АССР, профессора Николая Васильевича Барнакова, Улан-Удэ, 04 декабря 2015 года. – Улан-Удэ: Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, 2015. – С. 53–55. – EDN XVBPSV.

2. Гусева, Н.К. Результаты селекции косточковых культур в условиях Забайкалья / Н.К. Гусева, Н.А. Васильева // Актуальные вопросы развития аграрного сектора Байкальского региона : материалы научно-практической конференции, посвященной Дню российской науки, Улан-Удэ, 06–08 февраля 2019 года / ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова». – Улан-Удэ: Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, 2019. – С. 44–48. – EDN KJJVCJ.

3. Батуева, Ю.М. Инновационные результаты в селекции садовых культур в Забайкалье / Ю.М. Батуева, Н.К. Гусева, Н.А. Васильева // Селекция и сорторазведение садовых культур. – 2016. – Т. 3, № 1. – С. 19–22. – EDN WQTVSN.

4. Будаева, Н.А. Эколого-почвенные условия для возделывания плодовых и ягодных культур / Н.А. Будаева, Н.К. Гусева, Ю.М. Батуева // Почвы степных и лесостепных экосистем Внутренней Азии и проблемы их рационального использования : материалы международной научно-практической конференции, приуроченной к 90-летию, заслуженного деятеля науки РБ, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Ишигенова Ивана Афанасьевича, Улан-Удэ, 26–27 марта 2015 года. – Улан-Удэ: БГСХА им. В.Р. Филиппова, 2015. – С. 68–70. – EDN WGFJNT.

5. Батуева, Ю.М. Формирование сортимента вишни в Байкальской Сибири / Ю.М. Батуева, Н.К. Гусева, Н.А. Васильева // Современные технологии в агрономии, лесном хозяйстве и приемы регулирования плодородия почв : Материалы международной научно-практической конференции, приуроченной к 65-летию агрономического факультета Бурятской ГСХА имени В.Р. Филиппова, Улан-Удэ, 09 июня 2017 года / ФГБОУ ВО "Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова". – Улан-Удэ: Издательство БГСХА им. В.Р. Филиппова, 2017. – С. 23–26. – EDN YOUVKS.

ПРИМЕНЕНИЕ БИОСТИМУЛЯТОРОВ В ТЕХНОЛОГИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Е.М. Дедова, ст. преподаватель,

Д.В. Виноградов, д-р биол. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический

университет имени П.А. Костычева»,

г. Рязань, Российская Федерация

emdedova.75@mail.ru

Аннотация: В статье изучена эффективность применения жидкого удобрения Изагри в технологии возделывания озимой пшеницы в условиях Рязанской области.

Abstract: The article examines the effectiveness of the use of liquid fertilizer in the technology of winter wheat cultivation in the Ryazan region.

Ключевые слова: озимая пшеница, оптимальное микроэлементное питание, генетический потенциал культуры, обработка семян, рост урожайности, повышение рентабельности отрасли.

Keywords: winter wheat, optimal micronutrient nutrition, genetic potential of the crop, seed treatment, yield growth, increase in profitability of the industry

Введение

При подготовке к посевной компании, агроному каждый раз приходится подбирать пестициды и агрохимикаты для обработки семян, определять сроки обработки, а также принимать решение о применении того или иного удобрения [3, 4]. Несмотря на дополнительные затраты, связанные с применением последних, практика показала их положительное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур [1, 2].

Предпосевная обработка семян зерновых культур питательными составами из макро- и микроэлементов позволяет аккумулировать элементы питания в зоне роста корешка, обеспечивает наиболее высокий коэффициент поглощения действующего вещества и экономичный расход удобрений. При этом внесение микроэлементов в почву приводит к их вымыванию в нижние горизонты и пере-

ходу в недоступные для растения формы [3, 5]. Поэтому для получения высокого качественного урожая необходимо применять сбалансированные жидкие удобрения с комплексом микроэлементов в усваиваемой форме.

Основная часть

Озимые зерновые при оптимальном микроэлементном питании способны максимально раскрыть свой генетический потенциал, повысить зимостойкость, а такие микроэлементы, как марганец, цинк, медь, молибден улучшают усвоение азота растениями.

При подготовке к посевной кампании озимой пшеницы на поле опытного полигона СПК «Надежда» Ермишинского района Рязанской области были использованы жидкие удобрения российского производителя – компании Изагри. Бинарный комплекс Изагри Форс разработан для передового земледелия в условиях нестабильных природно-климатических условий.

Активный состав оказывает незамедлительное действие, укрепляя иммунитет культур, поддерживая будущее растение микроэлементами в начальные стадии развития. Бинарный комплект включает две формуляции: Форс Рост и Форс Питание. В комплексе он дает большое содержание микроэлементов (12 позиций) в хелатной форме, 17 % аминокислот растительного происхождения, а также содержит стимулятор прорастания в виде янтарной кислоты [3]. Это эффективное средство для быстрой всхожести семян, высокой жизнеспособности всходов, развитию вторичной корневой системы, а также получению здорового урожая.

Из двух рабочих схем, предлагаемых производителем, в СПК «Надежда» применялась схема обработки № 2, включающая Изагри Форс Рост, 1,0 л/т + Изагри Форс Питание, 1,0 л/т, рекомендуемая в условиях нормальной обеспеченности почвы влагой, при низких и средних дозах припосевного внесения удобрения. Дополнительные затраты на обработку семенного материала на 1 га при норме высева 200 кг/га составили 258 руб./га. Рост урожайности озимой пшеницы составил около 2,6 ц/га, рентабельности отрасли на 11,7 процентных пункта.

В таблице рассмотрена экономическая эффективность применения жидких удобрений Изагри Форс под озимую пшеницу в СПК «Надежда» Рязанской области в 2022/2023 вегетационном году.

Таблица. Экономическая эффективность применения жидких удобрений Изагри Форс под озимую пшеницу на примере СПК «Надежда» Рязанской области

Показатели	Обработка семян		Отклонение (+, -)
	Протравитель семян	Протравитель семян + жидкие удобрения Изагри Форс	
Урожайность, ц/га	28,7	31,3	+2,6
Затраты на 1 га, руб.	28587	28845	+258
Стоимость продук- ции, руб./га	41615	45385	+3770
Прибыль от реали- зации, руб./га	13028	16540	+3512
Уровень рентабель- ности, %	45,6	57,3	+11,7

Заключение

Применение комплекса Изагри Форс для стимуляции семян озимой пшеницы позволяет повысить жизнеспособность всходов, активизировать развитие первичной и вторичной корневой систем, поддержать иммунитет всходов, усилить устойчивость растений к экстремальным погодным условиям и различным заболеваниям, увеличить коэффициент продуктивного кущения. Не смотря на дополнительные затраты, применение бинарного комплекса Изагри Форс помогает добиться эффективного результата при возделывании озимых зерновых культур.

Список использованной литературы

1. Дедова, Е.М. Организационно-экономическое обоснование мероприятий по повышению эффективности производства зерна / Е.М. Дедова, В.В. Федоскин, Г.Н. Бакулина // Молодежь и XXI век-2022. Матер. 12-й Межд. науч. конф. – Курск : Изд-во Юго-Западного государственного университета, 2022. – С. 11–115.
2. Евсенина, М.В. Ограничивающие факторы плодородия почв в Рязанской области / М.В. Евсенина, К.Д. Сазонкин, Д.В. Виноградов // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: сборник статей по материалам XXI Межд. науч.-практич. конф. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 58–60.
3. Официальный сайт журнала «Рынок АПК». URL: <https://rynok-apk.ru/articles/plants/zasorennost-posevov/>

4. Соколов, А.А. Продуктивность ярового ячменя при использовании различной предпосевной обработки семян / А.А. Соколов, Д. В. Виноградов // Вестник РГАТУ. – 2016. – № 1(29). – С. 47–50.

5. Vinogradov, D.V. Use of biological fertilizers in white mustard crops in the non-Chernozem zone of Russia / D.V. Vinogradov, K.V. Naumtseva, E.I. Lupova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : The proceedings of the conference AgroCON-2019. Vol. 341. – Kurgan: IOP Publishing Ltd, 2019. – P. 012204.

УДК 635.21.077: 621.365

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОЛИЗА КОАГУЛЯЦИИ БЕЛКОВОСОДЕРЖАЩИХ СРЕД

И.Б. Дубодел, канд. техн. наук, доцент,

В.С. Корко, канд. техн. наук, доцент,

П.В. Кардашов, канд. техн. наук, доцент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: рассмотрены особенности электролиза на постоянном токе при коагуляции белковосодержащих сред на примере картофельного сока без использования разделительной мембраны.

Abstract: the features of direct current electrolysis during the coagulation of protein-containing media are considered using the example of potato juice without the use of a separation membrane.

Ключевые слова: картофельный сок, электролиз, коагуляция, ионы водорода, разделительная мембрана.

Keywords: potato juice, electrolysis, coagulation, hydrogen ions, separation membrane.

Введение

Картофельный сок представляет собой раствор органических аминокислот таких как лимонная, щавелевая, яблочная и др., являющихся слабыми электролитами, и имеет в естественном состоянии $\text{pH} \approx 6,5$, что говорит о невысокой преобладающей концентрации ионов водорода. Поэтому его электрохимическая обработка без использования разделительной мембраны не будет

приводить к изменению рН, поскольку убыль ионов H^+ и OH^- будут эквивалентны.

Изменение рН будет происходить в том случае, если электрохимически изменять концентрацию либо ионов водорода, либо ионов гидроксила.

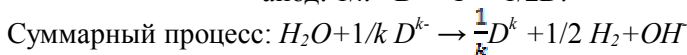
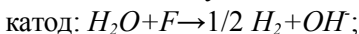
Основная часть

Убыль ионов водорода, т.е. повышение рН раствора будет происходить в том случае, если на катоде будет достигнут потенциал более отрицательный, чем потенциал водородного электрода.

Убыль ионов гидроксила, т.е. понижение рН, будет наблюдаться в прианодной зоне при достижении потенциала более положительного, чем потенциал кислородного электрода.

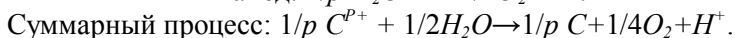
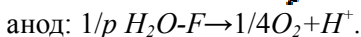
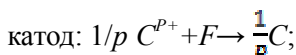
Поэтому, для изменения рН раствора без разделительной мембраны, наиболее предпочтительными являются следующие случаи.

1. Электролиз раствора соли $A_R D_K$, в состав которой входят катионы A^{P+} с потенциалами выделения более отрицательными, чем потенциал водородного электрода и анионы D^{R-} с потенциалами выделения менее положительными, чем потенциал кислородного электрода. В случае электролиза на аноде будут разряжаться анионы D^{R-} , а на катоде будет выделяться водород:



В прикатодной зоне будет образовываться щелочь, что повышает рН всего объёма раствора.

2. Электролиз раствора соли $C_k B_p$, содержащей катионы C^{P+} (Na_2CO_3 , $NaNO_3$), с потенциалами выделения менее отрицательными, чем потенциал водородного электрода, и анионы B^{K-} с потенциалами выделения более положительными, чем потенциал кислородного электрода:



В результате электролиза на катоде будет разряжаться ионы C^{P+} , на аноде будет выделяться кислород. В прианодной области будет образовываться кислота, это будет снижать рН всего объема электролита.

Для снижения рН картофельного сока более подходит второй вариант электролиза, если его проводить без использования разделительной мембраны, оценку изменения концентрации ионов водорода можно проводить в этом случае по уравнению:

$$C_{H^+} = C_{H^+}^0 + \Delta C_{H^+}^A = C_{H^+}^0 + \eta_{H^+}^A \frac{Jt}{FV_p},$$

где V_p – объем раствора, η – выход по току, C^0 – начальная концентрация иона (г-экв/л).

Заключение

Из вышеизложенного можно сделать следующие выводы: коагуляцию картофельного сока в ИЭТ (изоэлектрическая точка) можно вызвать путем проведения электролиза раствора соли без разделительной мембраны по второму варианту, т.е. если $C_k B_p$, содержащей катионы C^{P+} с потенциалом выделения менее отрицательным, чем потенциал водородного электрода, и анионы B^{k-} , с потенциалом выделения более положительным, чем потенциал кислородного электрода.

При электрохимической обработке картофельного сока с целью достижения рН соответствующего ИЭТ (т.е. коагуляции) наиболее оптимальным вариантом был бы его электролиз без введения добавок солей, хотя электролиз картофельного сока в присутствии небольших количеств такого электролита, как NaCl с использованием разделительной мембраны не приводил бы к значительному ионному загрязнению скоагулированного осадка.

Список использованной литературы

1. Кардашов, П.В. Влияние электрического тока на кормовую ценность зерна / П.В. Кардашов, И.Б. Дубодел, М.В. Кардашов // Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК: сборник науч. статей Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 26–27 ноября 2015 г. – Минск: БГАТУ, 2015. – С. 222–224.

**ВЛИЯНИЕ ТИПА ПОЧВЫ ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ
НА УСТОЙЧИВОСТЬ МИКРОБОЦЕНОЗА
К ВОЗДЕЙСТВИЮ ГЕРБИЦИДА РАУНДАП**

В.Л. Захаров, д-р с.-х. наук, доцент,

В.А. Гулидова, д-р с.-х. наук, профессор,

А.В. Ленкшевич, аспирант

*ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина»,
Елец, Российская Федерация
zaxarov7979@mail.ru*

Аннотация: Опрыскивание поверхности почвы раствором гербицида Раундап проводилось ручным ранцевым опрыскивателем. Концентрация действующего вещества (глифосат) 2,0 %. Норма расхода рабочего раствора 696,6 л/га. 1. Через 3 суток после опрыскивания в условиях модельного опыта с клоновыми подвоями яблони уже наблюдался ингибирующий эффект на почвенную микрофлору. В зависимости от типа почвы снижение численности бактерий составило в 1,3–1,9 раза, почвенных грибов – в 1,2–2,6 раза. К гербициду Раундап почвенные бактерии оказались более устойчивыми, чем грибы.

Ключевые слова: тип почвы, гербициды, сады, микроорганизмы, буферность почвы

Введение

Структура и численность микробного комплекса почвы зависит воздействия огня при сжигании стерни [5], загрязнения фтором [6] и фитоценоза [1, 3, 7]. В профиле чернозёма оподзоленного в яблоневых садах наибольшее количество микроорганизмов сосредоточено в гумусовом горизонте, а с глубиной и по мере увеличения степени анаэробности их численность сильно снижается [9]. Буферность почв к чужеродному химическому вторжению заключается не только в величине ёмкости катионного обмена или количестве органического вещества, но и в численности и структуре микробоценоза.

У каждого типа и подтипа почвы буферность будет складываться из разных составляющих. Например, диагностику почвенно-биотического комплекса чернозёма обыкновенного

Воронежской области можно проводить по активности ферментов уреазы и каталаза [12].

В условиях Узбекистана в почвах Приаралья некоторые штаммы *Bacillus* sp. и *Pseudomonas* sp. показали значительную устойчивость к исследованным пестицидам (хлорпирифос+циперметрин), что предполагает у них наличие потенциала деструкции ксенобиотиков [4]. В научной литературе недостаточно сведений об устойчивости микробоценоза почвы к гербицидам в зависимости от её типа и подтипа. Целью данной работы является сравнение бактериальной и грибной устойчивости разных типов почвы Липецкой области к внесению гербицида Раундап.

Основная часть

Исследования проводились в 2016–2023 гг. на базе агропромышленного института Елецкого государственного университета им. И.А. Бунина. Объектом исследований служили 5 типов почв Елецкого района Липецкой области в ризосфере яблони. Для этого модельный опыт с тремя самыми распространёнными в производстве подвоями яблони: (62-396, 54-118 и ПБ-9) был заложен весной 2016 г. Почвы были отобраны с гумусовых горизонтов 5 преобладающих почвы Липецкой области, находящихся под залежью. Масса почвы в одном сосуде 4 кг. В каждый сосуд было высажено по 1 подвою. Повторность опыта 5-кратная. Расположение делянок 3-ярусное последовательное. Схема высадки подвоев 75 x 20 см. Опрыскивание поверхности почвы раствором гербицида Раундап проводилось 29 июня ручным ранцевым опрыскивателем. Концентрация действующего вещества (глифосат) 2,0 %. Норма расхода рабочего раствора 69,66 мл/м² (696,6 л/га).

Отбор почвы для микробиологических анализов проводили через 3 дня после опрыскивания. Отбор проб почвы проводили согласно методическим указаниям В.В. Церлинга и Л.А. Егоровой [13]. Количество микроорганизмов в почве определяли посевом на питательные среды (питательный агар для бактерий и среда Чапека для грибов) при разведении в 10000 и 100000 раз. Агрохимические анализы почвы выполнены по инструкции ЦИНАО [11]: содержание гумуса по методу И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова [2], подвижного фосфора и обменного калия – по методу Ф.В. Чирикова на фотоэлектроколориметре КФК-2 и пламенном фотометре

ФПА-2, рН водной вытяжки – ионометрическим методом на иономере ЭВ-74 [2], содержание общего азота – методом мокрого озоления, содержание обменных кальция и магния – трилонометрическим методом [2]. Оценку почв проводили согласно учебному пособию В.Д. Иванова и Е.В. Кузнецовой [10]. Математическая обработка данных проводилась дисперсионным анализом [8].

Согласно полученным нами агрохимическим данным лесные почвы (тёмно-серая и дерново-подзолистая) характеризовались слабокислой реакцией среды, остальные почвы были нейтральными (таблица 1).

Таблица 1. Агрохимические свойства почв модельного опыта с подвоями яблони в 2016–2022 гг.

Гумус, %	рН _{H2O}	Общий азот, %	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
			мг/100г		мг-экв/100 г	
Чернозём выщелоченный						
5,7	7,1	3,0	25,4	13,0	9,0	0,7
Тёмно-серая лесная						
3,4	5,3	2,0	6,8	7,0	6,6	0,6
Пойменная зернистая						
6,1	7,7	3,0	19,0	11,4	2,7	0,2
Пойменная слоистая						
6,1	7,7	3,0	19,0	11,4	2,5	0,5
Дерново-подзолистая						
3,3	5,1	1,7	7,2	6,1	3,0	0,6

По содержанию подвижного фосфора очень высокую обеспеченность имел чернозём выщелоченный, высокую – пойменная зернистая и слоистая, среднюю – тёмно-серая лесная и дерново-подзолистая почва. По содержанию обменного калия высокую обеспеченность показал чернозём выщелоченный, повышенную – пойменные почвы и среднюю – лесные почвы. Содержание гумуса в чернозёме выщелоченном и обеих пойменных почвах было на среднем уровне, в лесных почвах – на низком уровне. Содержание общего азота в дерново-подзолистой почве было очень низким, во всех остальных почвах – низким.

Содержание обменных кальция и магния было наивысшим в чернозёме выщелоченном, чуть меньше в тёмно-серой лесной и самое низкое во остальных почвах. Таким образом, чернозём вы-

щелоченный по агрохимическим показателям можно выделить, как наиболее благоприятную почву. При традиционном подходе эту почву следует считать и наиболее буферной. Однако буферность почв сокрыта не только в их агрохимических показателях, но и в характере микробоценоза.

В ходе дальнейших исследований нами установлено, что через 3 суток после опрыскивания поверхности почвы гербицидом Раундап в концентрации д.в. (глифосат) 2,0 % при расходе рабочего раствора 696,6 л/га в условиях модельного опыта с клоновыми подвоями яблони уже наблюдался ингибирующий эффект на почвенную микрофлору. (таблица 2).

Таблица 2. Численность микроорганизмов в зависимости от типа почвы при обработке гербицидом Раундап, тыс. КОЕ / г

Вариант	Тип почвы	Бактерии	Плесневые грибы
Контроль	Чернозём выщелоченный	6,5	5,1
Опрыскивание		5,3	3,6
Контроль	Тёмно-серая лесная	10,9	6,5
Опрыскивание		5,7	5,4
Контроль	Пойменная зернистая	4,5	4,0
Опрыскивание		2,5	1,9
Контроль	Пойменная слоистая	2,5	1,8
Опрыскивание		1,3	0,7
Контроль	Дерново-подзолистая	6,3	6,1
Опрыскивание		5,0	4,9

Снижение количества бактерий после обработки гербицидом на разных почвах происходило в разной степени: на чернозёме выщелоченном – в 1,3 раза, на тёмно-серой лесной почве – в 1,9 раза, на пойменной зернистой почве – в 1,8 раза, на пойменной слоистой почве – в 1,9 раза, на дерново-подзолистой почве – в 1,3 раза. Снижение численности грибов после опрыскивания гербицидом произошло в разной степени: на чернозёме выщелоченном – в 1,4 раза, на пойменной зернистой почве – в 2,1 раза, на пойменной слоистой – в 2,6 раза, на дерново-подзолистой и тёмно-серой лесной почвах – всего в 1,2 раза. Таким образом, наиболее устойчивым к действию гербицида Раундап оказался бактериальный комплекс чернозёма выщелоченного и дерново-подзолистой почвы. Наиболее устойчивым к гербицидной нагрузке оказался грибной комплекс лесных почв (дерново-подзолистой и тёмно-серой лесной). На втором мес-

те по этому показателю стоит очень буферная почва – чернозём выщелоченный. И самыми неустойчивыми – комплексы пойменных почв (зернистая и слоистая).

Заключение

1. Через 3 суток после опрыскивания поверхности почвы гербицидом Раундап в концентрации д.в. (глифосат) 2,0 % при расходе рабочего раствора 696,6 л/га в условиях модельного опыта с клоновыми подвоями яблони уже наблюдался ингибирующий эффект на почвенную микрофлору. В зависимости от типа почвы снижение численности бактерий составило в 1,3–1,9 раза, почвенных грибов – в 1,2–2,6 раза. К гербициду Раундап почвенные бактерии оказались более устойчивыми, чем грибы.

2. Наиболее устойчивым бактериальным комплексом к действию гербицида Раундап оказался комплекс чернозёма выщелоченного и дерново-подзолистого почвы. Наиболее устойчивым грибным комплексом к гербицидной нагрузке оказался комплекс лесных почв (дерново-подзолистого и тёмно-серой лесной). На втором месте по этому показателю стоит очень буферная почва – чернозём выщелоченный.

Список использованной литературы

1. Актиномицетные сообщества лесных экосистем / Г.М. Зенова, Т.А. Грачёва, Н.А. Манучарова, Д.Г. Звягинцев // Почвоведение. – 1996. - №11. – С. 1347–1351.

2. Александрова Л.Н., Найденова О.А. Лабораторно-практические занятия по почвоведению. 3-е изд., перераб. и доп. Л.: Колос, 1976. 280 с.

3. Благодатский С.А., Благодатская Е.В. Динамика микробной биомассы и соотношение эукариотных и прокариотных микроорганизмов в серой лесной почве // Почвоведение. – 1996. – № 12. – С. 1485–1490.

4. Влияние остаточных концентраций пестицидов на микроорганизмы / И.В. Лобанова, Ж.Ж. Ташпулатов, Л.И. Зайнитдинова [и др.] // Новости науки Казахстана. – 2016. – № 4(130). – С. 115–124.

5. Влияние сжигания стерни на биоту чернозёма / В.Ф. Вальков, А.А. Казадаев, А.М. Кременица, В.А. Супрун, В.М. Суханова, С.С. Тащиев // Почвоведение. – 1996. – № 12. – С. 1517–1522.

6. Гришко В.Н. Влияние загрязнения почв фтором на структуру микробного ценоза // Почвоведение. – 1996. – № 12. – С. 1478–1484.

7. Гродницкая И.Д., Якименко Е.Е. Агрохимические и микробиологические свойства почвы лесного питомника на юге Красноярского края // Почвоведение. – 1996. – № 10. – С. 1247–1253.

8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: изд. 6-е. Москва: Альянс, 2011. 351 с.

9. Захаров В.Л. Распределение микроорганизмов в профиле чернозёмных почв под старыми яблоневыми садами в Липецкой области // Консолидация интеллектуальных ресурсов как фундамент развития современной науки: Сборник статей VI Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 28 октября 2021 года. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2021. – С. 339–343.

10. Иванов В.Д., Кузнецова Е.В. Оценка почв: учебное пособие. Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2004. 287 с.

11. Инструкция ЦИНАО по проведению массовых анализов почв в зональных агрохимических лабораториях. М.: Колос, 1973. 55 с.

12. Кольцова О.М. Влияние средств защиты растений на ферментативную активность и токсичность чернозема обыкновенного в условиях Воронежской области // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2012. – № 2(33). – С. 36–40.

13. Методические указания по диагностике минерального питания яблони и других садовых культур / Сост. В.В. Церлинг, Л.А. Егорова. М.: Колос, 1980. – 47 с.

УДК 621.3.014 : 636.086.1

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА, ОБРАБОТАННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

П.В. Кардашов, канд. техн. наук, доцент,

В.С. Корко, канд. техн. наук, доцент,

И.Б. Дубодел, канд. техн. наук, доцент,

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: Рассмотрены электрофизикохимические явления, происходящие при обработке фуражного зерна электрическим током.

Abstract: The electrophysicochemical phenomena occurring during the treatment of fodder grain with electric current are considered.

Ключевые слова: фуражное зерно, зерновая масса, химреагент, ток, анионы, катионы.

Keywords: fodder grain, grain mass, chemical reagent, current, anions, cations.

Введение

В основе технологического действия электрического тока, при обработке фуражного зерна, лежит комплекс электрофизикохимических явлений, рассмотрение которых необходимо для разработки установки.

Основная часть

Измельченное и увлажненное водным раствором химреагента фуражное зерно – зерновая масса, которая состоит из двух фаз: дисперсной среды (увлажняющий раствор химреагента) и дисперсной фазы (макрочастицы растительной ткани зерна).

Проходящий через зерновую массу в процессе обработки ток j можно разделить на две составляющие: ток сквозной проводимости j_α , и ток j_β , пересекающий границу раздела раствор-твердая фаза.

Ток сквозной проводимости j_α протекает от одного токоподводящего электрода к другому и обеспечивает термическую активацию компонентов среды.

Технологическое «нетепловое» действие оказывает ток j_β :

$$j_\beta = j_C + j_F. \quad (1)$$

где j_C – ток перезарядки двойного слоя; j_F – фарадеевский ток.

Ток j_C обуславливает явления поляризации свободных и связанных зарядов зерновой массы, происходящих на уровне клеточных растительных мембран. И здесь важную роль играют ориентационная и концентрационная поляризации.

Ориентационной поляризацией из-за сравнительно малых значений можно пренебречь. Концентрационная поляризация проявляется в большей степени. Рассмотрим это явление на модели в виде клеточной растительной мембраны, по обе стороны которой находится водный раствор с химически активными ионами.

При обработке фуражного зерна активными ионами являются катионы H^+ (H_3O^+) и анионы OH^- . Присвоим величинам, связанным с потоком анионов индекс 1, а катионов – 2. Величины, относящиеся к анодной (обращенной к аноду) стороне мембраны будем обозначать индексом «а», а к катодной стороне – «к». Примем, что в рассматриваемой модели ток протекает перпендикулярно плоскости мембраны. Если принять за положительное направление тока направление катодного тока j_2 , то общий поляризующий ток

$$j_c = j_2 - j_1 = (j_{1m} + j_{2m}) \ln \left(\frac{\varphi RT}{2zF} \right), \quad (2)$$

где j_1 , j_2 – ток, создаваемый собственно потоком анионов и катионов; j_{1m} , j_{2m} – предельные (максимальные) значения, соответственно, тока анионов и катионов.

Протекание поляризующего тока вызовет концентрационное перенапряжение сторон мембраны:

$$\begin{array}{cc} \text{анодной} & \text{катодной} \\ -\eta_a = \varphi_p - \varphi_a = \frac{RT}{zF} \ln \frac{1 + \frac{j_1}{j_{1m}}}{1 - \frac{j_2}{j_{2m}}}; & -\eta_k = \varphi_k - \varphi_p = \frac{RT}{zF} \ln \frac{1 + \frac{j_2}{j_{2m}}}{1 - \frac{j_1}{j_{1m}}}; \end{array} \quad (3)$$

где φ_p – равновесный потенциал сторон мембраны при отсутствии поля (при $j_c = 0$); φ_a , φ_k – потенциалы анодной и катодной сторон мембраны.

В соответствии с принципом общности совместных реакций, потенциалы сторон симметричной мембраны можно представить в виде:

$$-\varphi_a = -\varphi_o + \frac{RT}{zF} \ln \frac{C_{1a}^s}{C_{2a}^s}, \quad (5) \quad \varphi_k = \varphi_o + \frac{RT}{zF} \ln \frac{C_{2k}^s}{C_{1k}^s}, \quad (6)$$

где φ_o – стандартный потенциал мембраны-электрода относительно раствора.

Из (5) и (6) следует, что анодная сторона мембраны приобретает отрицательный (относительно раствора) потенциал ($-\varphi_a$), катодная – положительный ($+\varphi_k$).

Заключение

Таким образом, протекание поляризующего тока j_c обеспечивает повышение концентрации анионов на катодной стороне, и катионов на анодной, т.е. обеспечивает доставку активных ионов к

реакционной поверхности, при этом происходит поляризация растительной ткани: анодная сторона мембраны приобретает отрицательный, а катодная – положительный потенциал относительно раствора. Непосредственное же изменение свойств вещества зерна протекает в результате реакции ионного замещения активными ионами раствора одноименно фиксированных ионов вещества.

Список использованной литературы

1. Кардашов, П.В. Влияние электрического тока на кормовую ценность зерна / П.В. Кардашов, И.Б. Дубодел, М.В. Кардашов // Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК: сборник науч. статей Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 26–27 ноября 2015 г. – Минск: БГАТУ, 2015. – С. 222–224.

УДК 664.788

КИНЕТИЧЕСКИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ПРОДУКТОВ ИЗ АМАРАНТА

А.Н. Остриков, д-р техн. наук, профессор,

В.Н. Василенко, д-р техн. наук, профессор,

М.В. Копылов, канд. техн. наук, доцент,

Е.Ю. Марапулец, экстерн

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,

г. Воронеж, Российская Федерация

kopylov-maks@yandex.ru

Аннотация: Определены основные технологические параметры экструдера для получения пищевых и кормовых продуктов, выявлена зависимость оптимального соотношения между частотами вращения шнеков экструдера и питателя.

Abstract: The main technological parameters of the extruder for the production of food and feed products have been determined, the dependence of the optimal ratio between the rotation frequencies of the extruder and feeder screws has been identified.

Ключевые слова: экструзия, амарант, амарантовые продукты.

Keywords: extrusion, amaranth, amaranth products.

Введение

Создание импортозамещающих продуктов, не уступающих по своим качественным характеристикам зарубежным аналогам, является приоритетной задачей на сегодняшний день.

Основная часть

Получение экструдатов из зерна амаранта позволяет получить линейку пищевых продуктов с различными качественными характеристиками как пищевого, так и кормового назначения [1]. Экспериментальные исследования по получению экструдатов проводили на двухшнековом экструдере KDL30-IV (рис. 1). В ходе исследования регулировались: температура по длине рабочей камеры экструдера в 4 секциях; частота подачи исходного сырья; частота вращения шнеков экструдера; частота вращения ножа на выходе готового продукта.



Рисунок 1– Экструдер KDL30-IV: 1 – выгрузочный желоб, 2 – матрица с фильерой, 3 – греющие элементы рабочей камеры, 4 – загрузочная воронка, 5 – шнековый питатель, 6 – электропривод питателя, 7 – сенсорный пульт управления, 8 – кнопка аварийной остановки, 9 – шнек питателя, 10 – рабочая камера, 11 – привод ножа, 12 – шкаф, 13 – корпус экструдера

В ходе экспериментальных исследований из семян амаранта были получены пищевые продукты – амарантовые палочки, кормовые продукты – амарантовый комбикорм. Установлено, что для получения пищевых амарантовых палочек, оптимальная влажность зерна амаранта составляет 20–22 %, температура по длине рабочей камеры экструдера изменяется от 38 до 180 °С, при этом оптимальная частота вращения шнеков экструдера составляет 25 Гц, а частота вращения шнеков питателя составляет 20 Гц, т.е. соотношение составляет 1,2–1,3. В результате получается белковый текстурат, который был проанализирован по комплексу показателей, характеризующих его потребительские свойства. По органолептическим показателям: в виде палочек с гладкой поверхностью и неразвитой пористостью; по цвету: светло коричневый с оттенками серого, по вкусу и аромату: соответствующему исходному виду сырья [2].

При этом экструдированный текстурат имел хорошие потребительские данные (рис. 2, область I). При тех же температурных параметрах и параметрах влажности, но при отношении частоты

вращения шнеков рабочей камеры, к частоте вращения шнека загрузочного бункера в диапазоне 1,3-1,45 и 1,05-1,2 наблюдается проваривание продукта, но отсутствует переход во взорванное состояние (рис. 2, область II).

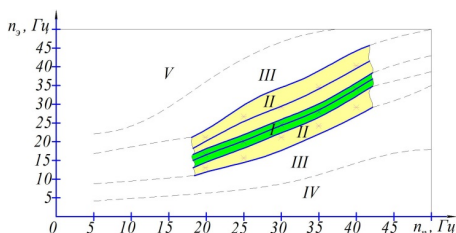


Рисунок 2 – Кинетические зависимости процесса экструдирования амаранта (зависимость частоты вращения шнеков экструдера n_3 от частоты вращения шнека питателя n_n): I область – получение пищевых продуктов, II – получение кормовых продуктов, III – гранулирование сырья, IV – транспортирование сырья, V – напрессовывание сырья

При соотношении частот вращения шнеков ниже 1,05 и выше 1,45 наблюдается процесс гранулирования (рис. 2, область III). При соотношении частот выше 2 наблюдался процесс транспортирования сырья с процессом измельчения (рис. 2, область IV). В области 5 (рис. 2) наблюдается напрессовывание сырья в рабочей камере экструдера, в результате чего происходит его заклинивание. Полученные экспериментальные кривые имеют условное распределение всех 5 процессов.

Заключение

Таким образом, в ходе экспериментальных исследований были получены новые виды продуктов из амаранта – амарантовые палочки и кормовые продукты для животных. Получены экспериментальные кинетические кривые, позволяющие рационально настраивать экструдер под производство определенного вида продукции.

Список использованной литературы

1. Дерканосова, Н.М. Амарантовый экструдат как обогащающий ингредиент мучных изделий [Текст] / Н.М. Дерканосова, А.А. Стахурлова, И.Н. Пономарева, О.А. Василенко, В.Д. Ломова, М.В. Копылов // Хлебопродукты, 2018. – № 2. – С. 32–33.
2. Остриков, А.Н. Производство экструдированного текстурата из зернобобовых в экструдере с динамической матрицей [Текст] / А.Н. Остриков, А.С. Попов, Е.А. Татаренков, М.В. Копылов // Хранение и переработка сельхозсырья, 2013. – № 3. – С. 54–56.

КОМПЛЕКТ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПСЕВДОКАПСУЛИРОВАННЫХ КОМБИКОРМОВ

А.Н. Остриков, д-р техн. наук, профессор,

М.В. Копылов, канд. техн. наук, доцент,

К. В. Мишинеv, аспирант

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных
технологий»,*

г. Воронеж, Российская Федерация

ostrikov27@yandex.ru

Аннотация: Разработан комплект оборудования для производства функциональных псевдокапсулированных комбикормов, обладающих лечебно-профилактическим действием и адаптированных для различных видов и возрастных групп сельскохозяйственных животных и птицы.

Abstract: A set of equipment has been developed for the production of functional coated animal feed with therapeutic and preventive effects and adapted for various types and age groups of farm animals and poultry.

Ключевые слова: оборудование, псевдокапсулированный комбикорм, технология.

Keywords: equipment, coated animal feed, technology.

Введение

Псевдокапсулированные комбикорма покрыты снаружи защитной оболочкой из известняковой муки. Они не окисляются из-за отсутствия контакта с влагой и кислородом воздуха, что позволяет лучше сохранить витамины и другие термолабильные вещества, необходимые для успешного роста и развития сельскохозяйственных животных и птицы.

Основная часть

Линия производства функциональных псевдокапсулированных комбикормов (рис. 1) работает следующим образом. Основные зернобобовые компоненты, хранящиеся в блоке бункеров 1, подаются роторными дозаторами 2 в магнитные колонки 3, где очищаются от ферромагнитных примесей. Затем очищенные компоненты поочередно подаются в порционные тензометрические весы 4. Одновременно микродобавки (биопрепараты, энзимы, пробиотики и т.п.), хранящие-

ся в блоке бункеров 5, отдельными порциями поочередно с помощью соответствующего роторного дозатора 6 и транспортера 7 загружаются в порционные тензометрические весы 35.

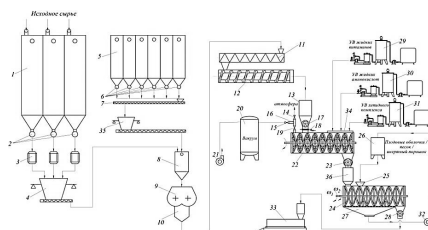


Рисунок 1 – Линия для производства функциональных псевдокапсулированных комбикормов

Из порционных тензометрических весов 35 добавки ссыпаются в надсмесительный бункер 8. Одновременно в бункер 8 подаются очищенные зернобобовые компоненты из тензометрических весов 4. Затем зернобобовые компоненты и микродобавки из надсмесительного бункера 8 загружаются в смеситель 9. После загрузки макродоз очищенных компонентов и микродобавок закрывается крышка смесителя 9, включается его привод. Затем смеситель 9 останавливается и приготовленная смесь выгружается в подсмесительный бункер 10, из которого направляется в кондиционер-пропариватель 11.

Одновременно включается привод кондиционера-пропаривателя 11 и внутрь его подается пар под давлением 0,20–0,30 МПа для увлажнения комбикорма до влажности 25–30 % и нагрева до температуры 70–80 °С. Обработанный в кондиционере-пропаривателе 11 рассыпной комбикорм направляется в рабочую камеру экструдера 12. После этого экструдированные гранулы подаются в загрузочный бункер 13, из которого с помощью дроссельного клапана 17 и регулировочного шибер 18 направляются в вакуумный напылитель 22. Дроссельные клапаны 17 и 23 служат для герметизации вакуумного напылителя 22 и поддержания вакуума. Затем дроссельные клапаны 17 и 23 и регулировочный шибер 18 закрываются и включается привод вакуумного напылителя 22 и вращающиеся мешалки интенсивно перемешивают экструдированные гранулы.

Далее включается вакуум-насос 21, создавая вакуум в ресивере 20. Затем клапан 14, расположенный на гребенке 16, закрывается, а клапаны 15 и 19 открываются, таким образом, удаляя воздух из вакуумного напылителя 22. При этом из пористых экструдирован-

ных гранул удаляется воздух. После этого из установки 29 через форсунки 34 вводится порция жидких витаминов. Затем вентиль 15 закрывается, а вентиль 14 открывается, при этом давление в вакуумном напылителе 22 увеличивается до атмосферного.

За счет создаваемого перепада давления слой жидких витаминов, находящийся на поверхности экструдированных гранул, как бы «вдавливается» внутрь пор гранул. Затем вентиль 14, расположенный на гребенке 16, закрывается, а вентиль 15 открывается, таким образом, удаляя воздух из вакуумного напылителя 22. При этом из напылителя 22 полностью удаляется воздух. После этого из установки 30 через форсунки 34 вводится порция жидких аминокислот, которые равномерно наносятся на поверхность гранул при их перемешивании. Затем вентиль 15 закрывается, а вентиль 14 открывается, при этом давление в вакуумном напылителе 22 увеличивается до атмосферного. После этого из установки 31 через форсунки 34 вводится порция жидкого липидного комплекса.

Многоступенчатый ввод жидких компонентов в вакуумный напылитель 22 осуществляется через систему форсунок 34. Затем открывается дроссельный клапан 23 в вакуумном напылителе 22 и экструдированные гранулы с нанесенным белково-витамино-липидным комплексом выгружаются в загрузочный бункер 36, из которого подаются в установку 24 для псевдокапсулирования. Из емкости 26 инертные носители подаются в приемный бункер 25 установки 24, в которой наносятся на поверхность гранул комбикорма. Избыток инертных носителей ссыпается в бункер 27, из которого с помощью вентилятора 32 в рециркуляционном режиме подается в емкость 26 для псевдокапсулирования для повторного использования. Затем функциональные псевдокапсулированные комбикорма из установки 24 с помощью шлюзового затвора 28 выгружаются в фасовочно-упаковочный автомат 33 и направляется на склад.

Заключение

Предлагаемый комплект оборудования позволяет производить комбикорма заданной пищевой ценности, обладающие лечебно-профилактическим действием и адаптированные для различных видов и возрастных групп сельскохозяйственных и домашних животных, птицы. При этом псевдокапсулированный комбикорм меньше контактирует с влагой и кислородом, содержащимися в воздухе, дольше не окисляется и не распадается, что повышает его хранимоспособность.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЦЕССУ И МАШИНАМ ВНУТРИПОЧВЕННОГО ВНЕСЕНИЯ ЖИДКОГО НАВОЗА

В.Б. Ловкис¹, канд. техн. наук, доцент,

Э.В. Дыба², канд. техн. наук, доцент,

А.В. Пётух¹, магистрант

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

²РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,

г. Минск, Республика Беларусь

dekanat_amf@bsatu.by

Аннотация: В статье представлены основные критерии оценки качества технологического процесса внутрипочвенного внесения жидкого навоза.

Abstract: The article presents the basic requirements for the process and machines for the intra-soil application of liquid manure.

Ключевые слова: жидкий навоз, внутрипочвенное внесение, технологичность.

Keywords: liquid manure, intra-soil application, manufacturability.

Введение

Главное требование к вносимому жидкому навозу – это его обеззараживание. Внесение жидкого навоза в почву допускается после его карантинирования в хранилищах в течение шести суток [1, с. 4; 47; 48; 49]. Если в течение этого времени в жидком навозе не зарегистрированы возбудители опасных заболеваний животных, то навоз можно вносить.

Основная часть

Количество используемого жидкого навоза определяется видом удобряемой культуры, типом почвы и содержанием в ней питательных веществ. Среднегодовая норма азота, вносимого без опасения ухудшения качества урожая и поедаемости кормов, может составлять не более 200 кг/га, а при орошении – 300 кг/га. Максимальная годовая норма вносимого с жидкого навоза азота не должна превышать 360 кг/га [1, с. 5; 50].

Предъявляемые к машинам для внутрипочвенного внесения жидкого навоза требования можно представить в виде совокупности показателей, которые она должна обеспечить:

- технологичность;

- надежность;
- степень унификации и взаимозаменяемости;
- показатели технической эстетики;
- универсальность.

Технологичность состоит из ряда агротехнических требований, таких как [2, с. 124–127]:

- внесение жидкого навоза на глубину хода рабочих органов;
- в зоне прохода стоек рабочих органов не должны оставаться не заделанные удобрения массой более чем 5 % от дозы, отнесенной на 1 м длины прохода агрегата;
- ходовые колеса агрегата не должны перемещаться по фону с внесенным жидким навозом, не допускается выдавливание жидкого навоза на поверхность почвы ходовыми колесами агрегата;
- нестабильность дозы – не более ± 10 %;
- неравномерность подачи удобрений на рабочей ширине не должна быть более ± 25 %;
- глубина внесения жидкого навоза должна быть регулируемой;
- неравномерность хода рабочих органов не должна превышать ± 2 –3 см;

- подача жидкого навоза в почву должна начинаться в момент полного заглубления рабочих органов и прекращаться в момент выхода их из почвы;

Надежность – это свойство машины выполнять заданные технологические функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям применения, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования (ГОСТ 13377–75).

Унификация деталей, узлов и агрегатов разрабатываемой машины в условиях рыночной экономики является одним из основных путей повышения конкурентоспособности сельскохозяйственной машины, которая может быть достигнута уменьшением себестоимости их производства [3, с. 255–257].

Эргономика и техническая эстетика имеют особую значимость на современном этапе развития науки и техники. Требования эргономики, такие как физиологические и гигиенические показатели, удобство в работе – являются основой научного поиска, поскольку наука всегда должна работать на человека [4, с. 12].

Современные разрабатываемые машины должны обладать универсальностью, т.е. быть работоспособными на различных почвенных фонах и удовлетворять при этом агротехническим требованиям. Следовательно, задача сводится к тому, чтобы разработать машину для внутрипочвенного внесения жидкого навоза, которая будет работоспособной на всех почвенных фонах, одновременно решая проблему механизации лущения почвы, которая остро стоит в Республике Беларусь.

Список использованной литературы

1. Технология внутрипочвенного внесения жидких органических удобрений. – М.: Колос, 1987. – 60 с.
2. Сборник агротехнических требований на тракторы и сельскохозяйственные машины / ЦНИИТЭИ. – М., 1982. – Т. 30. – 296 с.
3. Перспективная техника для АПК (По материалам Первой Международной специализированной выставки сельхозтехники «Агросалон»): науч.-ан. обзор. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 360 с.
4. Абрамов, А.В. Эргономика. Эргономический анализ систем «человек – машина» : учеб.метод.пособие / А.В. Абрамов, М.В. Родичева ; Гос. ун-т – учеб.-науч. произв. компл. – Орел : 2015 – 84 с.

УДК: 635.63:631.

ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ КОРОТКОПЛОДНОГО ГИБРИДА ОГУРЦА F1 МОНОЛИТ В ВЕСЕННЕ-ЛЕТНЕЙ ТЕПЛИЦЕ

А.А. Маслакова, бакалавр,

М.В. Воробьев, канд. с.-х. наук,

В.Д. Богданова, канд. с.-х. наук,

ФГБОУ ВО РГАУ-Московская сельскохозяйственная академия

им. К.А.Тимирязева,

saklepikov@mail.ru

Аннотация: В статье проанализирован опыт производства мелкобугорчатого огурца F1 Монолит в крестьянско-фермерской обогреваемой теплице в Ивановской области. Приведены данные о технологических операциях по уходу за растениями, запланированной системе формирования, возникших сложностей с вершкованием растений и путей устранения этой проблемы. Перечислены операции в области защиты растений. Представлены данные о

применявшихся комплексных удобрений, стратегии поливов. Описаны сроки и объемы поступления продукции, цены на реализацию и выручку КФХ за сезон выращивания весна-лето 2022 г.

Ключевые слова: огурец, гибриды, весенне-летняя теплица, урожайность.

Введение

Огурец, это овощная культура, которая пользуется постоянным и круглогодичным спросом в салатном меню. Он имеет высокую ценность для питания, благодаря своим вкусовым качествам и лечебным свойствам [2]. Ферменты и эфирные масла, содержащиеся в огурцах, положительно влияют на пищеварение, а соли калия – на сердечно-сосудистую систему. В связи с дефицитом отечественной тепличной продукции продолжается увеличение импорта огурцов из других стран, таких как Турция, Испания, Нидерланды [5]. Ранневесенний огурец пользуется большим спросом, особенно в Ивановской области, где мелкобугорчатый огурец типа "луховицкого" продается по цене выше рыночной [4]. В данной области есть несколько тепличных ферм, где частные лица выращивают огурцы, а также существовало хозяйство "антроцитовых теплиц", которое сейчас не функционирует. Необходимо проводить сортоиспытание отечественных гибридов, чтобы узнать, какие гибриды показывают лучшие результаты [1].

Для более детального понимания процессов, влияющих на рост и развитие растений в теплице, необходимо иметь базовые знания в физиологии растений и технологии выращивания, а также регулярно анализировать ключевые факторы, влияющие на урожайность. Регулярное проведение биометрии позволит отслеживать реакцию растений на климатические условия и принимать решения о проведении тех или иных работ, так как высота главного стебля отражает мощность фотосинтетического аппарата растений и изменяется в процессе онтогенеза [3]. Урожайность является главным критерием сорта или гибрида, отражающим эффективность тех или иных факторов, приемов или способов [6].

Место, объекты и методика проведения исследований. Было замечено, что мелкобугорчатый огурец пользуется наибольшим спросом при выборе типа огурца. Несмотря на то, что цена на

реализацию этого типа огурца на 10-15 % выше, был выбран гибрид селекции голландской компании Nunhems – Монолит F1. Этот раннеспелый партенокарпический гибрид для открытого и защищенного грунта имеет индетерминантное, среднерослое растение женского типа цветения. Огурцы этого гибрида короткие, цилиндрические, длиной до 13 см, зеленые или темно-зеленые с короткими полосами, мелкобугорчатые и с белым опушением. Мякоть огурцов нежная, сочная и плотная без пустот и горечи, сохраняет форму, вкус и цвет при перерастании, что делает его идеальным для свежего потребления и консервирования (рис. 1).

Теплицы расположены в Лежневском районе Ивановской области, третья световая зона. Теплица 2019 года постройки, собрана из металлических ферм, покрытых поликарбонатом 6 мм. Размеры теплицы: ширина 20 метров, длина 70 метров, высота в коньке 4,5 метра, высота боковых стоек 2 метра, полезная площадь 1200 м².



Рисунок 1 – Гибрид огурца F1 Монолит

Результаты и их обсуждение. Посев семян на рассаду проводили 15.02.2022 в кассеты №64 (64 ячейки, объем 1 ячейки составил – 80 мл), наполненные субстратом на основе торфа, предварительно заправленного водным раствором комплексных удобрений - Акварин 5, ЕС 2,0. Дата посева выбрана из реальных погодных условий текущего года, т.к. технически невозможно поддерживать в теплице температуру воздуха выше +15⁰С, если на наружная температура ниже 0⁰С. В сезоне 2022 г последние заморозки были 15.05.2022.

После 10 дней с момента посева, когда появился первый настоящий лист, сеянцы были пересажены в пластиковые горшки объёмом 1 литр, которые были заполнены торфосмесью и политы раствором ЕС=3 мСм/см на основе Акварина 5. Рассадку высаживали на постоянное место только через 30 дней после посева, когда у растений было 4-5 настоящих листьев. Этот возраст и внешний вид считали оптимальными для высадки (15-20 марта). Изначально планировалось формировать растения по определенной схеме: первые 5 пазух - полное ослепление, далее на один лист один плод, затем все пазухи до шпалеры - 2 листа - 2 плода и т.д. Однако, из-за нехватки рабочих рук, не всегда было возможно следовать этим рекомендациям.

По причине организационных факторов, ослепление растений не произошло в достаточной мере (было больше плодов, чем планировалось), что привело к вершкованию растений – росту верхушки, где находятся завязи с минимальным количеством листьев. В таких условиях огуречные растения стремятся как можно быстрее закончить свой жизненный цикл и породить плоды для продолжения жизненного цикла. Чтобы преодолеть эту проблему, были проведены регулярные обработки без применения корней, при этом использовались следующие ингредиенты: 0,15 % Кальциевой селитры, 0,03 % Новосила и 0,1 % Гумата калия, что помогло снизить процент вершкующихся растений.

В начале мая наблюдалась неоднородная температура в теплицах, с ночными заморозками и дневными температурами до +25–28 °С. Однако, из-за проблем с отоплением и вентиляцией, климат в утренние часы не был благоприятным и влажность в теплице была высокой, что привело к проявлению аскохитоза на плодах. Для борьбы с ним используется препарат Стрекар 0,15 % в капельном поливе и обработке по листу. Были также проведены две сдвоенные обработки препаратом Пленнум 0,05 % для борьбы с белокрылками и бахчевыми тлями. Не было проблем с мучнистой росой благодаря устойчивости гибрида F1 Монолит. Перед массовыми сборами (в первой декаде мая) производилось формирование растений по определенной схеме. Урожай собирался ежедневно и сразу же отправлялся на рынок для реализации.

Данные по урожайности, цене реализации и выручке приведены на рис. 2.

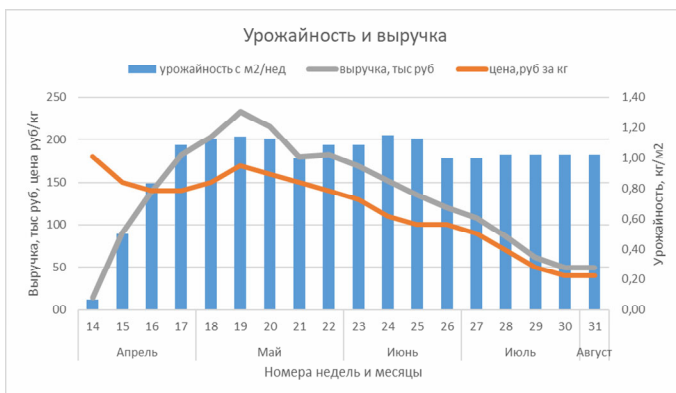


Рисунок 2 – Урожайность, цена и выручка

Согласно анализу данных рис. 2, наблюдается повышение урожайности с $0,07 \text{ кг/м}^2$ до $1,08 \text{ кг/м}^2$ между 14 и 17 неделями. На 14-й неделе отмечается максимальная цена, после чего на 16–17 неделе цена снижается, а затем снова повышается к 19 неделе. Максимальная прибыль получена в период с 17 по 21 неделю, когда цена была наибольшей. В период с 17 по 31 неделю урожайность оставалась примерно на одном уровне – от $1,08$ до $1,02 \text{ кг/м}^2$, однако из-за значительного падения цен на продукцию, выручка также снизилась.

Заключение

1. Отсутствие достаточных знаний может привести к постройке неоптимальной теплицы и дополнительным затратам на ее эксплуатацию.

2. Неудачи в проведении технологических процессов, таких как формирование растений, одностебельное подкручивание, обрезка, сбор урожая, могут серьезно повлиять на итоговый результат. Поэтому необходимо тщательно планировать трудовые ресурсы и организацию производства.

3. Адекватная экономическая оценка ситуации поможет сосредоточить внимание на самых важных периодах с точки зрения экономики и повысить эффективность.

4. Выбор гибрида с высоким спросом на тип плода в конкретном регионе продаж позволяет получить дополнительную прибыль.

Список использованной литературы

1. Сортоиспытание огурца F1 Киборг и F1 Баварец при выращивании в защищенном грунте на светокультуре / Д.А. Федоров, В.Д. Богданова, Ю.Г. Фильцына, М.. Воробьев // Овощи России. – 2021. – № 2. – С. 45–50.

2. Федоров, Д. А. Сортоиспытание огурца F1 киборг при выращивании в защищенном грунте на светокультуре / Д.А. Федоров, М.В. Воробьев // Растениеводство и луговодство: сборник статей Всероссийской научной конференции с международным участием, Москва, 18–19 октября 2020 года. – Москва: ЭЙПиСиПабблишинг, 2020. – С. 565–569.

3. Сортоиспытание гибридов короткоплодного огурца при выращивании в защищенном грунте на светокультуре / М.В. Воробьев, В.Д. Богданова, Ю.Г. Фильцына, Д.А. Федоров // Актуальные проблемы АПК и инновационные пути их решения : сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции, Курган, 15 апреля 2021 года. – Курган: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2021. – С. 22–26.

4. Дуванова, Д.С. Сортоизучение гибридов огурца в пленочной необогреваемой теплице / Д.С. Дуванова // В мире научных открытий : Материалы VI Международной студенческой научной конференции, Ульяновск, 24–25 мая 2022 года. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2022. – С. 45–48.

5. Воробьев, М.В. Ежедневный мониторинг изменений веса растений огурца в современном высокотехнологичном тепличном комплексе / М.В. Воробьев, В.Д. Богданова, Д.А. Федоров // Овощеводство –от теории к практике: Практика использования инновации в овощеводстве : Сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции, Краснодар, 23 июня 2021 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – С. 26–31.

6. Terekhova, V.I. The influence of supplementary lighting sources on agrobiological performance in greenhouse-grown cucumbers / V.I. Terekhova, M.A. Bocharova, E.Yu. Embaturova // BIO Web of Conferences: International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources”, Kazan, 26–28 мая 2022 года. Vol. 52. – Kazan: EDP Sciences, 2022.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ ПРИ ПОСЕВЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

В.А. Смелик, д-р техн. наук, профессор,

А.Н. Перекопский, канд. техн. наук, доцент,

В.Д. Врублевский, канд. техн. наук

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный
университет»,*

*г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
smelik_va@mail.ru*

Аннотация: В статье представлены результаты исследований эффективности применения элементов точного земледелия при посеве зерновых культур в Ленинградской области

Abstract: The article presents the results of research on the effectiveness of the use of precision farming elements in the sowing of grain crops in the Leningrad region

Ключевые слова: точное земледелие, автоматическая система управления, посев зерновых культур.

Keywords: precision farming, automatic control system, grain sowing.

Введение

На современном этапе сельскохозяйственная отрасль и в частности растениеводство испытывает постоянный дефицит квалифицированных механизаторов, высокопроизводительной техники, отсутствует развитая инфраструктура и др. [1]. Основным направлением с.-х. производства Северо-Западного региона РФ должно стать ресурсосбережение и технологическая модернизация, в том числе на основе использования «точного земледелия» (ТЗ). Выявлено [2, 3, 4], что предпосылки для этого имеются, в Ленинградской области имеются предприятия, где внедрены элементы ТЗ. Но не все руководители и специалисты средних и мелких предприятий видят финансовый эффект от применения элементов ТЗ [5, 6], в том числе и руководители рассматриваемого предприятия для условий СЗФО РФ.

Основная часть

Для исследований выбрано сравнительно крупное, достаточно хорошо оснащенное техническими средствами с.-х. предприятие в южной части Ленинградской области. Для посева зерновых куль-

тур использовались: трактор NH T7090 + сеялка Amazone Citan 8000 и трактор Claas Axion 850 + сеялка Amazone Citan 6000.

Предварительный анализ посевной кампании выявил факторы, влияющие на производительность агрегатов и дополнительные затраты на топливо, материалы, время на гектар площади из-за следующих причин: большое перекрытие на примыкающих проходах, работа на неполную ширину захвата, криволинейное движение агрегатов по полю.

Перечисленные причины: большое перекрытие на проходах и работу на неполную ширину захвата определяли экспериментально. При посеве яровых зерновых культур агрегатами на площади 900 га площадь, посеянная дважды около 70 га или – 8%. Например, в агрегате трактор NH T7090 + сеялка Amazone Citan 8000 – конструктивная ширина захвата составляет 8 м, ширина междурядья – 12,5 см. Двойное перекрытием или работа с огрехом – 50 см. Эффективная ширина захвата – 7,5 м.

Перерасход затрат на посев при ручном и автоматизированном управлении «Autopilot» агрегатами представлен в таблице.

Таблица. Данные по дополнительным затратам ресурсов на посев при ручном и автоматическом управлении

Затраты	Ручное управление	«Autopilot» с точностью 15 см	«Autopilot» с точностью 2-3 см
Площадь, обработанная дважды, га	70,0	48,0	3,6
Затраченные средства на топливо, тыс. руб.	51,5	36,3	2,6
Затраченные средства на семена, тыс. руб.	280,0	192,0	14,4

Из таблицы видно, что при точности вождения с «Autopilot» 15 см перерасход затрат составит 228 300 руб., а с точностью 2–3 см – 17 000 руб. в отличие от ручного управления – 331 500 руб.

Система управления, устанавливаемая на трактор, состоит из дисплея, антенны, датчиков и подруливающего устройства [2, 5]. Например, система Trimble GFX-750 стоит 1,6 млн. руб., система FJD стоит 500 000 руб. и станция RTK – 500 000 руб. для достижения точности 2,5 см на дальность 15 км. Провайдеры РФ предлагают некоторые решения на использование спутниковой связи: NTRIP на один месяц за 4 800 руб., EFT Cons. – 40 000 руб. за год. Стоит отметить, что системы могут использоваться и на других с.-х. работах.

Заключение

Анализ технологических процессов посева выявил факторы, влияющие на производительность агрегатов и дополнительные затраты на топливо, материалы по следующим причинам: большое перекрытие на примыкающих проходах до 0,5 м; работа на неполную ширину захвата агрегата; криволинейное движение агрегатов по полю; схема разворота в конце гона нерациональная.

Предложены варианты установки и использования автоматической системы управления с точностью управления агрегатами 2,5 и 15 см, что обеспечит отсутствие или сведет к минимуму отрицательные факторы «ручного управления».

Список использованной литературы

1. Dibirova H.A., Osipova N.V. Problems and Prospects of Implementation of the Precision Farming System in the Russian Federation. *Journal of Agriculture and Environment* 7 (27) 2022.

2. Смелик В.А., Теплинский И.З., Поликарпов М.Н., Смелик О.В., Врублевский В.Д. Технологические и программные средства управления технологическими машинами в растениеводстве в системах точного земледелия / Модернизация сельскохозяйственного производства на базе инновационных машинных технологий и автоматизированных систем. – М., 2012. – С. 700–704.

3. Смелик В.А., Цыганова Н.А., Теплинский И.З. Внесение минеральных удобрений в точном земледелии // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. – 2012. – №3. – С. 38–40.

4. Труфляк Е.В. Рейтинг регионов по использованию элементов точного сельского хозяйства. – Краснодар: КубГАУ, 2020. – 37 с.

5. Ружьев В.А., Смелик В.А., Теплинский И.З. Эксплуатация транспортно-технологических комплексов в информационно-навигационных системах управления точными агротехнологиями / *Технологии и средства механизации сельского хозяйства*. – СПб., 2013. – С. 77–80.

6. Murdoch A.J., Todman L. et al.: Predicting the probability that higher profits could be achieved by adopting PA. *Precision agriculture'21*. 2021. P. 984.

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СИДЕРАЛЬНОГО ПАРА

А.Б. Калинин, д-р техн. наук, доцент,

И.З. Теплинский, канд. техн. наук, профессор,

В.А. Калинина, соискатель

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный
университет», г. Пушкин, Российская Федерация
andrkalinin@yandex.ru*

Аннотация: В настоящей работе рассмотрены вопросы рационального выбора и обоснования средств механизации при реализации технологии сидерального пара в качестве эффективного средства повышения плодородия почвы, улучшения физико-механических свойств, а также проведения мероприятий по поддержанию фитосанитарной чистоты полей. Применение предлагаемого комплекса машин и биологические особенности быстрорастущих сидеральных культур минимизируют риски появления почвенной эрозии и обеспечивают гарантированное разуплотнение пахотного и подпахотного горизонтов одновременно с подавлением активности ряда вредителей и патогенных организмов.

Abstract: This article examines the issues of rational choice and justification of mechanization means when implementing green manure technology as an effective means of increasing soil fertility, improving physical and mechanical properties, as well as carrying out measures to maintain the phytosanitary cleanliness of fields. The use of the proposed set of machines and the biological essential of fast-growing green manure crops minimize the risks of soil erosion and ensure guaranteed decompaction of arable and subarable horizons while suppressing the activity of a number of pests and pathogenic organisms.

Ключевые слова: почва, сидеральный пар, культиватор-глубокорыхлитель, сидеральные культуры, ножевой каток

Keywords: soil, green manure fallow, subsoiler cultivator, green manure crops, knife roller

Введение

Применение классических приемов содержания чистого пара требует многочисленных проходов тяжелых энергонасыщенных агрегатов, в результате использования которых на большинстве типов почв образуется значительный объем эрозионно опасных почвенных частиц, а также существенное уплотнение нижележа-

щих слоев корнеобитаемого слоя. Одним из способов обеспечения экологической безопасности земель, находящихся под парами, является высев быстрорастущих сидеральных культур с последующей их заделкой в верхний слой почвы. Однако большую сложность представляет собой создание условий для хорошего развития сидеральных культур в период первоначального их развития, а затем, после достижения растениями высоты 120–150 см существенно затрудняется заделка значительного объема растительной массы в почву.

Основная часть

Одним из способов улучшения почвенного состояния является насыщение корнеобитаемого слоя растительными остатками, которые нарушают связность почвенного массива и создают условия для интенсивного крошения почвы в местах где присутствуют заделанные стебли или корни растений. Поэтому в качестве одной из задач применения сидерального пара является создание условий для интенсивного развития наземной и корневой части растений. Существенным фактором, сдерживающим развитие корневой системы растений, является наличие переуплотнения почвы, сформированное проходами тяжелых уборочных и транспортных агрегатов в период уборки предшествующей культуры [1].

Для обеспечения благоприятных условий развития растений сидеральных культур в первоначальный этап их развития предлагается первую обработку сидерального пара выполнять культиватором-глубокорыхлителем, рабочие органы которого выполняют безотвальное рыхление почвы на глубину до 30 см. Установка на культиватор-глубокорыхлитель посевного модуля, предназначенного для посева разбросным способом мелкосемянных культур с незначительными нормами посева, позволит выполнять посев семян сидератов с одновременной их заделкой прикатывающим катком в почву при размещении семяпроводов позади рыхлительных лап непосредственно перед катком. Кроме этого, для поддержания заданной глубины рыхления во время работы культиватора-глубокорыхлителя использовался алгоритм поддержания глубины [2], применение которого позволяет обеспечить агротребования, предъявляемые к данной операции.

Интенсивное развитие корневой системы сидеральных культур способствует быстрому развитию наземной массы, которая затеняет собой всю поверхность почвы и успешно подавляет развитие сорных растений. При этом корни этого растения корни проникают

на глубину 1–1,5 метра, а благодаря заселению на них клубеньковым бактериями происходит обогащение почвы азотом [3].

Наибольший эффект от действия сидератов наблюдается при их заделке в верхний слой почвы. При свободном распространении внутри почвы корневой системы сидеральных культур происходит наиболее полная реализация их биологического потенциала, а высота стеблестоя превышает 1,2 м.

Анализ существующих машин и агрегатов для измельчения растительной массы показал, что для высокопроизводительного выполнения данной операции наиболее всего подходят ножевые катки, сочетающие в себе водоналивные прикатывающие катки диаметром до 600 мм и расположенные по периметру барабана высокопрочные ножи, способные разрезать верхний слой почвы и растительные остатки, находящихся на ее поверхности.

Наименьшее уплотняющее воздействие на нижележащие слои почвенного горизонта и наиболее высокое качество заделки растительных остатков в верхний слой наблюдается при использовании рабочих органов типа Tri-Mix. Рабочие органы такого типа в передней части имеют форму универсальной стрелчатой лапы, оснащенной передним рыхлительным долотом, а задняя треть стрел с обеих сторон имеет круговой вырез во внутренней части лезвия и загибается вертикально вверх, оборачивая подрезанный пласт почвы на 180°.

После заделки в почву растительных остатков сидеральных культур повышается содержание органических остатков в ее верхнем слое, что способствует повышению влагоудерживающей способности обработанного слоя, снижению его плотности и теплопроводности [4]. При возделывании картофеля после заделки растительных остатков достаточно будет провести осеннее формирование гребней пропашным культиватором-глубокорыхлителем [5] для завершения подготовки почвы после пропашного пара.

Заключение

Таким образом, при наличии в севообороте парового поля подготовку почвы под сидераты необходимо выполнять комбинированным агрегатом, состоящим из культиватора-глубокорыхлителя и посевного модуля для мелкосемянных культур. Наилучшие условия для заделки значительной растительной массы сидеральных культур в верхний слой почвы обеспечиваются при использовании водоналивных ножевых катков, способных на высокой скорости плющить стебли растений и резать их на элементы длиной 15–17 см. Для последующей качественной заделки растительных ос-

татков наилучшим образом показали себя стерневые культиваторы, оснащенные стрелчатыми лапами типа Tri-Mix.

Список использованной литературы

1. Калинин, А.Б. Методы и средства снижения энергозатрат на разуплотнение почвы в технологии производства картофеля / А.Б. Калинин, И.З. Теплинский, В.А. Калинина // Известия Международной академии аграрного образования. – 2020. – № 52. – С. 11–14.

2. Обоснование принципа контроля равномерности глубины вспашки / А.Б. Лурье, Е.А. Абелев, И.З. Теплинский, Н.Э. Иванович // Совершенствование рабочих органов и повышение эффективности технологических процессов и систем управления сельскохозяйственных машин. – Т.415. – Л.-Пушкин: СПбГАУ, 1981. – С. 25–29.

3. Борисова Е.Е. Применение сидератов в мире // Вестник НГИЭИ. – 2015. – №.6(49). – С. 24–33.

4. Калинин, А.Б. Методы и средства управления режимами влагообеспечения в технологии возделывания картофеля / А.Б. Калинин, И.З. Теплинский // Картофель и овощи. – 2022. – № 2. – С. 28–32. – DOI 10.25630/PAV.2022.11.32.004.

5. Assessment of operational effectiveness of inter-row soil loosening in organic potato cultivation / A.A. Ustroeв, A.B. Kalinin, G.A. Loginov, P.P. Kudriavtsev // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2017. – No.93. – P. 43–48.

УДК 631.3

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА РАБОТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ В ТЕХНОЛОГИЯХ ПРОИЗВОДСТВА КАРТОФЕЛЯ

О.И. Теплинский¹, аспирант,

И.С. Немцев², аспирант, ассистент,

О.Н. Теплинская², соискатель

¹АОУ ВО ЛО «ГИЭФПТ»,

г. Гатчина, Ленинградская обл., Российская Федерация

²ФГБОУ ВО «СПбГАУ»,

г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, Российская Федерация

¹*olegatepa@gmail.com, ²ivannemcev180997@gmail.com*

Аннотация: Одним из путей снижения рисков химического загрязнения сельскохозяйственной производственной среды и полу-

чаемой продукции при интенсивном применении агрохимикатов является использование технологических систем для внутрипочвенного внесения средств химизации, оборудованных интеллектуальными системами управления качеством протекающих рабочих процессов. Создание средств автоматизации, обеспечивающих в режиме реального времени мониторинг и прогнозирование качества выполнения агрохимических работ позволит повысить безопасность применения химических средств.

Abstract: One of the ways to reduce the risks of chemical pollution of agricultural environment and produced products at intensive application of agrochemicals is the use of technological systems for there in-soil application. Such systems equipped with intelligent systems for quality control of leaky working processes. Creation of automation means, providing real-time monitoring and forecasting of the quality of agrochemical works will improve the safety of chemical application.

Ключевые слова: Технологическая система, активный контроль качества, экологическая безопасность.

Keywords: Technological system, active quality control, environmental safety.

Введение

Одним из основных ресурсов повышения урожайности картофеля в интенсивном производстве является широкое применение удобрений и пестицидов, использование которых требует соблюдения мер по предупреждению рисков, связанных с загрязнением сельскохозяйственной производственной среды и получаемой продукции. Существенно снизить эти риски возможно путем использования природоохранных приемов выполнения агрохимических и фитосанитарных работ [1], совершенствования технологических процессов применяемого оборудования за счет оснащения его интеллектуальными (автоматизированными) системами управления в виде устройств активного контроля качеством внесения препаратов.

Создание средств автоматизации, обеспечивающих в режиме реального времени мониторинг и прогнозирование качества выполнения агрохимических работ, позволит существенно снизить риски возникновения технологических отказов [2].

Основная часть

В комплексе природоохранных приемов агротехники применению способа внутрипочвенного внесения средств химизации отво-

дится важная роль. Его выполнение с помощью интеллектуальных систем позволит обеспечить в режиме реального времени дозированное размещение очагов агрохимикатов в тех слоях почвенного горизонта, где развивается корневая система растений. Это существенно повысит коэффициент использования агрохимикатов и заметно снизит их потери.

Анализ конструкций применяемых технологических систем для внутрисочвенного внесения как твердых, так и жидких агрохимикатов при производстве картофеля показал, что они используются в виде монтируемого на раме картофелепосадочной машины дополнительного приспособления. Конструктивно наиболее распространённые в настоящее время приспособления имеют самостоятельную ёмкость для вносимого материала, дозирующие устройства, распределительно-транспортирующее устройство и заделывающие рабочие органы в виде анкерных и дисковых туковых сошников или подкормочных ножей с питающими трубками для жидких удобрений. В приспособлении используется, как правило, привод дозирующих рабочих органов от картофелепосадочной машины.

Проведенные полевые исследования работы таких технологических систем показали, что они не обеспечивают требуемого качества распределения в почве вносимых материалов [3]. Это существенно снижает экологическую безопасность применения этих технологических систем. Оснащение их автоматизированными устройствами активного контроля, интегрированными в пространственно-временные навигационные системы [4], позволяют в режиме реального времени обеспечить управление качеством распределения в почве удобрений по глубине заделки и вдоль рядков и тем самым улучшить безопасность функционирования исследуемых технологических систем. Методы и средства создания систем активного контроля качества работы дозирующих устройств, обеспечивающих безопасность применения вносимых материалов приведены в работах [5, 6].

Цель настоящего исследования – повышение экологической безопасности функционирования технологических систем для применения средств химизации за счет оснащения их автоматизированным устройством активного контроля глубины размещения очагов удобрений в заданных горизонтах корнеобитаемого слоя, в алгоритме работы которого используются методы прогнозной оценки состояния объекта.

Для оценки, прогнозирования и обеспечения экологической безопасности функционирования рассматриваемой технологической системы разработана информационная модель технологического процесса работы приспособления, функционирующего в составе комбинированной картофелепосадочной машины [7]. Выходными параметрами этой модели являются случайные процессы расхода материала $q_c(l)$, поступающего в почву, и глубины заделки агрохимикатов $a_3(l)$.

Учитывая недоступность получения оперативной оценки процесса $a_3(l)$ для контроля глубины заделки удобрений будем рассматривать выходной процесс модели в виде глубины хода тукового сошника $h_c(l)$, имеющий с $a_3(l)$ высокую степень взаимной корреляции, достигающую значения 0,85. Проведенный анализ реализаций процессов $h_c(l)$ исследуемой модели, полученных в результате полевых исследований, показал, что их можно отнести к категории случайных процессов нестационарных по математическому ожиданию, структура которых включает аддитивную комбинацию полезного сигнала в виде их средней функции и помехи, представляющей собой высокочастотную составляющую.

Исследованиями установлено, что изменения входных компонентов вектора условий функционирования информационной модели и главным образом случайного процесса в виде профиля поверхности поля, сказывается в основном на средних значениях процессов $h_c(l)$ и не влияют на характер случайных колебаний около среднего значения. Поэтому информационным параметром для использования в устройстве оперативного контроля и прогнозирования качества примем составляющую процесса $h_c(l)$, характеризующую среднюю линию глубины хода тукового сошника по длине ряда $m_c(l)$. Так как регламент, ограничивающий колебания глубины хода туковых сошников $h_c(l)$ в агротребованиях не указан, то воспользуемся нормативами, предписанными для процесса $a_3(l)$. Исходя из этого оценивать работу туковых сошников при непрерывном контроле процесса $h_c(l)$ будем на основании следующих ограничений: $H_h - \Delta \leq m_c(l) \leq H_h + \Delta$ причем H_h характеризует настрочный параметр глубины хода сошника.

Это неравенство определяет некоторую область, выход за пределы которой текущим значениям параметра контроля нежелателен. При этом критерием для оценки качества работы туковых сошников

будем считать вероятность P_{Δ} нахождения процесса $m_c(l)$ в поле заданного допуска Δ , а вероятность ε_{Δ} превышения этого допуска – критерием экологической безопасности, причем $\varepsilon_{\Delta}=1-P_{\Delta}$.

Таким образом, при организации процедуры оценки и прогноза качества работы туковых сошников алгоритм контроля включает формирование текущих значений показателя $m_c(l)$ случайного процесса $h_c(l)$. Для этого использовался один из методов сглаживания – метод скользящего среднего. С этой целью, используя результаты экспериментальных исследований, рассчитывается стартовый объем выборки ординат процесса $h_c(l)$, равный числу измерений N с шагом Δl на участке контроля L . Параметры контроля L , Δl , N выбирались с использованием имитационного моделирования [8], которые затем уточнялись в полевых условиях и составили $L = 20$ м при $\Delta l = 0,2$ м и $N = 100$.

Заключение

Разработанный алгоритм оценки глубины заделки удобрений туковысевающим приспособлением использовался в автоматизированном устройстве активного контроля, применение которого позволило размещать очаги агрохимикатов в заданных горизонтах корнеобитаемого слоя. Экспериментальные исследования показали, что предложенное устройство позволяет обеспечить безопасность внесения агрохимикатов. Вероятность сохранения допуска заделки туков по глубине корнеобитаемого слоя превышает принятое предельное значение, равное 0,7.

Список использованной литературы

1. Лысов А.К. Современные технологии и средства механизации для систем интегрированной защиты растений. – СПб: ФГБНУ ВИЗР. – 2019. – 164 с.
2. Якушев В.В. Точное земледелие: теория и практика. – СПб: ФГБНУ АФИ, 2016. – 364 с.
3. Теплинская О.Н. Оценка влияния антропогенных химических факторов на агроэкосистему при функционировании туковысевающих приспособлений комбинированных машин // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2016. – №43. – С. 351–354.
4. Ружьев В.А., Смелик В.А. и др. Эксплуатация транспортно-технологических комплексов в информационно-навигационных

системах управления точными агротехнологиями / в сб. Технологии и средства механизации сельского хозяйства. – СПб.: СПбГАУ. – 2013. – С. 77–80.

5. Немцев И.С., Теплинский О.И. Универсальное цифровое устройство контроля дозирующих систем машин химизации // в сб.: Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения. – СПб.: СПбГАУ, 2022. – С. 208–211.

6. Теплинский И.З. Контроль и управление мобильными машинами химизации // Сельский механизатор. – 2004. – № 11. – С. 6–8.

7. Калинин А.Б., Теплинский И.З. и др. Методология прогнозной оценки экологической безопасности применения агрохимикатов туковысевающими приспособлениями картофелепосадочных комбинированных агрегатов // Аграрный научный журнал. – 2023. – № 2. – С. 122–127.

8. Еникеев В.Г., Абелев Е.А. и др. Моделирование на ЭВМ технологических процессов мобильных с.-х. агрегатов // в сб.: Контроль и управление технологическими процессами сельскохозяйственных машин. – ЛСХИ, 1988. – С. 10–14.

УДК 631.348

ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА ОСМОТРА ЯБЛОК ПРИ ИХ ОПТИЧЕСКОЙ СОРТИРОВКЕ

А.Н. Юрин¹, канд. техн. наук, доцент,

А.Н. Юрина², зам. нач. отдела

¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,

²РУП «БелГИМ»,

г. Минск, Республика Беларусь.

anton-jurin@rambler.ru

Аннотация: В данной статье приведен обоснование метода осмотра поверхности плодов при их сортировке.

Abstract: This article provides a rationale for the method of examining the surface of fruits when sorting them.

Ключевые слова: плоды, метод осмотра, вероятность осмотра, площадь плода, объект контроля, приемник излучения.

Keywords: fruits, inspection method, inspection probability, area of the fetus, control object, radiation receiver.

Введение

Наиболее трудоёмкий процесс производства плодов – контроль их качества. На эти операции приходится до 70 % всех трудозатрат [1]. Повышение производительности труда при сортировании плодов возможно за счет сокращения времени осмотра плода с помощью автоматических сортировочных устройств. Такая сортировка должна осуществляться сканирующим устройством без участия человека.

Из всех существующих методов идентификации качества плодов наиболее подходящим для автоматизации является метод оптического контроля, поэтому обоснование основных параметров оптического сортировщика является важной задачей.

Основная часть

Эффективная работа оптико-электронных систем контроля свойств плодов возможна только при попадании контролируемых признаков в зону осмотра и обнаружении их данными системами в связи с этим для обнаружения области дефекта необходим тщательный осмотр плода. Таким образом, для таких систем важна вероятность осмотра поверхности плода. Задача осмотра поверхности плода может быть охарактеризована вероятностью однократного осмотра:

$$P_{\text{осм1}} = \frac{S_{\text{осм1}}}{S_{\text{пл}}} = \frac{\sum_{i=1}^n S_{\text{осми}} - \sum_{i=2}^n S_{\text{осми}}}{S_{\text{пл}}};$$

где $P_{\text{осм1}}$ – вероятность однократного осмотра, $S_{\text{осм1}}$ – площадь однократного осмотра поверхности плода, $S_{\text{пл}}$ – площадь поверхности плода, $S_{\text{осми}}$ – площадь поверхности, осмотренная i раз.

Для оценки эффективности осмотра целесообразно контролируемые плоды представить в виде геометрической модели. Рассмотрим плод, описываемый шаром единичного радиуса. Оптико-электронную систему можно представить единичным радиус вектором $r_0(x_0, y_0, z_0)$, координаты которого изменяются в зависимости от параметров оптико-электронной системы и перемещения плода.

Единичную сферу можно принять неподвижной, а положение оптико-электронной системы задавать единичным радиус-вектором $\overline{r_0}(x_0, y_0, z_0)$ координаты которого зависят от положения.

Вращение вектора $\overline{r_0}$ в трёхмерном пространстве можно описать в виде ортогонального линейного преобразования:

$$x'_0 = a_{11}x_0 + a_{12}y_0 + a_{13}z_0;$$

$$y'_0 = a_{21}x_0 + a_{22}y_0 + a_{23}z_0;$$

$$z'_0 = a_{31}x_0 + a_{32}y_0 + a_{33}z_0;$$

В этом случае оптико-электронная система характеризуется конусом эффективного осмотра, который охватывает часть плода и может быть описан вращением радиус-вектора $\overline{r_0}(x_0, y_0, z_0)$ вокруг осей координат.

Значения коэффициентов a_{jk} определяется как элементы матрицы произведения A из выражений:

$$a_{11} = \cos\varphi \cdot \cos\gamma - \sin\varphi \cdot \sin\gamma \cdot \cos\alpha;$$

$$a_{21} = -\cos\varphi \cdot \sin\varphi - \sin\varphi \cdot \cos\varphi \cdot \cos\alpha;$$

$$a_{31} = \sin\varphi \cdot \sin\alpha; a_{12} = \sin\varphi \cdot \cos\gamma + \cos\varphi \cdot \sin\gamma \cdot \cos\alpha;$$

$$a_{22} = \cos\varphi \cdot \cos\gamma \cdot \cos\alpha - \sin\varphi \cdot \sin\gamma; a_{32} = -\cos\varphi \cdot \sin\alpha;$$

$$a_{13} = \sin\varphi \cdot \sin\alpha; a_{23} = \cos\gamma \cdot \sin\alpha; a_{33} = -\cos\alpha$$

где α, β, γ – углы поворота вокруг осей X, Y, Z соответственно.

Для оценки полноты осмотра сфера разбивается на n участков, количество которых выбирается с учетом погрешностей из соотношения:

$$n \gg \frac{S_{\text{пл}}}{\pi d_a^2};$$

где d_a – разрешающая способность оптической системы.

Критерий осмотра элементарной площадки с центром в точке $M_{ij}(x_{ij}, y_{ij}, z_{ij})$ – размер проекции площадки на плоскость, перпендикулярную $\overline{r_0}(x_0, y_0, z_0)$, проходящую через центр сферы

$S_{\text{проект}} \geq \pi d_a^2$. Уравнение такой проекции имеет вид:

$$x_0x + y_0y + z_0z = 0$$

Этот критерий проверяется по условию взаимного расположения точек M_{ij} и точки $M_0(x_0, y_0, z_0)$, относительно плоскости, перпендикулярной $\overline{r_0}(x_0, y_0, z_0)$, и проходящей через начало координат (центр сферы). Точки M_{ij} и M_0 находятся по одну сторону плоскости, когда:

$$D = x_0^2 + y_0^2 + z_0^2; B_{ij} = x_0x_{ij} + y_0y_{ij} + z_0z_{ij};$$

Так как $D=1$, то критерием осмотра элементарной площадки является выполнение условия $B_{ij}>0$. Обзор, осуществляемый приемником, находящимся на оси X , можно представить как поворот вокруг двух осей на угол соответственно $\pm\beta$ и $\pm\gamma$. Для тел, имеющих форму шара, угол $\beta=\gamma$. Для приемника на оси Y обзор представляется поворотом вокруг осей X и Z соответственно на угол $\pm\alpha$ и $\pm\gamma$.

Очевидно, чем больше углы поворота, тем выше $P_{\text{осм}}$. Так как $\sum_{i=1}^n S_{\text{осм}i}$ не зависит от расположения приемников, то наиболее эффективен $P_{\text{осм}1}$ при расположении фотоприемников с наименьшим перекрытием зон. Для приемников с одинаковыми свойствами наиболее эффективно с этой точки зрения расположение при двух приемниках – напротив, на одной из осей X, Y (рис. 1), при трех приемниках – в углах равностороннего треугольника с центром в M_0 , при четырех приемниках и более – в углах правильных многоугольников с центром в точке M_0 .

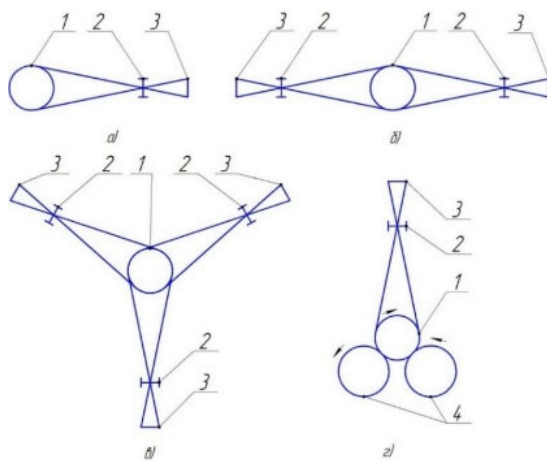


Рисунок 1 – Схема расположения приемников при осмотре объектов:
 1 – объект контроля; 2 – объектив; 3 – приемник излучения; 4 – ролики;
 а – схема с одним приемником; б – схема с двумя приемниками;
 в – схема с тремя приемниками; г – схема осмотра с вращением объекта.

Для эффективного осмотра наряду с увеличением количества приемников и точек осмотра другим направлением повышения

эффективности является осмотр одним приёмником излучения, который осуществляет осмотр объекта контроля, осуществляющего вращение вокруг собственной оси. Подобный способ осмотра поверхности реализован в линии сортировки яблок ЛСП-4, разработанной РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» [1].

Заключение

Наиболее рациональным способом осмотра поверхности плода является применение СТЗ с одним приёмником излучения, который осуществляет осмотр объекта контроля, осуществляющего вращение вокруг собственной оси.

Список использованной литературы

1. А. Юрин, А.Н. Инновационные технологические процессы и технические комплексы для интенсивного садоводства Беларуси / А.Н. Юрин. – Минск : Белорусская наука, 2022. – 208 с.

УДК 004.8+631.5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГНОЗНОЙ АНАЛИТИКИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ НА ПЛАТФОРМЕ ТЕХНОЛОГИИ «БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ»

П.В. Терентьев, канд. техн. наук, доцент,

А.С. Балабайкин, магистрант

Д.А. Мартюхин, студент

*ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический
университет»,*

г. Нижний Новгород, Российская Федерация

terentyevpv@inbox.ru

balabaikin777@gmail.com

daniilmartyukhin@mail.ru

Аннотация: Данная научная статья рассматривает применение технологии «Большие данные» в агропромышленном комплексе. В статье описывается перспективное направление искусственного интеллекта – прогнозная аналитика на платформе технологии. Описываются основные преимущества технологии «Большие данные». Также отмечается необходимость применения современных методов и инструментов для эффективной обработки больших объемов

данных. В конце статьи приводится схематичное представление работы алгоритма обработки массивов данных с использованием платформы Yandex Cloud.

Abstract: This scientific article examines the application of «Big Data» technology in the agro-industrial complex. The article describes a promising direction of artificial intelligence – predictive analytics on the technology platform. The main advantages of the «Big Data» technology are described. The necessity of using modern methods and tools for efficient processing of large amounts of data is also noted. At the end of the article, a schematic representation of the algorithm for processing data arrays using the Yandex Cloud platform is given.

Ключевые слова: искусственный интеллект, большие данные, БПЛА, цифровизация сельского хозяйства.

Keywords: artificial intelligence, big data, UAVs, digitalization of agriculture.

Введение

В современном мире, где глобальные изменения и технологические инновации становятся новым трендом развития производства, агропромышленный комплекс также испытывает потребность в цифровой трансформации [2]. Одним из перспективных направлений искусственного интеллекта, основной целью которого является существенное повышение эффективности работы агропромышленного комплекса, является использование прогнозной аналитики на платформе технологии «Большие данные». Большие данные – крупные массивы данных, которые относятся к наличию или отсутствию определенной организации информации, и набор специализированных технологий, инструментов и методов, разработанных для решения конкретных задач. Основным преимуществом технологии «Большие данные» является возможность получения информации о различных аспектах производства с дальнейшей структуризацией в единую систему. Это позволяет принимать более обоснованные и эффективные решения, что в свою очередь, приводит к оптимизации режима производительности, снижению издержек и улучшению качества продукции [3].

Основная часть

Большие данные обладают рядом характерных особенностей: объем поступающей информации составляет более 130 гигабайт

ежедневно – это предъявляет высокие требования к производительности систем хранения и обработки данных; возникает необходимость в использовании мощных вычислительных ресурсов для анализа больших объемов информации; информация может иметь различную степень структурированности, что усложняет процесс ее обработки [1, 5]. Из данных особенностей следует, что эффективное управление и анализ больших данных требуют применения комплексных подходов и передовых технологий. Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) являются главным инструментом для сбора информации, но для этого рабочий механизм должен быть оснащен полезной нагрузкой – оборудованием, предназначенным для выполнения различного рода задач. Для обработки огромных массивов данных, полученных с помощью БПЛА, используется следующий метод – метод машинного обучения – модель, основанная на алгоритме глубокого обучения, который использует нейронные сети с несколькими слоями искусственных нейронов [1,4].

Как указывалось ранее, для обработки многотерабайтных массивов данных требуется наличие высокоэффективных вычислительных ресурсов. Для решения данного рода задач существует отечественная облачная платформа – Yandex Cloud. Процесс обработки данных с применением облачных технологий происходит следующим образом: 1 – сбор данных с применением БПЛА – информация, которая содержит данные, полученные от систем сбора данных. 2 – извлечение, преобразование и загрузка. ETL-процессы позволяют извлекать данные из различных источников, а затем преобразовывать их в формат, который может загружен и обработан с помощью специализированных инструментов. 3 – хранилище данных. структура данных, которая используется для хранения окончательных результатов обработки данных. Данное хранилище может содержать все необходимые данные для принятия решений по управлению процесса в агропромышленном комплексе. 4 – обработка данных с применением машинного обучения и последующая визуализация данных является единым процессом. 5 – потребитель результата.

Схематичное представление работы алгоритма (рисунок 1).



Рисунок 1 – Алгоритм выполнения обработки массивов данных с применением платформы Yandex Cloud

Заключение

Использование прогнозной аналитики на платформе «Большие данные» являются ключевым фактором, способствующим повышению продовольственной безопасности Российской Федерации. Применение современных инструментов позволяет эффективно обрабатывать крупные массивы информации и принимать обоснованные решения по управлению агропромышленным комплексом.

Список использованной литературы

1. Вьюгин, В. В. Математические основы машинного обучения и прогнозирования / В.В. Вьюгин. – Москва : МЦНМО, 2013, 2018. – 484 с. – ISBN 978-5-4439-1249-3.
2. Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года – URL: <http://static.government.ru/media/files/G3hz.pdf>
3. Агравал, А. Искусственный интеллект на службе бизнеса. Как машинное прогнозирование помогает принимать решения / А. Агравал, А. Голдфарб, Д. Ганс. – Москва : 2019. – 336 с. – 978-5-00117-881-1.
4. Гудфеллоу, Я. Глубокое обучение / Я. Гудфеллоу, И. Бенджио, А. Курвилль. – Москва : ДМК Пресс, 2018. – 652 с. – ISBN 978-5-97060-618-6.
5. Элбон, К. Машинное обучение с использованием Python / К. Элбон. – Санкт-Петербург : 2019. – 384 с. – ISBN 978-5-9775-4056-8.

ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РАПСА ЯРОВОГО НА ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ МАСЛОСЕМЯН

С.Ю. Храмченко, науч. сотрудник

*РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,
г. Жодино, Республика Беларусь*

Аннотация: В статье представлены результаты комплексных исследований по влиянию сроков сева, доз азотных удобрений и фунгицидов на урожайность маслосемян рапса ярового. Изучены нормы и сроки внесения фунгицидов Пиктор и Титул Дуо при трех сроках сева на трех уровнях азотного питания (N_{60} , N_{120} и $N_{(120+60)}$).

Abstract: The results of complex research on the influence of sowing terms, nitrogen fertilizer doses and fungicide application on the yield of spring rape oilseeds are presented in the article. The application rates and terms of Pictor and Titul Duo fungicide were studied at three levels of nitrogen nutrition (N_{60} , N_{120} and $N_{(120+60)}$) at three sowing terms.

Ключевые слова: сроки сева, дозы азотных удобрений, фунгициды, урожайность маслосемян.

Keywords: sowing terms, nitrogen fertilizer doses, fungicides, oil-seed yield.

Введение

Рапс является одной из наиболее ценной и продуктивной масличной культурой Беларуси. Для получения высоких урожаев рапса ярового разрабатываются современные технологии выращивания, которые включают в себя внесение высоких доз азотных удобрений, соблюдение сроков сева, применение фунгицидов, инсектицидов, регуляторов роста и др. [1].

Основная часть

Исследования проводились в 2021–2022 гг. на опытных полях РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в Смолевичском районе, Минской области. Почва опытного участка дерново-подзолистая связносупесчаная, подстилаемая с глубины более 100 см моренным суглинком. Предшественник рапса ярового – яровые зерновые культуры. Норма высева 1,7 млн. всхожих семян на гектар. Учетная площадь делянки – 20 м², повторность 4-кратная. Учет урожайности проводили методом сплошного об-

молота комбайном «Classic» поделяночно с пересчетом на 10 % влажность. Схема опыта по изучению фунгицидов включала пять вариантов с их внесением и один контрольный вариант (без обработки фунгицидов): 1. Контроль (без фунгицидов); 2. Пиктор (0,4 л/га) в фазу середина цветения рапса ярового (ДК 63-65); 3. Титул Дуо (0,32 л/га) в фазу середина цветения рапса ярового (ДК 63-65); 4. Пиктор (0,4 л/га) фазу зеленого стручка (ДК 73-75); 5. Титул Дуо (0,32 л/га) фазу зеленого стручка (ДК 73-75); 6. Пиктор (0,4 л/га) в фазу желтого бутона (ДК 58-59) + Титул Дуо (0,28 л/га) в фазу зеленого стручка (ДК 73-75). Фунгициды изучали при трех уровнях азотного питания (N_{60} , N_{120} и N_{120+60}) на фоне $P_{60}K_{120}$ и при трех сроках сева рапса ярового Яровит: первый (ранний) – при прогревании почвы на + 5 °C на глубину заделки семян, последующие спустя 14 и 28 дней после предыдущего. Технология возделывания рапса ярового на маслосемена общепринятая для данной зоны [2]. Закладку опытов и статистическую обработку данных проводили согласно методике полевого опыта Б.А. Доспехова (1985) [3].

В результате исследований (2021–2022 гг.) установлено, что наибольшее влияния на урожайность рапса ярового оказывают сроки сева и уровень азотного питания. Применение фунгицидов Пиктор, КС и Титул Дуо, ККР в посевах культуры было эффективным приемом в повышении урожайности маслосемян на всех сроках сева и уровнях азотного питания по отношению к контролю. Так, при первом (раннем) сроке сева и внесении азотных удобрений в дозе N_{60} прибавка урожайности по отношению к контролю составила от 1,0 до 3,7 ц/га или от 4,3 до 15,9 %, при внесении N_{120} – 0,9–3,7 ц/га или 3,4–14,0 %, а при N_{120+60} – 1,9–4,9 ц/га или 6,8–17,5 %, в зависимости от препарата и срока его внесения. При втором сроке сева урожайность рапса ярового с применением фунгицидов и при внесении азота в дозе N_{60} составила от 24,5 до 26,0 ц/га, при N_{120} от 25,3 до 28,1 ц/га, а при внесении N_{120+60} от 28,1 до 32,2 ц/га в зависимости от варианта опыта. При третьем (позднем) сроке сева урожайность культуры в среднем по вариантам опыта обработанных фунгицидами снизилась до 21,3 ц/га (N_{60}), 22,9 ц/га (N_{120}) и 23,1 ц/га (N_{120+60}), что ниже на 4,3 ц/га или на 16,8 %, 2,7 ц/га или на 10,5 % и 2,5 ц/га или на 9,8 %, соответственно, по сравнению с ранним (первым) сроком сева. Максимальная

урожайность маслосемян рапса ярового была получена при внесении фунгицида Пиктор (0,4 л/га) в фазу середина цветения культуры (ДК 63-65) при раннем сроке сева и на всех уровнях азотного питания: $N_{60} - 26,9$ ц/га, $N_{120} - 30,1$ ц/га и $N_{120+60} - 32,9$ ц/га.

Заключение

Таким образом, исследованиями установлено, что достоверное влияние на урожайность рапса ярового оказывают все изучаемые элементы технологии возделывания культуры: сроки сева, азотные удобрения и фунгициды. Выявлено, что в среднем за 2021–2022 гг. самую высокую урожайность маслосемян (30,1–32,9 ц/га) рапс яровой сформировал при раннем сроке сева, при внесении азотных удобрений (N_{120} и N_{120+60}) и фунгицида Пиктор (0,4 л/га) в фазу середина цветения культуры (ДК 63-65).

Список использованной литературы

1. Пилюк, Я.Э. Научные основы селекции и технологии возделывания рапса (*Brassica napus oleifera* Metzg.) в Беларуси / Я.Э. Пилюк / дис-ция д-ра с.-х. наук // Минск: ИООО «Право и экономика», 2021. – 80 с.
2. Организационно-технологические нормативы возделывания кормовых и технических культур: сборник отраслевых регламентов / Национальная академия наук Беларуси, Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию; рук. разработ.: Ф.И. Привалов [и др.]; под общ. ред. В.Г. Гусакова, Ф.И. Привалова. – Минск: Беларус. навука, 2012. – С. 380–396.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов /. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

УДК 631.171

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫМ РЕЖИМОМ В ТЕПЛИЦЕ

Е.С. Якубовская, ст. преподаватель,

К.О. Савицкая, студент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: В статье раскрыт алгоритм работы интеллектуальной системы управления температурным режимом в теплице.

Abstract: The article reveals the algorithm for the operation of an intelligent temperature control system in a greenhouse.

Ключевые слова: температура, теплица, система управления, объем автоматизации.

Keywords: temperature, greenhouse, control system, volume of automation.

Введение

Эффективность современного промышленного производства зависит от внедрения автоматизированных линии и процессов высокого уровня [1, с. 5]. В последнее время это системы, которые обеспечивают не только строго заданный алгоритм работы, но обеспечивают работу по нечеткому алгоритму с учетом факторов влияния внешних воздействий и условий. Т.е. системы становятся интеллектуальными. Однако реализация таких систем требует четкого анализа всех условий действия, моделирования реакции системы на изменения внешних условий и реализации такого интеллектуального управления с помощью современных технических средств.

Основная часть

Важнейшим параметром микроклимата в теплице является температура. Оптимальное значение температуры воздуха зависит от многих факторов и в первую очередь от выращиваемой культуры, стадии её развития и уровня освещённости растений [2, с. 260]. Причем в течение суток заданное значение температуры должно изменяться в соответствии с графиком рисунка 1. В ночное время суток температура $\theta_{\text{в}}$, поддерживается постоянной. За час до восхода солнца температуру в теплице необходимо повысить до величины $\theta_{2\text{в}}$, чтобы подсушить воздух, исключить конденсацию на растениях и плодах. Если погода пасмурная, то в течение всего светового дня поддерживается температура $\theta_{3\text{в}}$, равная температуре $\theta_{2\text{в}}$. В солнечную погоду необходимо повышать температуру в соответствии с величиной освещенности до $\theta_{4\text{в}}$. После этого необходимо открыть вентиляционные фрамуги, чтобы обеспечить понижение температуры благодаря вентиляции. Переход от дневной температуры к ночной осуществляется после захода солнца.

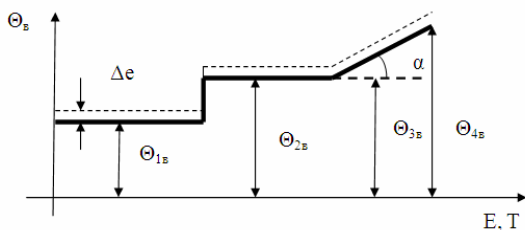


Рисунок 1 – График поддержания температуры воздуха θ_v в теплице в течение суток с учетом освещенности E и времени суток T

Такой алгоритм поддержания заданной температуры можно реализовать на базе контроллера, на который поступают сигналы с датчиков и который формирует управляющие сигналы на исполнительные механизмы согласно программе по «рецептуре» в соответствии с графиком рисунка 1. Объем автоматизации процесса поддержания температурного режима в теплице представлен на рисунке 2. При этом температура в теплице измеряется датчиком ТЕЗ, освещенность – ВЕ4, направление ветра ZS40, положение фрамуг – датчиками положения ZS. Открывать фрамуги сперва необходимо с подветренной стороны и затем с другой.

Таким образом, интеллектуальная система управления температурным режимом в теплице на базе контроллера обеспечит точное поддержание значения температуры в зависимости от времени суток и освещенности, но потребует разработки специального программного обеспечения.

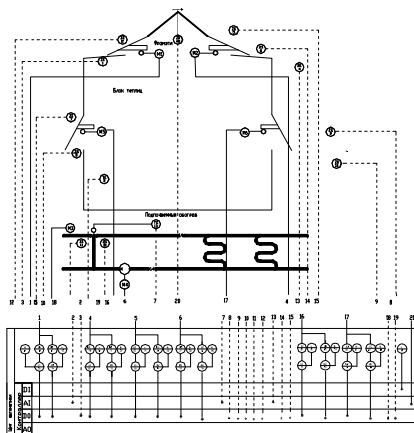


Рисунок 2 – Схема автоматизации управления температурным режимом теплицы

Список использованной литературы

1. Якубовская, Е.С. Проектирование систем автоматизации: учебное пособие / Е.С. Якубовская. – Минск : БГАТУ, 2018. – 360 с.
2. Фурсенко, С.Н. Автоматизация технологических процессов : учеб. пособие / С.Н. Фурсенко, Е.С. Якубовская, Е.С. Волкова. – Минск : Новое знание, М.: ИНФРА-м, 2015. – 376 с.

УДК 631.3

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПРИРОДНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ АГРЕГАТОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

А.С. Вороненко, магистрант

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: В статье дана оценка природно-производственных условий при возделывании картофеля.

Abstract: The article provides an assessment of the natural production conditions during potato cultivation.

Ключевые слова: эффективность, природные условия, анализ, картофель, природно-производственные условия, почвы, поля.

Keywords: efficiency, natural conditions, analysis, potatoes, natural production conditions, soils, fields

Введение

Одной из важнейших задач исследований в области использования сельскохозяйственной техники является выявление взаимосвязи системы «агрегат – среда».

Основная часть

Основными природными характеристиками условий использования техники являются: климатические особенности (температура воздуха, осадки); физико-механические свойства почвы (удельное тяговое сопротивление, твердость, влажность и т.д.); рельеф местности (уклон, изрезанность препятствиями); размер обрабатываемого участка (площадь полей, длина гона); засоренность почв камнями.

Организационные условия характеризуются направлением развития и сочетания отраслей предприятия, трудовыми ресурсами, энерго- и машинооснащенностью, уровнем механизации производственных процессов.

По природно-климатическим условиям использования техники при возделывании картофеля территория Республики Беларусь условно разделена на зоны: северную (Витебская область, северо-западная Минской и северная часть Гродненской области) – прохладную и влажную; южную (охватывает большую часть территории Брестской и Гомельской областей) – более теплую, с неустойчивым водным режимом; среднюю (Минская, Могилевская, северная и центральная части Гродненской области) – умеренно теплую и наиболее благоприятную.

Продолжительность периода с благоприятными погодными условиями для вегетации картофеля в Витебской области составляет 131–137 дней, в Минской и Могилевской – 137–147, Гродненской – 140–151, Брестской и Гомельской – 147–155 дней. Период вегетации картофеля сокращается в связи с поздними весенними и ранними осенними заморозками, поэтому весенние предпосевные работы возможны после того, как сойдет устойчивый снежный покров, и успешно ведутся при просыхании верхнего слоя почвы (10–12 см) до мягкопластичного состояния, которое наступает в южной зоне 20–30 апреля, центральной – 25 апреля – 5 мая, а в северной – 2–13 мая. В зависимости от погодных условий почва может просохнуть и прогреться на 10–15 дней позже или раньше многолетних средних дат.

По метеорологическим наблюдениям, в Витебской области, на возвышенных частях Минской и Гродненской, севере Могилевской области первый заморозок наступает в конце сентября. Поэтому массовую уборку картофеля в этих районах проводят во второй половине сентября и завершают в начале октября. В конце сентября – начале октября отмечены заморозки по Могилевской, низменным и равнинным частям Минской и Гомельской областей. На большей территории Брестской и Гомельской областей заморозки начинаются в первой декаде октября. Таким образом, с учетом температурных условий в целом по республике весь картофель должен быть убран к 10 октября.

Среднегодовое количество осадков в южной зоне – 500–550 мм, в центральной – 550–620 мм, в северной – 600–650 мм. За год в среднем осадки превышают испарения, однако, в течение первых месяцев вегетационного периода нередко влаги испаряется больше, чем выпадает с осадками. Сумма активных температур свыше 10°C составляет в северной зоне 2000–2220 °C, в центральной возрастает до 2200–2400, а в южной – до 2400–2600 °C.

Значительная часть пахотных массивов республики (24,15 %) представлена контурами с длиной гона до 400 м. Наиболее характерны в этом отношении районы Витебской и Брестской областей. Рабочие участки с длиной гона свыше 600 м составляют 39,48 % общей площади.

Почвы, встречающиеся на угодьях сельскохозяйственного пользования, весьма разнообразны. Однако на фоне общей пестроты в составе сельскохозяйственных земель преобладают дерново-подзолистые почвы, занимающие 71,4 % всей территории. Автоморфные дерново-подзолистые почвы 34,2 % площади сельскохозяйственных земель и 47,0 % пашни. Дерново-подзолистые заболоченные почвы (37,2 % сельскохозяйственных земель и 40,5 % пашни) наиболее распространены в Витебской области (62,2 % пашни и 59,7 % сельскохозяйственных земель). Довольно широко распространены торфяно-болотные почвы (11,3 % сельскохозяйственных земель и 4,8 % пашни): в Гомельской и Брестской областях – 12 %, в Минской – 9, Гродненской – 2, а в Витебской и Могилевской областях – лишь 1% пашни.

По механическому составу преобладают легко- и среднесуглинистые, а также супесчаные почвы (около 85 % всех минеральных пахотных земель) с удельным сопротивлением 38–52 кН/м². Поля с уклоном более 3° занимают около 17 % всех пахотных земель.

Эффективность использования машинно-тракторных агрегатов во многом зависит от контурности пахотных земель. В среднем по республике контурность сельскохозяйственных земель составляет 7,0 га, при этом средний размер пахотных земель 12,2 га. Среди областей контурность пахотных земель распределена – Гомельская – 19,0 га, Могилевская – 18,2 га, Минская – 16,1 га, Гродненская – 16,0 га и Брестская – 13,9 га. На общем фоне по размерам контуров сильно контрастирует Витебская область – 6,0 га. Научкой и практикой установлено, что отрицательное влияние контурности пахотных

земель сказывается на размере рабочего участка менее 25 га. Это связано с тем, что на небольших по площади участках снижается производительность техники, затрудняется качественная обработка почв, уборка урожая, что в конечном итоге приводит к снижению производительной способности почв. Максимальное снижение урожайности на участках, имеющих площадь 1–2 га достигает 26–28 %.

Характерной особенностью природных условий РБ является большая изрезанность полей препятствиями, составляющая около 27 %. Для значительной части Беларуси характерна завалуненность пашни и других сельскохозяйственных угодий. В целом по республике среди пахотных земель сельхозпредприятий каменистые земли занимают 506 тыс. га, что составляет 9,9 % от общей площади. Наибольшие площади каменистых земель в Минской – 271 тыс. га и Витебской – 156 тыс. га областях. Менее всего – в Могилевской (около 9 тыс. га) и Гомельской (1,4 тыс. га) областях.

В настоящее время 7,25 % площади сельскохозяйственных земель республики подвержено эрозии. Эродированные почвы приурочены преимущественно к пахотным землям 479,5 тыс. га (9,4 % от общей площади). Из всех эродированных почв на долю водной приходится 7,1 %, ветровой (дефляции) – 1,3 %. Намытые почвы занимают 52,5 тыс. га (1,0 %). Кроме того, 41,2 % пахотных земель относят к дефляционноопасным, наибольшую площадь которых занимают минеральные почвы (35,7 %). Среди областей республики доля эродированных почв к общей площади пашни распределяется следующим образом: Гродненская – 13,4 %, Могилевская – 11,2 %, Витебская – 10,7 %, Минская – 9,9 %, Брестская – 6 %, Гомельская – 4 %. При этом водная преобладает в северной и центральной частях республики.

Заключение

Статистический анализ природных условий работы машинно-тракторных агрегатов в РБ показывает, что они могут рассматриваться как случайные величины. Используя методы описательной статистики для природно-производственных условий РБ (классы длины гона, удельное сопротивление почвы, углы уклона местности, каменистость, изрезанность препятствиями) были установлены законы распределения, вычислены параметры и функции плотности вероятностей, а также числовые характеристики – математические ожидания и дисперсии.

Список использованной литературы

1. Факторы, влияющие на состав МТП и эффективность использования технических средств / А.С. Вороненко, А.В. Кохович, Т.А. Непарко // Сб.: Перспективная техника и технологии в агропромышленном комплексе : материалы Международной научной конференции студентов, магистрантов и аспирантов (Минск, 13–14 апреля 2023 года) / редкол.: И.С. Крук [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2023. – С. 34–37.

2. Система машин как фактор развития отрасли растениеводства / А.С. Вороненко, А.В. Кохович, Т.А. Непарко // Сб.: Перспективная техника и технологии в агропромышленном комплексе : материалы Международной научной конференции студентов, магистрантов и аспирантов (Минск, 13–14 апреля 2023 года) / редкол.: И.С. Крук [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2023. – С. 108–111.

3. Анализ внедрения почвообрабатывающих агрегатов в системе точного земледелия с использованием энергонасыщенных тракторов / А.С. Вороненко, Т.А. Непарко // Сб.: Перспективная техника и технологии в агропромышленном комплексе : материалы Международной научной конференции студентов, магистрантов и аспирантов (Минск, 13–14 апреля 2023 года) / редкол.: И.С. Крук [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2023. – С. 119–123.

УДК: 633.2

ВНЕДРЕНИЕ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ ТРАВосмЕСЕЙ ИЗ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА КОРМОВЫЕ ЦЕЛИ В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

И.В. Беркаль, канд. с.-х. наук, доцент,

О.П. Ран, канд. с.-х. наук, доцент

ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск,

Российская Федерация

berkal66@mail.ru

Аннотация: Амурская область является важным производителем продукции растениеводства и животноводства для зоны Дальнего Востока. Возделывание многолетних трав для производства зеленых, грубых, сочных и концентрированных кормов обеспечивается достаточно благоприятными почвенно-климатическими ре-

сурсами. В статье представлена урожайность многолетних трав в Амурской области.

Abstract: The Amur Region is an important producer of crop and livestock products for the Far East. Cultivation of perennial grasses for the production of green, rough, juicy and concentrated fodder is provided by sufficiently favorable soil and climatic resources. The article presents the yield of perennial grasses in the Amur Region.

Ключевые слова: Многолетние травы, травосмеси, урожайность многолетних трав.

Keywords: Perennial grasses, grass mixtures, yield of perennial grasses.

Введение

Корма из многолетних трав в Амурской области получают в основном на естественны и сеяных лугах в чистом виде злаковых и бобовых, а также злаково-бобовых смесей из костреца безостого, тимopheевки луговой, люцерны, клевера лугового и других компонентов [1].

Исходя из агротехнических и организационно-хозяйственных требований площадь пашни для производства кормов должна составить 30–35 % от всей посевной площади. В структуре посевных кормовых культур 60–65 % должны занимать многолетние травы, но особенно в них осуществляется низкая урожайность. Основными путями решения этих проблем является внедрение высокопродуктивных травосмесей из многолетних трав на кормовые цели в Амурской области [2].

Основная часть

Высокое кормовое достоинство кострецово-люцерновых травосмесей объясняется тем, что бобовые травы содержат много белка, стабилизируют посевные площади кормовых культур, восстанавливают почвенное плодородие.

Устойчивые урожаи травосмесей объясняются тем, что они более успешно противостоят неблагоприятным условиям и сорнякам. Травостой только одних злаковых или бобовых обычно более засорен, чем травостой бобово-злаковых смесей.

Преимущество бобово-злаковых травосмесей и в том, что при изреживании бобовых трав их место занимают более устойчивые и долголетние злаковые. В то же время вследствие неравномерного роста и развития бобовых и злаковых трав при высеve в травосмеси для каждого ее компонента создаются более благоприятные условия

использования питательных веществ и почвенной влаги, что обеспечивает больший урожай сена и лучшее отрастание трав после укоса.

Состав травосмеси устанавливают в зависимости от природных условий. В нее включают наиболее урожайные в данном регионе бобовые и злаковые травы. Посев травосмесей дает возможность впервые же годы создать мощный травостой [3].

При изучении различных соотношений многолетних трав из злаково-бобовых травосмесей костреца безостого и люцерны урожайность сеяного травостоя в среднем за 3 года в контрольном варианте – (кострец безостый 14 + люцерна 8 кг/га,) рекомендован Зональной системой земледелия Амурской области, 1985 г. – урожайность составила – 24,5 ц/га сухого вещества без применения удобрений. При снижении норм высева костреца безостого до 9,8 кг/га и люцерны 6,4 кг/га получена наименьшая урожайность среди изучаемых вариантов и составила 20,3 ц/га сухого вещества, что на 17,1% ниже, чем в контрольном варианте.

В вариантах кострец безостый, 14,0 +люцерна, 6,4 кг/га; кострец безостый, 9,8 + люцерна, 8,0 кг/га и кострец безостый 18,2 + люцерна, 6,4 кг/га урожайность была близка к контрольному варианту.

В вариантах кострец безостый, 18,2 +люцерна, 8,0 кг/га и кострец безостый, 14,0 +люцерна, 9,6 кг/га прибавка была выше 7,8–12,4 %, по сравнению с контрольным вариантом (кострец безостый, 14,0 +люцерна, 8,0 кг/га).

Наибольший урожай – 28,6 ц/га сухого вещества был в варианте кострец безостый, 18,2 +люцерна, 9,6 кг/га, что на 4,1 ц/га или 16,7 % выше контрольного варианта.

Заключение

В связи с приоритетным развитием животноводства актуально внедрение злаково-бобовых в научно обоснованные кормовые севообороты, которые сократят дефицит белка, снижат себестоимость животноводческой продукции. Кострецово-люцерная травосмесь кострец безостый, 18,2 +люцерна, 9,6 кг/га – экономически эффективная, имеющая огромное значение в системе устойчивого сельского хозяйства, в решении проблемы производства энергонасыщенных высокобелковых кормов.

Список использованной литературы

1. Беркаль, И.В. Старовозрастной травостой костреца безостого и люцерны в южной зоне Амурской области /И.В. Беркаль // матер.

II всерос. науч.-практ. конф. (Благовещенск, 11 апреля 2018 г.). В 2ч. Ч.1. – Благовещенск: Изд-во Дальневосточного гос. аграрного ун-та, 2018. – С. 5.

2 .Беркаль И.В. Возделывание многолетних трав на пахотных землях в южной зоне Амурской области / И.В. Беркаль, А.П. Емельянов // Адаптивные технологии в растениеводстве Амурской области: сб.науч.тр.Даль ГАУ, 2006. – Вып. 2. – С. 113–118.

3. Иванова Е.П. Проблемы и перспективы возделывания люцерны на Дальнем Востоке / Кормопроизводство, 2021. – №7. – С. 26–29]. Иванова Е.П. К истории возделывания люцерны на Дальнем Востоке / Е.П. Иванова, Л.Г. Яюк // Дальневосточный аграрный вестник, 2021. – № 2 (58). – С. 36–47.

UDC 631.333

EFFICIENT TECHNOLOGIES FOR SPREADING OF LIQUID MANURE

N.V. Dakuko, senior teacher,

A.V. Piotukh, master degree student,

*EI «Belarusian State Agrarian Technical University»,
Minsk, Republic of Belarus*

Abstract: The article describes the innovations for spreading technologies of liquid manure. It highlights the advantages of Vogelsang spreading technology and NIR sensors.

Keywords: manure spreaders, liquid manure, calibration, soil, distribute, Vogelsang spreading technology, NIR technology, apply.

Introduction

Manure spreaders are used to apply manure uniformly, effectively and consistently from load to load. Having the right selection and calibration of the manure spreader ensures the optimal use and functionality of the manure.

Main body

There are a variety of spreader systems available with different calibration methods. However, manure application systems usually fall into one of the three categories:

1. Solid manure systems that store, move and spread manure on soil;

2. Liquid manure systems that apply manure to soil's surface;
3. Liquid manure systems that inject manure into your soil, below the surface.

Part of manure management is knowing how much manure is being spread. Knowing the amount of manure spread at a planned rate helps plants nutrients and allows to adjust the amount of fertiliser needed.

It is important to remember to spread the manure as evenly as possible. This avoids the field getting excessive nutrients while other parts may not be getting enough. This also prevents any accumulation of excess nutrients in the fields.

Liquid manure systems are for manure that contains less than 10% solids. A tank wagon with splash plates is used to surface the manure. Often, this type of method leads to a non-uniform spreading with a lot of odour. But there are several types of attachments you can use to improve the uniformity and tanker performance.

Brooms can be added to the dispenser with nozzles and drop hoses to help distribute a more uniform and odourless layer.

Other types of applications include direct injection or immediate incorporation of manure into the soil. These spreaders achieve greater manure use and reduce nutrient loss from volatilisation, runoff and odour. Depending on what type of manure spreader system are used, different calibration methods need to apply to guarantee the system is operating to its fullest potential. Calibration is important for the correct amount of nutrients being delivered to the crops.

Wherever liquid manure is used in agriculture, it is essential to distribute this organic fertilizer precisely and with minimal loss and emissions. It is therefore best to distribute the liquid manure close to the ground or to incorporate it directly into the soil.

Vogelsang technology is now gaining popularity. Vogelsang spreading technology is divided into several categories:

1. Dribble bar systems: There are various dribble hose systems for low-level, low-emission liquid manure spreading from a tanker (SwingUp, SwingMax, UniSpread) and for self-propelled vehicles (Compax).
2. Trailing shoe systems: The trailing shoe on the BlackBird, SwingUp Slide and SwingMax Slide linkage divides growing plants during the spreading process and deposits the liquid manure on the soil for an efficient use of nutrients.

3. Umbilical systems: With BackPac liquid manure spreading via an umbilical system opens up a whole new dimension, presenting a high-efficiency alternative especially for farms with rolling hills.

4. Precision distributors: The precise DosiMat and ExaCut precision distributors enable highly specific distribution for various spreading technologies.

5. Soil cultivation: Whether used as an equipment kit for tillage devices (SynCult) or as a stand-alone machine (XTill), these spreading variants provide major advantages for larger agricultural operations, thanks to their combination of two work processes [1].

NIR technology makes liquid manures true value visible. Since NIR sensors have become widely available, the nutrient content can be measured and the uncertainty around their application is much lower. As a result, we no longer speak of the mass of liquid manure in cubic metres, but of the amount of nutrients in kilograms.

Liquid manure is a nutrient-rich organic fertiliser. But until now, natural variance and rapid settling left the success nutrient application to chance. With NIR sensors, such as the John Deere HarvestLab, liquid manure can be applied as needed based on nutrient targets and limits for N, P and K in kg/ha [2].

The sensor provides statistically secure data in real time. Errors that usually occur during manual sample collection (such as, for example, oxygen or heat exposure before the sample arrives at the laboratory) are eliminated. In addition, all data is displayed in real time and documented site-specifically. This allows the operator to adjust machine settings and optimises automated machine operations in the field. The accuracy of an NIR sensor measurement compared to a laboratory sample does not play the decisive role here. What is much more important is the new way the NIR sensor makes it possible to work. With the NIR sensor it is possible to get a value for every second when applying. The NIR sensor enables farmers and contractors to determine the three important nutrient levels in the slurry continuously and in real time [3].

Conclusion

Mentioned technologies help reduce fertilizer costs. The wide range of spreading technologies ensures optimized work processes with minimum time. Combined with soil cultivation, highly efficient units for

directly incorporating the liquid manure ensure exceptionally low-emission and economic spreading of this resource.

References

1. Powerful technology for efficient spreading of liquid manure [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.vogelsang.info/int/products/spreading-technology/>. – Date of access: 20.09.2023.

2. Thanks to the NIR sensor we can close the nutrient cycle [Electronic resource]. – Mode of access: <https://thefurrow.co.uk/thanks-to-the-nir-sensor-we-can-close-the-nutrient-cycle/>. – Date of access: 01.10.2023.

3. NIR technology makes liquid manures true value visible [Electronic resource]. – Mode of access: <https://thefurrow.co.uk/nir-technology-makes-liquid-manures-true-value-visible/>. – Date of access: 05.10.2023.

UDK 633.8

MICRONUTRIENTS IN RAPESEED CROPS

T.V. Zubkova, associate professor,

M.Yu. Zmeikina, student,

M.D. Butov, student

Federal State Educational Institution of Higher Education «Yelets State University named after I.A. Bunin», Yelets, Russian Federation

Abstract: Trace elements are involved in almost all processes of plant life, despite the fact that they need very small amounts. The lack of trace elements in the soil does not lead to the death of plants, but is the cause of a decrease in the rate of their development. In the end, the plants do not realize their capabilities and give a low and low-quality crop. To solve this problem quickly, you can use foliar fertilizing with microfertilizers. The purpose of this study was to assess the impact of foliar fertilizing at different times with new types of complex microfertilizers on the productivity of spring rapeseed and the quality of its oilseeds. The experiments were carried out in the Lipetsk Region in Russia in 2019 and 2020 on Rif spring oilseed rape variety. The research results showed that processing foliar fertilization in the rosette stage with further feeding in the bud-formation phase were most effective. Because of

the provision with microelements, vegetative plants were able to synthesize a full complex of enzymes. Plantafol 20:20:20 and Plantafol 5:15:45 micronutrient fertilizers provided the maximum increase in the rapeseed yield with double-spray processing, yielding 2.05 and 1.94 t/ha, respectively, and exceeding the control crops by 0.64 and 0.53 t/ha, respectively.

Keywords: oilseed rape, micronutrient fertilizers, crop yield, oil content, biometric indicators.

Oilseeds are the most valuable agricultural crops in the world trade. Expansion of the range, of oilseeds grown types which allows for providing the population with a variety of very useful vegetable oils of local production [3].

Oilseed rape (canola) is an indispensable crop that is used in many different fields, including the edible oil production. This crop is one of the most popular oilseeds in Europe [2]. According to Food and Agricultural Organization, the annual worldwide rapeseed oil production ranges from 15 to 16 million tons, trailing only soybean and palm oil. The growing demand for rapeseed oil and favorable world market conditions contribute to the development of oilseed rape cultivation.

Nowadays, foliar feeding is actively used in cropping systems particular under adverse climatic conditions or severe minerals deficiency. Foliar feeding contributes to increased oil content in the seeds, improve oil quality and increase the crop yield of oilseeds [1].

The purpose of this study was to assess the impact of foliar fertilizing at different times with new types of complex microfertilizers on the productivity of spring rapeseed and the quality of its oilseeds in the conditions of the Central Black Earth zone of Russia. The effectiveness of foliar fertilizing with microfertilizers was evaluated by such indicators as an increase in the yield of spring rapeseed, an increase in the quality of oilseeds, an increase in the gross oil harvest per hectare and a reduction in the cost of finished products.

The effectiveness of foliar fertilizing with microfertilizers was evaluated by such indicators as increasing the yield of spring rapeseed, improving the quality of oilseeds, increasing the gross oil harvest per hectare and reducing the cost of finished products.

All micronutrient fertilizers studied in the experiment had a positive effect on crop yield. Micronutrient fertilization of rapeseed plants in the

rosette stage contributed to increased productivity by 13.5% on average for research options, increasing it by 20.7% in case of feeding in the bud-formation stage and by 32% in case of double-spray application compared to the control option. Double-spray fertilization with Plantafol 20:20:20 and Plantafol 5:15:45 provided the maximum increase in the yield, amounting to 2.05 and 1.94 t/ha, respectively, and exceeding the control option by 0.64 and 0.53 t/ha.

The application of micronutrient fertilizers had a positive effect on the oil content of rape seeds. This indicator ranged within 43.73-43.77%. The maximum gross oil yield was provided by double-spray fertilization. The largest amount of oil was collected when plants were treated with Plantafol 20:20:20 (0.77 t/ha), slightly less oil was obtained in the options of feeding with Life Force (0.71 t/ha) and Plantafol 5:15:45 (0.72 t/ha).

Evaluation of the economic efficiency of the use of foliar fertilizing with microfertilizers on rapeseed crops allowed us to establish that the use of all microfertilizers was cost-effective in relation to the control. It should be noted that the highest net income (\$430 / ha), the highest level of profitability (107,2 %) and the lowest cost of 1 ton of seeds (\$196/t.) were observed when using Plantafol 20:20:20 microfertilizer.

The use of Plantafol 20:20:20 microfertilizer on rapeseed crops contributed to a more significant net income than on other options. Compared to the control, the treatment of rapeseed plants with Plantafol 20:20:20 microfertilizer increased net income by 257 \$/ha, and provided a cost reduction of 87 \$/t. At the same time, the level of profitability in comparison with the control in this variant increased by almost 63.8 %.

Besides that the treatment of spring rapeseed plants with microfertilizers contributed to the reduction of the vegetation season. Single-staged fertilizations reduced its duration by 2-3 days, while double-spray fertilizations reduced its duration by 3-5 days, what is important in the technology of rapeseed cultivation.

Studies conducted in the experiment have established high productivity and economic efficiency in foliar treatment of spring rapeseed plants in the rosette phase and the subsequent budding phase with Plantafol 20:20:20 microfertilizer at a dose of 1 kg/ha in the Central Black Earth Region of Russia.

Further research is needed to determine the best combinations of the studied microfertilizers to assess their impact on the productivity of

spring rapeseed plants. There is also a need to identify changes that occur at different stages of plant development, using biochemical analyses.

REFERENCES

1. Dubrovina, O.A., Zubkova, T.V., Vinogradov, D.V. Accumulation of microelements in spring oilseed rape plants using chicken manure and zeolite. Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after P.A.Kostychev, 4, 17–23, 2020.
2. Woźniak, E., Waszkowska, E., Zimny, T., Sowa, S., Twardowski, T. The Rapeseed Potential in Poland and Germany in the Context of Production, Legislation, and Intellectual Property. Front. Plant Sci., 10, 1423, 2019. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01423>
3. Zubkova, T.V., Gulidova, V.A. Application of micronutrient fertilizers in the form of foliar feeding on spring rapeseed. Fruit and Berry Growing in Russia, 40(1), 138–141, 2014.

УДК 631.3

ОБОБЩЕННАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА КАРТОФЕЛЯ

А.С. Вороненко, магистрант

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: В статье рассматриваются перспективные технологии производства картофеля.

Abstract: The article discusses promising potato production technologies.

Ключевые слова: картофель, ресурсосбережения, производство, показатели, снижение затрат, почва, производительность.

Keywords: potatoes, resource saving, production, performance, cost reduction, soil, productivity.

Введение

В настоящее время позитивные резервы интенсификации сельского хозяйства практически исчерпаны, вместе с тем нарастают негативные последствия применения интенсивных технологий:

снижение факторов плодородия почвы, ее разрушение и деградация, в том числе вследствие использования тяжелой техники и интенсивной механической обработки земель, загрязнения природной среды остатками химикатов.

Крупнотоварная технология производства картофеля – это сложная аграрно-техническая система, сложность которой определяют включение в ее состав частей различной физической природы, взаимодействующих для запланированного результата, а также то, что ею нельзя управлять динамически, как трактором, а можно лишь изменять ее параметры – схемы размещения растений, нормы посадки клубней, нормы внесения удобрений и химикатов, сроки начала и продолжительности уборки.

Снижение рентабельности производства картофеля ставит задачи создания технологии с комплексной экономией расходуемых ресурсов. Вместе с тем многие приемы эффективного влияния на уровень урожайности и качество картофеля не требуют значительных капиталовложений. Главное – подбор почв по оптимальному механическому составу и кислотности, соблюдение севооборота, своевременность выполнения операций.

Для максимального приспособления ресурсосберегающих технологий возделывания картофеля к условиям их применения необходима точность принятия решений, которая затруднительна по результатам полевых опытов. Эти результаты необходимо дополнить компьютерными технологиями, предназначенными для решения задач формирования технологий возделывания картофеля на основе системообразующих признаков.

Обоснование ресурсосберегающих технологий производства картофеля с учетом урожайности и основных природно-производственных условий произведено по разработанному алгоритму. Возможные варианты определены для перспективного комплекса машин и наиболее характерных природных условий Республики Беларусь. С целью определения эффективности возможных путей сокращения затрат ресурсов произведена сравнительная оценка вариантов технологий возделывания картофеля на дерново-подзолистых суглинистых почвах. В качестве базового варианта приняли типовую технологическую карту. Виды и нормы внесения удобрений и пестицидов рассчитаны по зачетной урожайности для соответствующего варианта технологий.

Перспективные варианты, разработанные в соответствии с методикой формирования рациональной системы машин и рекомендациями РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства».

Результаты анализа показали, что высокую эффективность при возделывании картофеля обеспечивают промежуточные культуры (редька масличная, горчица, рапс, люпин), выращиваемые пожнивно в качестве сидератов, которые равноценны 30–35 т/га хороших органических удобрений, имеют большое фитосанитарное значение для борьбы с сорняками, нематодой, корневыми гнилями, эффективно оздоравливают почву от инфекции ризоктониоза и парши, разуплотняют плужную подошву и уплотнения по следам тракторов, машин и орудий, предотвращают водную и ветровую эрозию почвы и являются лучшими предшественниками для картофеля. Особое место в структуре потребляемых ресурсов занимают семена. Рекомендуемые нормы посадки картофеля 3,5–4,5 т/га. Однако в соответствии с рекомендациями РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» для получения рационального урожая посадочные нормы, установленные с учетом оптимального стеблестоя, необходимо также уточнять с учетом биологических особенностей сортов, что позволит снизить нормы посадки на 30–50 %: Гранат – 3,4–3,6 т/га; Росинка – 3,4–3,5; Орленок – 3,0–3,2; Белорусский 3 – 2,9–3,0; Ласунак – 2,2–2,3; Сантэ – 2,1–2,3 т/га.

Заключение

Большие резервы снижения затрат ресурсов содержатся в выборе состава и режимов работы технических средств. Для обоснования перспективных направлений ресурсосбережения и повышения эффективности производства картофеля выполнен анализ по следующим технологическим процессам: основная и предпосевная обработка почвы с внесением удобрений; посадка; уход за посадками с проведением химической обработки; уборка.

Список использованной литературы

1. Технология возделывания картофеля при широкорядных посадках (90 см) / С.А. Банадысев, В.В. Малашенок, Л.Ф. Ханко и др. – Мн., 1998. – 21 с.
2. Грядово-ленточная технология возделывания картофеля на минеральных осушенных землях Нечерноземной зоны РСФСР / Центр НТИПиР. – М., 1988. – 45 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ СЛОЖНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОПЕРАЦИЙ

Т.А. Непарко¹, канд. техн. наук, доцент,

В.В. Терентьев², канд. техн. наук, доцент

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

²ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический
университет имени П.А. Костычева»,
г. Рязань, Российская Федерация

Аннотация: Статья посвящена проблеме повышения эффективности выполнения сложных производственных операций на примере уборки зерновых культур. Разработана методика, позволяющая более рационально использовать сельскохозяйственную технику во всех звеньях, уменьшить ущерб от снижения производительности машин и увеличения сроков уборки.

Abstract: The article is devoted to the problem of increasing the efficiency of complex production operations on the example of grain harvesting. A method has been developed that makes it possible to use agricultural machinery more efficiently at all levels, reduce the damage caused by reduced productivity of machines and increase the time of harvesting.

Ключевые слова: погрузочно-транспортные средства, поточность, технологическая линия, производительность, уборочно-транспортный комплекс.

Keywords: loading and transport vehicles, flow rate, production line, productivity, harvesting and transport complex.

Введение

Удельный вес затрат на погрузочно-транспортные работы при выполнении сложных производственных операций при возделывании зерновых в условиях Республики Беларусь составляет 15–20 %. Для оценки эффективности функционирования погрузочно-транспортных средств предложен комплексный критерий, учитывающий эксплуатационно-экономические и агротехнические показатели качества работы. Поточная линия уборки зерновых культур рассмотрена, как отдельные технологические операции (подсистемы $i = 1, 2, \dots, m$), выполняемые последовательно комплексом машин.

Такая линия обладает высокой стохастичностью свойств и режимов функционирования. Замкнутость комплекса машин представлена как многофазная система с ограниченным распределением ресурсов, критерием оптимизации которой служит минимализация общих потерь, как от простоя уборочного комплекса, так и ущерба от объема невыполненной работы из-за снижения производительности машин.

Основная часть

Пусть Θ – ожидаемый валовой сбор биологического урожая и уборочно-транспортный комплекс разделен на i подсистемы.

Потери, связанные с функционированием уборочной подсистемы ($i = 1$), составят

$$P_1 = \Theta - Q_1 D = \Theta - W_1 n_1 \tau_1 T_{\text{см}} D,$$

где Q_1 – ежедневный сбор зерна в $i = 1$ подсистеме; D – агротехнические сроки уборки; W_1 – фактическая часовая производительность; n_1 – количество уборочных агрегатов; τ_1 – коэффициент использования времени смены подсистемы; $T_{\text{см}}$ – продолжительность смены.

Потери, связанные с функционированием погрузочно-разгрузочных ($i = 2$) подсистем,

$$P_2 = D(Q_1 - Q_2) = D \left[Q_1 - (V_{\text{т}} \lambda_{\text{т}} \gamma \tau_2 T_{\text{см}} n_2 / t_{\text{ц2}}) \right], \quad (1)$$

потери, связанные с функционированием транспортной ($i = 3$) подсистемы,

$$P_3 = D(Q_2 - Q_3) = D \left[Q_2 - (V_{\text{к}} \lambda_{\text{к}} \gamma \tau_3 T_{\text{см}} n_3 / t_{\text{ц3}}) \right], \quad (2)$$

где Q_2, Q_3 – ежедневный объем погрузки-разгрузки и транспортных работ; $V_{\text{т}}, V_{\text{к}}$ – объем технологической емкости и кузова транспортного средства; $\lambda_{\text{т}}, \lambda_{\text{к}}$ – коэффициент использования объема технологической емкости и кузова; τ_2, τ_3 – коэффициент использования времени смены подсистемы; γ – объемная масса материала; n_2, n_3 – количество погрузочно-разгрузочных и транспортных средств; $t_{\text{ц2}}, t_{\text{ц3}}$ – продолжительность одного погрузочно-разгрузочного и транспортного цикла.

Чтобы потери P_2 и P_3 были минимальными, в уравнениях (1) и (2) должен быть максимально большой второй член в скобках правой части, т.е.

$$\min P_2 = \max(V_T \lambda_T \gamma \tau_2 T_{cm} n_2 / t_{ц2}), \quad (3)$$

$$\min P_3 = \max(V_K \lambda_K \gamma \tau_3 T_{cm} n_3 / t_{ц3}). \quad (4)$$

Естественно, что чем меньше продолжительность цикла, тем меньше надо погрузочно-разгрузочных и транспортных средств в $i=2$ и $i=3$ подсистемах и тем легче при заданном составе машин выполнить запланированный объем работ. Для выбора оптимальной стратегии управления уборочно-транспортным процессом при заданной интенсивности грузопотока определим, какие задачи управления строятся при варьировании численных значений переменных в выражениях (3) и (4). Поскольку величины $V_T \lambda_T \gamma$ и $V_K \lambda_K \gamma$ для выбранных погрузочно-разгрузочных средств постоянны, то оптимизация продолжительности цикла сводится к оптимизации скорости движения и расстояния условного рейса.

Оптимизация средней скорости перевозок сводится в основном к сокращению времени простоев в ожидании обслуживания:

$$T_{пр} = N \sum_{i=1}^m t_{ож\ i\ ср}, \quad (5)$$

где $N = \Theta / (V_K \lambda_K \gamma)$ – плановое количество рейсов транспортных средств за T_a ; $t_{ож\ i\ ср}$ – среднее время ожидания обслуживания транспортных средств в i -й подсистеме.

Общее время перемещения собранного урожая в поточной линии в течение агротехнического срока или суммарная производительность должны быть одинаковы во всех подсистемах:

$$W_i = W_{i+1} = \dots = W_m. \quad (6)$$

Для стационарного режима эксплуатации в поточных линиях при жестком взаимодействии технологических звеньев максимальный коэффициент использования времени смены достигает 0,7 [1].

Фактическое суммарное время работы машин за T_a

$$\sum_{i=1}^m T_{\Phi i} - T_a = 0 \quad \text{или} \quad T_{\Phi i} = T_a / m. \quad \text{Оптимальное время работы каж-}$$

дой подсистемы – необходимый, но недостаточный критерий оптимизации функционирования поточной линии. Следует найти оптимальный состав технических средств в каждой подсистеме. Для этого необходимо определить вероятность простоя машин в i -й подсистеме и с учетом этой вероятности рассчитать состав технических средств при минимуме потерь. Минимум потерь достигается применением гибких связей технологических звеньев в расчете на возможные отказы. Функционирование уборочного комплекса ($i=1$ и $i=2$ подсистем) в реальных условиях характеризуется жесткой связью. Тогда необходимое количество агрегатов n_2 в $i=2$ подсистеме:

$$n_2 \geq W_{n1} / (W_{n2} p_{n2}) + z' / (W_{p2} p_{p2}), \quad (7)$$

где W_{n1} – нормативная часовая производительность уборочного отряда; W_{n2} – средняя эксплуатационная производительность погрузочно-разгрузочного средства на уборке зерновой части урожая; p_{n2} – вероятность того, что все погрузочно-разгрузочные средства заняты в одном уборочном цикле; z' – количество рулонов (тюков) соломы в поле; W_{p2} – средняя эксплуатационная производительность погрузочно-разгрузочного средства на уборке незерновой части урожая; p_{p2} – вероятность того, что погрузочно-разгрузочные средства заняты на уборке незерновой части урожая.

Минимально допустимое количество погрузочно-разгрузочных средств в $i=2$ подсистеме, обеспечивающее непрерывность уборочного процесса в $i=1$ подсистеме, должно быть не менее $2n_2 / 3$.

Количество рулонов (тюков) n'_2 , ожидающих погрузки и вывоза с поля, определим из предположения, что уборочный комплекс работает в стационарном режиме с цикловой производительностью W_{n1} [2] $n'_2 = \ln p_{от} / \ln(W_{n1} / W_2) - \ln((W_{n1} / W_2) + 1)$, где $p_{от}$ – вероятность отказа или вероятность того, что вся незерновая часть урожая убрана.

Потребность в транспортных средствах n_3 для поддержания стационарного режима уборочного комплекса [2]:

$$n_3 = \ln p_{\text{от}} / \ln (W'_2 / W_3) - \ln ((W'_2 / W_3) + 1), \quad (8)$$

где W'_2 – масса зерна (незерновой части урожая), убранного в единицу времени; W_3 – цикловая производительность транспортной единицы.

Применение гибкой технологии и предложенной методики определения n_2 , n'_2 и n_3 при проектировании поточной линии позволяют достичь максимального использования потенциальных возможностей подсистем. Принимая во внимание, что транспортные средства выступают в роли связующего звена функционирования всех последующих подсистем ($i = 4, 5, \dots, m$), необходимо увязать их взаимодействие по производительности согласно уравнению (6) и выбрать оптимальный состав технических средств, обеспечивающих минимальные простои транспортных средств в ожидании обслуживания. Решение задачи сводится к минимизации общих C потерь от простоя уборочного комплекса, содержания и обслуживания погрузочно-транспортного парка за агротехнический срок и ущерба от объема невыполненной работы из-за снижения производительности машин в i -й подсистеме за T_a из-за простоев.

Общие потери для i -й подсистемы поточной линии составят

$$C = C_{\text{т}} T_{\text{пр т}} + \sum C_i T_a - N \sum C_i T_{\phi i} + E_{\text{н } i} / C_3 \Delta Q_i. \quad (9)$$

где $C_{\text{т}}, C_i$ – стоимость 1 ч простоя транспорта и технических средств уборочного отряда; $T_{\text{пр т}}$ – общее время простоя транспорта в ожидании обслуживания за агротехнический срок, определяемое из уравнения (5); $T_{\phi i} = \sum_{i=1}^m t_{\text{об } i \text{ ср}}$ – фактическое время работы обслуживающих подсистем транспорта за агротехнический срок; $t_{\text{об } i \text{ ср}}$ – среднее время обслуживания транспортной единицы в i -й подсистеме; $E_{\text{н } i}$ – нормативный коэффициент эффективности дополнительных капвложений; C_3 – себестоимость зерна; $\Delta Q_i = Q_i - Q_{\phi i}$ – объем невыполненной работы из-за снижения производительности машин в i -й подсистеме за T_a . Из уравнения (9) видно, что свести к минимуму общие потери для уборочно-транспортной поточной линии

можно как за счет исключения простоев техники, так и за счет уменьшения ущерба от снижения производительности машин из-за несогласованности работы уборочно-транспортного комплекса.

Заключение

Для повышения эффективности работы погрузочно-транспортных средств в поточной технологической линии на уборке зерновых культур необходимо свести до минимума простои техники во всех звеньях, так как эти простои приводят к увеличению ущерба от снижения производительности машин и сроков уборки.

Определить рациональное количество техники в подсистемах поточной технологической линии на уборке зерновых культур можно по зависимостям (7) и (8).

Список использованной литературы

1. Непарко Т.А. Моделирование взаимодействия технических средств при производстве механизированных работ // Агропанорама. – 2004. – № 3. – С. 14–16.
2. Дедков В.К., Северцев Н.А. Основные вопросы эксплуатации сложных систем: Учеб. пособие для вузов – Москва: Высшая школа, 1976. – 406 с.: ил.
3. Нагірний Ю.П. Обґрунтування інженерних рішень. – Київ.: Урожай, 1994. – 216 с.: ил.

УДК 633.62:697.947

ОЗОНИРОВАНИЕ КАК ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН СОРГО

**С.С. Морунова¹, педагог-организатор,
А.А. Гаврилова², канд. биол. наук, доцент,
Ю.В. Бочкарева³, канд. с.-х. наук, доцент,
Д.С. Семин³, канд. с.-х. наук**

¹МБУ ДО «ДДТ им. В.П. Чкалова»,
²г. Нижний Новгород, Российская Федерация

²ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет», г. Нижний Новгород, Российская Федерация

³ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», г. Саратов, Российская Федерация
Svetlana09nn@yandex.ru

Аннотация: Проведены исследования по изучению влияния озонирования на лабораторную всхожесть семян сахарного сорго

сорта «Шахерезада». Получены достоверные результаты, показывающие эффективность обработки озоном, выявлена оптимальная область доз озона, повышающая всхожесть на 20–30 % по сравнению с контролем. Поскольку остаточный озон довольно быстро распадается до кислорода, озонирование рассматривается как экологически чистый способ предпосевной обработки семян, не вызывающий загрязнения почвы и окружающей среды.

Abstract: Studies on the effect of ozone treatment on laboratory germination of sugar sorghum seeds of the variety "Shaherazada" were carried out. Reliable results showing the effectiveness of ozone treatment were obtained, the optimal area of ozone doses increasing germination by 20–30 % compared to the control was revealed. Since residual ozone decays to oxygen rather quickly, ozonization is considered as an environmentally friendly method of seed pre-sowing treatment that does not cause soil and environmental pollution.

Ключевые слова: семена, сорго, озон, предпосевная обработка.

Keywords: seeds, sorghum, ozone, pre-sowing seed treatment.

Введение

В технологии возделывания сельскохозяйственных культур важным этапом предпосевной обработки семян является протравливание химическими реагентами, которые загрязняют почву, грунтовые воды и в конечном счете отражаются на качестве самой сельскохозяйственной продукции. В последнее время все большее внимание уделяется более безопасным методам ведения сельскохозяйственного производства [6]. В качестве одной из наиболее перспективных экологически чистых технологий предпосевной обработки семян предлагается озонирование [1, 4].

Целью данного исследования было изучение влияния озона на всхожесть и энергию прорастания семян сорго *Sorghum saccharatum* Moench сорта «Шахерезада».

Основная часть

В наших исследованиях озон получали из кислорода воздуха методом барьерного разряда. Семена обрабатывали озоново-воздушной смесью (ОВС) при концентрации 300 мг/м³. Концентрацию озона в ОВС определяли йодометрическим и оптическим ме-

тодами при длине волны $\lambda = 254$ нм [5]. Длительность обработки озоном варьировалась от 5 до 40 минут с интервалом в пять минут. Дозу озона получали путем умножения концентрации на время воздействия, таким образом, были получены восемь вариантов доз: 1500, 3000, 4500, 6000, 7500, 9000, 10500 и 12000 мг·мин/м³. Обработку семян ОВС проводили однократно в специальной камере. Контрольные семена действию озона не подвергали. В качестве объекта исследования были выбраны семена сахарного сорго *Sorghum saccharatum* Moench сорта «Шахерезада», предоставленного ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», г. Саратов. Семена проращивали в темноте согласно ГОСТ 12038–84 [2] при температуре 25°C в течение 8-ми суток. Повторность в опытах пятикратная. Обработку полученных данных проводили стандартными методами [3] с использованием программы Microsoft Office Excel. Достоверность результатов оценивали по критерию Стьюдента при 5 %-ном уровне значимости ($P = 0,05$).

Результаты опыта приведены на рисунке. По оси ординат отложен процент к контролю всхожести семян на третий день, на 8-й день и энергия прорастания (на 4-й день). По оси абсцисс – логарифм дозы.

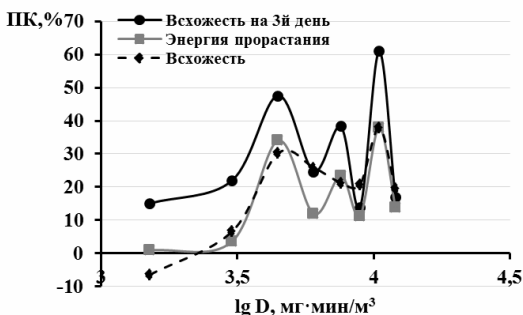


Рисунок – Влияние озона на всхожесть и энергию прорастания семян сорго

Полученные данные показывают, что наибольшая эффективность действия озона проявляется в первые дни прорастания (на третий день), когда достигается наибольший пик при дозе 4500 и 10500 мг·мин/м³ – 47,6 и 60,9 % соответственно. В целом область положительного действия озона на всхожесть семян сахарного сорго лежит в интервале от 4500 до 10500 мг·мин/м³. К восьмому дню

отличие опытных значений от контрольных для указанных ранее максимумов достигает 30,2 и 37,9 %, для промежуточных значений доз этот показатель лежит в пределах 20–25 %.

Заключение

В результате проведенных исследований было установлено, что озон стимулирует всхожесть семян сахарного сорго сорта «Шехерезада». Наибольший эффект достигается на третий день проращивания. Область оптимального положительного воздействия озона лежит в интервалах доз от 4500 до 10500 мг·мин/м³. Максимальные значения всхожести соответствуют дозам 4500 до 10500 мг·мин/м³, при которых этот показатель увеличивается на 30,2 и 37,9 % соответственно.

Список использованной литературы

1. Баскаков И.В. Влияние предпосевного озонирования семян на урожайность сельскохозяйственных культур. / И.В. Баскаков и др. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2019. – № 4(63). – С. 13–20.
2. ГОСТ 12038–84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. – М.: Стандартинформ, 2011. – С. 21.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 223–228.
4. Лящева С.В. Предпосевное озонирование семян озимой пшеницы как фактор стабилизации урожая. // С.В. Лящева и др. // Пути решения проблемы стабилизации урожая и качества продукции зерновых и кормовых культур: мат. междунар. науч. конф. (Кинель, 26–28 июль 2004 г.). – Кинель, 2004. – С. 21–23.
5. Перетягин С.П. К методике определения концентрации озона в газовой фазе / С.П. Перетягин, В.И. Карелин // Озон и методы эфферентной терапии в медицине: тез. докл. III Всерос. науч.-практич. конф., Н. Новгород, 16–18 сентября 1998. – Н. Новгород, 1998. – С. 225–226.
6. Федеральный закон № 280 – ФЗ «Об органической продукции и о внесении в отдельные законодательные акты Российской Федерации» / url: www.consultant.ru (3 августа 2018).

ВЛИЯНИЕ СИДЕРАТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ КАБАЧКОВ

Ю.В. Винокурова-Лабунская, соискатель

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

г. Минск, Республика Беларусь

cumiko@gmail.com

Аннотация: В докладе на конференции изложены результаты исследования о влиянии сидерат на урожайность плодов кабачка в специализированном овощном севообороте.

Abstract: The report at the conference presented the results of a study on the effect of green manure on the yield of zucchini fruits in specialized vegetable crop rotation.

Ключевые слова: урожайность, органические удобрения, сидерат, кабачок, севооборот.

Keywords: productivity, organic fertilizers, green manure, zucchini, crop rotation.

Введение

Характерной особенностью современного земледелия является нарастающий дисбаланс между поступлением и использованием органического вещества и элементов питания из почвы при выращивании овощных культур [1, 2].

Основная часть

Научно-исследовательская работа выполнена в рамках диссертационного исследования в БГАТУ в 2021 и 2022 гг. Полевые опыты проведены в специализированном овощном севообороте со следующим чередованием культур: в первый год – сидерат редька масличная 17,3 т/га с поступлением в почву N 71,7 кг/га, P 46 кг/га, K 106 кг/га, сидерат овес 28,7 т/га (N 189 кг/га, P 69 кг/га, K 186 кг/га), сидерат горох 22,8 т/га (N 152 кг/га, P 26 кг/га, K 93 кг/га); второй год – посадка кабачка, сорт «Бонус».

Повторность опытов 4 кратная, расположение вариантов рандомизированное, размер опытной делянки 7,5 м², расстояние между растениями 0,5 м, междурядье – 1 м.

Использование сидеральных фонов по разному оказывали влияние на урожайность и содержание нитратов в плодах кабачка (таблица).

Таблица. Влияние сидерат овса, редьки масличной и гороха на урожайность плодов кабачка в открытом грунте, среднее за 2022 г.

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка		НСР05
		К контролю		
		т/га	%	
Без удобрений (контроль)	32	-	-	-
Овес, 28,7 т/га	117,8	85,8	268	6,2
Редька масличная, 17,3 т/га	79,8	47,8	149	6,4
Горох, 22,8 т/га	72,7	40,7	127	17,8

Заключение

Фактическая разница между вариантами и контролем больше наименьшей существенной разности (НСР05), значит, сидераты как предшественник положительно повлияли на урожайность кабачка. При этом если сравнивать между собой варианты овес-масличная редька, овес-горох и масличная редька-горох, то фактическая разность в варианте масличная редька-горох $d < \text{НСР } 05$, т.е. разница незначительная.

Список использованных источников

1. Бекенова, У.С. Изучение влияние доз биогумуса на рост и развитие, урожайность сельскохозяйственных культур в лабораторных и полевых условиях [Электронный ресурс] / У.С. Бекенова, Ж.Ш. Жумадилова, Е.Ж. Шорабаев. // Молодой ученый. – 2017. – №46 (180). – С. 106–108. – Режим доступа: URL: <https://moluch.ru/archive/180/46295/>. – Дата доступа: 11.09.2023.

2. Кидин В.В. Органические удобрения. – М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2012. – 166 с.

УДК 631.3

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

А.С. Вороненко, магистрант

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: В статье рассматриваются факторы, влияющие на эффективность использования технических средств

Abstract: The article discusses the factors efficiency of the use of technical means.

Ключевые слова: эффективность, ресурсопотребление, оптимизация, показатели, почва, производительность.

Keywords: efficiency, resource consumption, optimization, indicators, soil, productivity

Введение

В зависимости от применяемых технических средств уровень ресурсопотребления варьируется в широких пределах. Исследования показывают, что в расчете на единицу выполняемой работы технико-экономические показатели наилучшего и наихудшего вариантов механизации производственных процессов могут отличаться более чем на 50 %. Поэтому предварительная проработка возможных вариантов технического обеспечения производственных процессов и их моделирование позволяют значительно сократить затраты на эксплуатацию техники.

Основная часть

Для повышения эффективности машинного производства сельскохозяйственных культур необходимо располагать соответствующими методами и техническими средствами, способствующими решению оптимизационных задач в различных условиях, поэтому технологии должны быть управляемыми с помощью научных методов и компьютерного моделирования.

Основными операциями технологии возделывания картофеля на почвах с содержанием камней до 40 т/га, обеспечивающими ее эффективность, являются глубокое рыхление почвы и извлечение из образуемых гряд камней и комков в предпосадочный период при одновременном уничтожении сорняков.

Камнеуборочное оборудование с валкоукладчиками служит для очистки зон произрастания сельскохозяйственных культур от камней и почвенных комков даже на участках с неблагоприятными почвенными условиями. Как правило, гребни и гряды предварительно нарезают осенью или весной до прохода по ним специальной камнеуборочной машины с валкоукладчиком, например, фирм «Elbar» (Великобритания) и «Grimme» (Германия). Некоторые разновидности валкоукладчиков могут дополнительно оснащать картофелесажалками с целью одновременного выполнения этих операций.

При «каменецкой» технологии выращивания картофеля поле маркируют специальным культиватором шириной 5,6 м с девятью секциями рабочих органов. За один проход культиватор нарезает прямолинейные борозды глубиной 8–10 см, заменяя работу четырехрядной картофелесажалки за два ее прохода. Сошники картофелесажалок заделывают высаживаемые клубни на глубину 1–4 см. Такой способ посадки обеспечивает следующие преимущества: посадка клубней осуществляется в максимально ранние сроки до прорастания клубней в местах хранения; клубни закаливают, озеленяют, оздоравливают от болезней и вредителей, что позволяет отказаться от ядохимикатов (гибель клубней от болезней сокращается в 2–4 раза); создаются условия для лучшего прорастания, и мощные ростки картофеля получают на 2–3 дня раньше, чем в гребнях; почва в зоне залегания клубней прогревается, аэрируется, активизируются микробиологические, нитрификационные процессы, она быстрее достигает мягкопластической спелости.

«Славянская» технология основана на применении культиваторов-гребнеобразователей КГО-3 и КГО-3,6, ультраобъемного протравливателя семян оборудованием ОПС-1А и использовании защитно-стимулирующих веществ в течение вегетации.

В настоящее время сохранение и увеличение плодородия почвы является одной из острых проблем развития сельскохозяйственного производства. На обработку почвы приходится 40 % энергетических и 20 % трудовых затрат от всего объема полевых работ по возделыванию и уборке картофеля. В связи с увеличением мощности и массы сельскохозяйственных агрегатов возникло серьезное противоречие между агротехнической необходимостью интенсивной механической обработки и отрицательным ее влиянием на плодородие.

В основе микромостовой технологии должны лежать следующие предпосылки: маршрутизация движения сельскохозяйственного агрегата и технологического транспорта по постоянным направляющим дорожкам в течение всего сезона возделывания картофеля; обработка только зоны размещения растений (направляющие дорожки не обрабатываются); наличие единого энергетического модуля для выполнения всего комплекса работ; переход к единой базовой колее агрегата и транспортных средств. При этом для сокращения площади, занятой направляющими дорожками, колея должна быть максимально широкой (от 2,2–2,4 м до 2,8 м).

Заключение

Важным вкладом в развитие картофелеводства является постоянное совершенствование технологий. Современные технологии позволяют получить урожай клубней свыше 50 т/га. Все приведенные особенности технологий возделывания и уборки картофеля, как в нашей стране, так и за рубежом, положены в основу анализа по интегральному показателю. Таким образом, в Беларуси подготовлена база для очередного шага по пути повышения эффективности картофелеводства: имеется достаточная номенклатура высокоэффективных сортов белорусской селекции, найдены резервы совершенствования технологии, разработан и частично освоен в производстве комплекс новых машин.

Список использованной литературы

1. Факторы, влияющие на состав МТП и эффективность использования технических средств / А.С. Вороненко, А.В. Кохович, Т.А. Непарко // Сб.: Перспективная техника и технологии в агропромышленном комплексе : материалы Международной научной конференции студентов, магистрантов и аспирантов (Минск, 13–14 апреля 2023 года) / редкол.: И.С. Крук [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2023. – С. 34–37.
2. Система машин как фактор развития отрасли растениеводства / А.С. Вороненко, А.В. Кохович, Т.А. Непарко // Сб.: Перспективная техника и технологии в агропромышленном комплексе : материалы Международной научной конференции студентов, магистрантов и аспирантов (Минск, 13–14 апреля 2023 года) / редкол.: И.С. Крук [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2023. – С. 108–111.
3. Анализ внедрения почвообрабатывающих агрегатов в системе точного земледелия с использованием энергонасыщенных тракторов / А.С. Вороненко, Т.А. Непарко // Сб.: Перспективная техника и технологии в агропромышленном комплексе : материалы Международной научной конференции студентов, магистрантов и аспирантов (Минск, 13–14 апреля 2023 года) / редкол.: И.С. Крук [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2023. – С. 119–123.

РЕГУЛИРОВАНИЕ КИСЛОТНОСТИ ЯБЛОЧНОГО СОКА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОМЕМБРАННЫХ МЕТОДОВ

М.Р. Яковлева, О.К. Никулина, О.В. Колоскова

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по продовольствию»,
г. Минск, Республика Беларусь
sugar@belproduct.com*

Аннотация: В статье представлены исследования коррекции титруемой кислотности яблочного сока с применением электродиализа и финишного электродиализа.

Abstract: The article presents the results of studies on the correction of titratable acidity of apple juice with electromembrane processes applying.

Ключевые слова: яблочный сок, титруемая кислотность, электромембранная деминерализация.

Keywords: apple juice, titratable acidity, electromembrane demineralization.

Введение

При производстве фруктовых соков значительное влияние на органолептический профиль оказывает содержание сахаров, а также присутствие вкусо-ароматических компонентов. Большую роль в создании вкуса играет наличие органических кислот, избыточное или недостаточное содержание которых может привести к получению продукта с излишне кислым или пресным вкусом. В классической технологии для обеспечения более гармоничного вкуса соков их купажируют или добавляют сахар [1, 2].

Содержание кислот фруктовых и овощных соков нормируются в соответствии с ТР ТС 023/2011 Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей. Наиболее жесткие требования предъявлены к продуктам питания детей раннего и дошкольного возраста: в соответствии с указанным ТР ТС при использовании в производстве продуктов детского питания концентрата яблочного сока с содержанием сухих веществ 70 % его титруемая кислотность должна быть не более 1,8 % в пересчете на яблочную кислоту.

В связи с высоким содержанием кислот в яблоках отечественных сортов, актуальным направлением исследований является

применение электромембранной деминерализации, в процессе которой в электрическом поле через полупроницаемые ионообменные мембраны из сырья удаляются избыточные анионы и катионы, что приводит к улучшению потребительских свойств продуктов.

Основная часть

В рамках исследования яблочный сок направляли на электродиализную обработку, целью которой являлась коррекция его титруемой кислотности.

Исследования проводили с применением двух модулей – электродиализа (ЭД) и финишного электродиализа (ЭДФ) при различном прилагаемом рабочем напряжении – 10 В, 20 В, 30 В.

Обрабатываемый яблочный сок получали восстановлением исходного осветленного концентрированного яблочного сока. В исходном сырье и дилуате (деминерализованном продукте) определяли титруемую кислотность [3], содержание сухих веществ (СВ) [4], фиксировали длительность процесса. Результаты проведенных исследований деминерализации яблочного сока представлены в таблице.

Таблица. Изменение параметров яблочного сока в процессе электромембранной деминерализации

Показатель	Электродиализ			Финишный электродиализ		
	10 В	20 В	30 В	10 В	20 В	30 В
Продолжительность процесса, с (мин)	9600 (160)	6900 (115)	5700 (95)	10200 (170)	9600 (160)	4500 (75)
Исходное содержание СВ, %	30,1	30,3	30,3	30,0	30,2	30,3
Конечное содержание СВ, %	28,3	28,4	28,4	28,3	26,4	27,3
Δ СВ, %	1,8	1,9	1,9	1,7	3,8	3,0
Титруемая кислотность* начальная, %	1,3	2,2	0,9	1,9	1,9	0,9
Титруемая кислотность* конечная, %	0,6	0,5	0,2	0,4	0,2	0,2
Снижение ТК, % от исходного содержания	57,3	76,5	76,9	80,0	89,9	81,8
* Титруемая кислотность в пересчете на яблочную кислоту						

В процессе электромембранной деминерализации концентрированного яблочного сока происходит перенос заряженных частиц, что приводит к снижению содержания сухих веществ: в результате ЭДФ на 1,7 % – 3,8 %, при ЭД на 1,8 % – 1,9 %.

Так как в процессе электромембранной обработки происходит перенос любых заряженных частиц из обрабатываемого раствора, в процессе деминерализации происходит перенос органических кислот, за счет чего изменяется показатель титруемой кислотности. В результате ЭД получили продукт с титруемой кислотностью 0,2 % – 0,6 % в пересчете на яблочную кислоту, а в результате ЭДФ – 0,2 % – 0,4 %. Предполагается, что при условии дальнейшего сгущения полученных деминерализованных образцов до СВ = 70 % будут получены концентраты с показателем кислотности 0,4 % – 1,4 %, что позволит использовать их в производстве продуктов питания для детей раннего и дошкольного возраста.

Заключение

Кислотность яблочного сока является ограничивающим фактором его применения при производстве продуктов питания, в особенности продуктов питания для детей. Обработка электромембранными способами позволила удалить органические кислоты до уровня содержания 0,2 %–0,6 %, что соответствует требованиям к кислотности яблочного сока, установленным ТР ТС 023/2011, в том числе для производства продуктов питания для детей раннего и дошкольного возраста.

Список использованной литературы

1. Технология консервирования плодов, овощей, мяса и рыбы – 2-е изд./ Под ред. Б.Л. Флауменбаума. – М.: «Колос», 1993. – 320 с.
2. Технология консервирования / Э.С. Гореньков, А.Н. Горенькова, др. – М.: Агропромиздат, 1987 г. – 354 с.
3. Продукты переработки фруктов и овощей. Определение титруемой кислотности: ГОСТ ISO 750 – 2013. – Введ. 01.07.2015 (с отменой ГОСТ 25555.0 – 82). – М.: Межд. сов. по стандартизации, метрологии и сертификации, 2015. – 8 с.
4. Продукция соковая. Рефрактометрический метод определения массовой доли растворимых сухих веществ: ГОСТ 34128 – 2017. – Введ. 01.06.2019 (с отменой ГОСТ ISO 2173 – 2013 для соковой продукции). – Минск: Гос. ком. по стандартизации РБ, 2019 – 12 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОПОСЕВА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ РАПСА

Ю.А. Напорко, ст. преподаватель,

С.В. Шлемен, ст. преподаватель,

А.В. Колола, студент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: В статье проанализированы особенности технологии возделывания рапса. Определены пути повышения эффективности распределения семян рапса участках полей. Сделаны выводы по возможности применения гидропосева семян рапса.

Abstract: The article analyzes the features of rapeseed cultivation technology. Ways to increase the efficiency of distribution of rapeseed seeds in field areas have been identified. Conclusions are drawn on the possibility of using hydroseeding of rapeseed.

Ключевые слова: гидросеялка, гидропосев, рапс.

Keywords: hydroseeder, hydroseeding, rapeseed.

Введение

Изучая технологию гидропосева мелкозернистых семян трав, разработанную в БелНИИиВХ, которая широко распространена в мелиорации Республики Беларусь, было принято решение разработать технологию высева рапса с помощью гидропосева, совмещая при этом высев мелкозернистых и трудновысеваемые обычными сеялками семян рапса, полив, внесение удобрений в виде подкормки [1].

В этом случае, для обоснования возможности разработки такой технологии нами были изучены основные показатели характеристики рапса и его преимущества перед другими сельскохозяйственными культурами.

Основная часть

Известно, что рапс имеет большое народнохозяйственное значение. Разнообразие почвенно-климатических условий позволяет возделывать как озимый, так и яровой рапс. В зонах с более суровой зимой предпочтение отдаётся яровому рапсу, который уступает по продуктивности озимому, но обеспечивает гарантированный урожай [1, 2, 3, 4]. Рапс, является хорошим предшественником для

многих сельскохозяйственных культур, он обогащает почву органическим веществом, улучшает её физические свойства, уменьшает засоренность полей, улучшает их фитосанитарное состояние и предотвращает развитие водной и ветровой эрозии. Кроме того, на одном гектаре рапса, остаётся около 60 ц корневых остатков. Значительный резерв повышения плодородия почвы – использование зеленой массы рапса для сидерации. Запаханная биомасса рапса эквивалентна внесению 45...55 т. навоза на один гектар. Все вышеперечисленные достоинства рапса повышают урожай последующих культур на 25...30 %. Рапс предъявляет повышенное требование к влаге на протяжении всего периода вегетации и по ее потреблению в 1,5...2 раза превосходит зерновые культуры. Наиболее высокий урожай формируется в условиях, где сумма годовых осадков составляет 500...700 мм, при 400...500 мм урожай снижается. Избыточное увлажнение отрицательно влияет на произрастание растений рапса [4, 8].

Основная обработка почвы под яровой рапс проводится дифференцированно в зависимости от предшественника, типа почвы и ее засоренности, метеорологических условий. Яровой рапс высевают одновременно с яровыми зерновыми. Как правило, рапс сеют сплошным рядовым методом на глубину 1,5...3,0 см. При этом оптимальная норма высева семян рапса зависит от посевных качеств семян, скороспелости сорта, погодных условий, рельефа [1, 2, 3, 4, 8]. Анализируя краткую характеристику рапса, технологию посева его, нами сделан вывод о том, что некоторые проводимые при этом технологические операции можно совместить, такие как полив, посев, внесение минеральных удобрений и регуляторов роста применив гидросеялки разработанные в Республике Беларусь и за рубежом [5, 6].

В этой связи представляет научный и практический интерес приобретённый опыт механизированного гидропосева многолетних трав в Республике Беларусь, России, США, Англии, Германии, Швейцарии и республиках бывших СССР для защиты земляных сооружений от водной эрозии [8]. Для улучшения производительности гидросеялки, улучшения средней равномерности распределения, заделки семян рапса по поверхности поля, необходимо усовершенствовать гидросеялку путем замены рабочего органа гидрометателя на высевальную штангу. Усовершенствована технология гидропосева мелкозернистых семян трав, оригинальная конструк-

ция высевашей штанги и дефлекторных насадок, которые обеспечивают надежную устойчивость подачи суспензии к высевашей штанге и высокую равномерность распределения семян рапса по засеваемому участку до 95...97 %.

Заключение

Для обоснования возможности разработки такой технологии были изучены основные параметры гидросеялки, которые позволили бы получить устойчивую подачу суспензии к высевашей штанге с дефлекторными насадками и высокую равномерность распределения семян рапса по засеваемому участку [9].

Высокий уровень интенсификации при эксплуатации экспериментальной гидросеялки с высевашей штангой, а также большие ее технологические возможности свидетельствуют о возможности широкого применения их в сельском хозяйстве. Новизна результатов научных исследований подтверждается патентами Республики Беларусь № 6760; № 4497; № 6396.

Список использованной литературы

1. В.В. Стефановский, Г.С. Майстренко – Интенсивная технология производства рапса, М. Росагропроиздат 1990 г., 188 с
2. Рапс – культура масличная. А.С. Скаун, И.В. Бурда, Д. Брауэр: – Мн.; 1994.
3. Технология выращивания и использования рапса и сурепицы. М.Агропроиздат 1989 г., 223 с.
4. М.А. Кадыров, Д.В. Лужинский, А.Н. Киселева «Современные технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси» Мн.: УП «ИВЦ Минфина» 2005. С. 304.
5. В.Н. Кондратьев, Р.Б. Роголя. Технологические процессы и машины для крепления откосов каналов для крепления откосов каналов и дамб биологическими способами.// Мелиорация и водное хозяйство. Серия 5. Водохозяйственное строительство. Обзорная информация.: Мн., 1986, Выпуск 1. – 48 с.
6. В.Н. Кондратьев и др. Пособие по укреплению откосов каналов, дамб и плотин гидросеялкой трав с применением водорастворимых синтетических полимеров: – Мн.: ротاپринт Белорусского НИИ мелиорации и луговодства, 1997. – 74 с.
7. Г.В. Бодина, А.В. Королёв, Р.О. Королёва «Основы агрономии» – Л.: Агропромиздат, Ленингр. отд-ние, 1998. С. 429–432.
8. Справочник агронома. А.Н. Анохин. Изд. «Урожай», 1982 г.

9. Гидросеялка: пат. 17287 Республика Беларусь МПК А01С 7/04 / В.Н. Кондратьев, Ю.А. Напорко, С.И. Оскирко; заявитель Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», – №а 20101855; заявл. 21.12.09; опубл. 27.03.13, Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – №3. – С. 51.

УДК 631.31

ВЛИЯНИЕ НА ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ПЛУГА ПОПЕРЕЧНОГО И ПРОДОЛЬНОГО РАССТОЯНИЯ ОТ НОСКА ЛЕМЕХА ДО ДИСКОВОГО ПРЕДПЛУЖНИКА

Ш. Бекмирзаев, аспирант,

А.Р. Нормирзаев, канд. техн. наук, доцент

*Наманганский инженерно-строительный институт,
г. Наманган, Республика Узбекистан*

Аннотация: В статье рассмотрено как влияет поперечное и продольное расстояние от носка лемеха корпуса до центра дискового предплужника на качество заделки растительных остатков.

Annotation: The article considers how the transverse and longitudinal distance from the toe of the housing plowshare to the center of the disc skimmer affects the quality of plant residue incorporation.

Ключевые слова: почва, масса, частица, диск, ширина, глубина, угол, вращения, скорость, отброс, пахота, забой.

Keywords: soil, mass, particle, disk, width, depth, angle, rotation, speed, waste, plowing, slaughter.

Введение

При вспашке существующие плуги часто забиваются и в результате ухудшается качество пахоты, снижается производительность пахотных агрегатов из-за затрат времени для устранения забиваний. Чтобы избежать этого в хозяйствах поля из-под зерновых пахут плугами со снятыми предплужниками или верхними корпусами, что существенно ухудшает полноту и глубину заделки растительных остатков или перед вспашкой их сжигают, причиняя большой вред почве, микроорганизмам и окружающей среде, тогда как качественная заделка растительных остатков приводит к улучшению структуры почвы за счет анаэробного гниения [1–8].

Основная часть

Из изложенного следует, что исследования, направленные на обоснование параметров плуга для пахоты полей со значительным количеством растительных остатков зерновых культур, обеспечивающего их полную и глубокую заделку в почву без забивания, являются актуальными и имеют большое народнохозяйственное значение.

Применение сферического диска в качестве предплужника предопределяет необходимость определения дальности отбрасывания срезаемой им почвы, так как растительные остатки и сорняки вместе с ней должны перемещаться на открытое дно борозды, образованной предыдущим корпусом плуга [1–8].

Поперечное смещение дискового предплужника относительно полевого обреза корпуса показано на рисунке 1. При работе плуга с дисковым предплужником наиболее рациональным является тот вариант расположения диска, когда полевой обрез корпуса заглубляется в почву на наименьшую глубину (рис.1), т.е. наиболее глубоко расположенная в почве точка (b_1) диска (вариант *в*) должна находиться на линии траектории движения полевого обреза корпуса. Это расположение дискового предплужника делает минимальной высоту (a_1b_1) стенки борозды, которая зачищается полевым обрезом корпуса соответственно с меньшей энергоемкостью, чем при большей ее высоте (a_0b_0 , a_2b_2) в вариантах (*а*) и (*с*) [1–8].

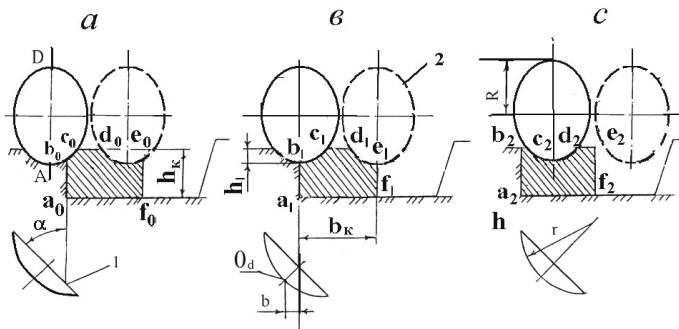


Рисунок 1 – Варианты расположения дискового предплужника относительно полевого обреза корпуса

а, с – с поперечным смещением диаметрального сечения (AD) дискового предплужника в сторону не вспаханного и вспаханного поля относительно полевого обреза корпуса; *в* – при расположении диаметрального сечения дискового предплужника в продольно-вертикальной плоскости, содержащей линию полевого обреза корпуса; 1 – дисковый предплужник; 2 – расположение предыдущего дискового предплужника

Поперечное смещение диска определяется, как видно из рис.1 (в), по формуле

$$b = \left(r - \sqrt{r^2 - R^2} \right) \cdot \cos \alpha, \quad (1)$$

где r – радиус сферы диска, м;

R – радиус диска, м;

α – угол атаки диска, град.

По формуле (1) определяется только необходимое положительное смещение диска, т.е. в сторону не вспаханного поля относительно полевого обреза корпуса [2].

Продольное расстояние от носка лемеха корпуса до центра дискового предплужника определяли из условия исключения торможения вращения диска от воздействия на его нерабочую (заднюю) поверхность почвенного агрегата, скалываемого лемехом корпуса, и для его определения предложена следующая формула

$$l = \frac{\sqrt{h_1(2R - h_1)} \cos(\alpha - \gamma_k) - \left(r - \sqrt{r^2 - R^2} \right) \sin \alpha \cdot \cos \gamma_k}{\cos \gamma_k}, \quad (2)$$

где h_1 – глубина хода диска, м;

γ_k – угол установки лезвия лемеха к стенке борозды, град.

По формуле (2) определяется необходимое положительное значение расстояния l , т.е. от носка лемеха в направлении движения агрегата.

Заключение

Расчеты показывают, что гладкий диск от дисковой бороны ($R = 32,5$ см, $r = 60$ см), установленный на плуг в качестве предплужника под углом атаки $\alpha = 40^\circ$ (для исключения заклинивания почвы между диском и корпусом значение α принято равным углу установки лемеха корпуса ПОТ 01.000 оборотного плуга к стенке борозды), должен быть смещен относительно полевого обреза корпуса в сторону не вспаханного поля 7,3 см (рис.1, б), а при рациональном значении радиуса ($R = 34$ см) диска $b = 8,1$ см. Расчеты показали, что при $R = 34$ см необходимое продольное расстояние $l = 29,6$ см.

Список использованной литературы

1. Хаджи-Мурадов А.О., Нормирзаев А.Р. К обоснованию продольного и поперечного расстояния от носка лемеха корпуса до

центра сферического диска. Научные труды ВИМ. – Т. 147. – Москва, 2003. – С. 67–72.

2. Нормирзаев А.Р. Обоснование параметров плуга для вспашки полей с растительным остатками : дис. – Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук: 05.20. 01 Узбек. НИИ механизации и электрификации сел. хоз-ва (УЗМЭИ). – Янгиюль, 2004. – 20 с.

3. Энергоресурсосберегающий комбинированный агрегат для обработки почвы / Н.Г. Байбобоев, А.А. Насриддинов, А.Р. Нормирзаев, А.Д. Нуриддинов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2014. – № 3(23). – С. 42–44.

4. Нормирзаев А.Р., Нуриддинов А., Валиева Г. Влияние угла атаки предплужника и скорости агрегата на дальность отбрасывания почвы //Сельский механизатор. – 2018. – №. 9. – С. 18–19.

5. Хаджи-Мурадов А.О., Нормирзаев А.Р. К обоснованию продольного и поперечного расстояния от носка лемеха корпуса до центра сферического диска. Научные труды ВИМ.-Т. 147 //Москва. – 2003. – Т. 67. – С. 72.

6. Normirzaev A.R, Nasritdinov A.A, Tuxliev G.A. Influence of cross displacement disk skim coulter concerning field cut of the case on parameters of job of a plough. European Applied Sciences. ORT Publishing. Stuttgart, Germany/ №5, 2013 y. 18–21 pg.

7. Нормирзаев А.Р., Нишонов Б.М., Валиева Г.Ф. Обоснования поперечного и продольного расстояния дискового предплужника и влияние на показатели работы плуга //Теория и практика современной науки. – 2017. – С. 84–86.

8. Нуриддинов, А. Д. Результаты экспериментальных исследований приспособления к плугу / А.Д. Нуриддинов, А.Р. Нормирзаев, М.А. Тухтабаев // Инновации в сельскохозяйственном машиностроении, энергосберегающие технологии и повышение эффективности использования ресурсов : материалы международной научно-практической конференции, Рязань, 24 мая 2022 года / Том Часть I. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 202–207.

СЕКЦИЯ 4 ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

УДК 637.116

ПЕРЕНОСНОЙ МАНИПУЛЯТОР ДОЕНИЯ КОРОВ ЛИНЕЙНОЙ ДОИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

В.И. Борозенцев, канд. техн. наук, доцент

*ФГБОУ ВО Белгородский государственный аграрный университет,
г. Белгород, Российская Федерация
borozencev_vi@bsaa.edu.ru*

Аннотация: В статье предложена конструкция переносного манипулятора доения, с датчиком потока молока, обеспечивающего управления процессом доения, в соответствии с предложенным алгоритмом доения, а именно выполнение машинного додаивания, по каждой доли вымени индивидуально и снятия доильного аппарата с вымени животного, в зависимости от заданной интенсивности молокоотдачи.

Abstract: The article proposes the design of a portable milking manipulator, with a milk flow sensor, providing control of the milking process, in accordance with the proposed milking algorithm, namely, performing machine milking for each lobe of the udder individually and removing the milking machine from the udder of the animal, depending on the given intensity of milk output.

Keywords: milk flow sensor, cow, milking, milking machine, manipulator, milking, vacuum, milk yield.

Введение

Известно, что на продуктивность животных и заболеваемость вымени их в маститом влияют различные факторы, в том числе и применяемое доильное оборудование [1, 2]. Поэтому применение устройств для доения, обеспечивающих выполнение заключительных операций машинного доения без участия человека, позволят исключить субъективную оценку оператора доения, на предмет нарушения процесс доения и выдоенности животного [3].

Ряд исследователей указывают на необходимость не только ввести в алгоритм управления режима машинного додаивание, но и его выполнения по каждой доле вымени индивидуально, чтобы исключить неравномерную нагрузку при их оттягивании [4, 5].

Основная часть

Разработанный переносной манипулятор доения содержит пневмоцилиндр, шнуром соединенный с коллектором доильного аппарата и датчик потока молока, который соединен с одной стороны с коллектором, а другой с молокопроводом.

Причем каждый доильный стакан содержит механизм додаивания, исполнительный элемент которого выполнен в виде сильфона, который посредством тяг соединен с упором, взаимодействующим с околососковым пространством вымени животного.

Датчик потока молока содержит поплавков, с расположенным внутри его подвижным патрубком, образующий с дном поплавковой камеры калиброванную щель, пропускная способность которой составляет 200 мл/мин. Внутри поплавок установлены два магнита.

В крышке датчика потока молока расположен переключающий геркон (тип КЭМ-3), электрически соединенный с электроклапаном, а в корпусе датчика установлены два геркона (тип КЭМ-2), расположенные на разной высоте и электрически соединены со своими пневмоэлектроклапанами, которые соединены с одной стороны с вакуумпроводом, а с другой соответственно с механизмом додаивания каждого доильного стакана и пневмоцилиндром.

Принцип работы заключается в следующем. Оператор устанавливает пневмоцилиндр на стойку, расположенную между двумя стоящими в стойле животными, подсоединяет датчик потока молока к молокопроводу и к вакуумпроводу и устанавливают доильные стаканы на вымя животного. Нажимает кнопку включения источника питания, а так как контакты электроклапана не замкнуты, то электрическая энергия не подается к герконам, хотя в начальный момент доения поплавков находится в нижнем положении и его магнит своим магнитным полем воздействует на нижний геркон, замыкая его контакты.

При поступлении молока в молочную камеру датчика, поплавок всплывает и при его верхнем положении, магнит воздействует на переключающийся геркон, контакты замыкаются и электрическая энергия поступает к электроклапану, который срабатывает и электрическая энергия поступает к верхнему и нижнему герконам.

При снижении интенсивности потока молока до 550–600 мл/мин., поплавок, занимает положение, при котором его магнит окажется на уровне верхнего геркона, который замыкает элек-

трическую цепь. При этом напряжение поступает к пневмоэлектрклапану, который срабатывает и вакуум их вакуумпровода поступает в механизм додаивания каждого доильного стакана. Вследствие чего сильфон сжимается и через тяги воздействуют на упор, который при взаимодействии с околосковым пространством оттягивает свою долю вымени, с усилием, равным 7 Н [6]. Если интенсивность молокоотдачи возрастает, то додаивание прекращается. При повторном снижении интенсивности потока молока до 550–600 мл/мин., снова включается режим машинного додаивания.

При снижении интенсивности потока молока до 200 мл/мин., поплавков занимает нижнее положение, его магнит устанавливается на уровне нижнего геркона, который срабатывает и электроэнергия поступает к электропневмоклапану. Происходит его срабатывание и вакуум их вакуумпровода поступает в пневмоцилиндр, в результате поршень перемещается вверх, увлекая за собой шнур и снимает доильные стаканы с долей вымени.

Заключение

Применение разработанных переносных манипуляторов доения позволяют снизить заболеваемость вымени коров маститом и повысить их молочную продуктивность.

Список использованной литературы

1. Андрианов Е.А., Злобин В.В. К обоснованию устройства для управления работой доильного аппарата // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2011. № 3 (30). С. 29–32.
2. Винников И.К., Забродина О.Б. Основные проблемы и концепция модернизации автоматизированных технологий и установок для доения коров // Вестник аграрной науки Дона. 2011. №4 (16). С. 25–31.
3. Кирсанов В.В. Направления совершенствования исполнительных механизмов доильных установок за // Достижения науки и техники АПК. 2010. – № 1. С. 64–65.
4. Юлдашев Ф.Ф. Эффективность доения и автоматического машинного додаивания коров на различных установках // Доклады РАСХН. 1995. №3. С. 45–47.
5. Патент № 2189737 С2 Российская Федерация, МПК 01 J5/00. Мобильный автомат доения коров. / Заявители: А.Ф. Пономарев, В.Ф. Ужик, В.И. Борозенцев, Ю.Н. Ульянов. 2000114413/13; заявл. 05.06.2000; опубл. 27.09.2002 г., 11 с.: 6 ил.

6. Механизация и автоматизация животноводства / А.Н. Макаренко, В.Ф. Ужик, А.И. Складов [и др.]. – Белгород: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2015. – 76 с.

УДК 621.365

УСТАНОВКИ ДЛЯ ТЕРМООБРАБОТКИ ОТХОДОВ УБОЯ ЖИВОТНЫХ

Е.В. Воронов, канд. экон. наук, доцент,

Г.В. Новикова, д-р техн. наук, профессор,

О.В. Михайлова, д-р техн. наук, профессор

ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет»,

Нижегородская область, г. Княгинино, Российская Федерация

e_voronov@list.ru

Аннотация: Описано оборудование для термообработки, обеззараживания и нейтрализации запаха некондиционного слизистого субпродукта.

Abstract: The equipment for heat treatment, disinfection and neutralization of the smell of substandard mucous by-product is described.

Ключевые слова: магнетроны, коронный разряд, электрогазоразрядные лампы, бактерицидный поток, озон, сырье-желудок жвачных животных, нейтрализация неприятного запаха.

Keywords: magnetrons, corona discharge, electric gas discharge lamps, bactericidal flow, ozone, raw materials-stomach of ruminants, neutralization of unpleasant odor.

Введение

Научная проблема – низкая энергоэффективность оборудования для термообработки, обеззараживания и нейтрализации запаха некондиционного слизистого субпродукта. Решается проблема разработкой технологии и радиогерметичной установки непрерывно-поточного действия с нестандартными резонаторами для комплексного воздействия электрофизических факторов на сырье, обеспечивающих сохранение кормовой ценности продукта при сниженных эксплуатационных затратах.

Обеспечение озонно-воздушного и бактерицидного потока УФ лучей достигается за счет коронного разряда между электрогазо-

разрядными лампами и неферромагнитными иглами в объеме нестандартного резонатора при высокой напряженности электрического поля в непрерывном режиме.

Основная часть

Разработаны установки с резонаторами разного конструктивного исполнения, обеспечивающими переработку некондиционного вторичного мясного сырья комплексным воздействием электрофизических факторов [1-3].

Установка с коническим резонатором (заявка № 2023112360), (рисунок 1). Со стороны малого основания резонатора предусмотрен кольцевой зазор 10. Внутри резонатора соосно расположен фторопластовый электроприводной винтовой шнек 3 с шагом не более две глубины проникновения. На вал 16 жестко насажены неферромагнитные кольцевая плита 12 и механизмы для прессования 14. Соосно к внутренней обечайке резонатора жестко прикреплено диэлектрическое щелевое сито 6 в виде обечайки усеченного конуса. Магнетроны 5 с волноводами расположены по длине резонатора со сдвигом по периметру на 120 градусов.

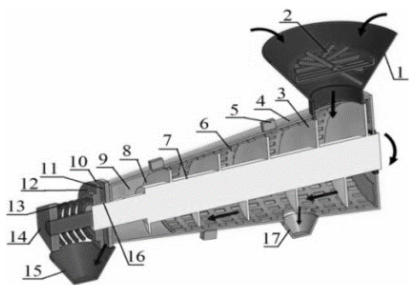


Рисунок 1 – Установка с коническим резонатором для высокотемпературного формования некондиционного вторичного сырья

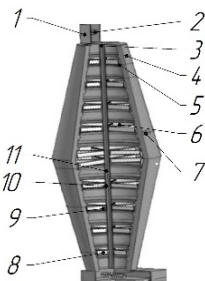


Рисунок 2 – Установка с СВЧ энергоподводом в биконический резонатор для измельчения и термообработки вторичного мясного сырья

Установка (заявка № 2023112886) с биконическим резонатором с общим круглым основанием и внутренней поверхностью, выполненной в виде неферромагнитных ножевых гребенок, высотой менее четверти длины волны и шагом равным половине длины волны (рисунок 2). Состоит из 1 – емкость; 2 – электроприводной неферромагнитный шнек; 3 – диэлектрический вал; 4 – биконический резонатор; 5 – ножевые гребенки; 6 – диэлектрические колеса;

7 – магнетроны; 8 – ободки из абразивного материала; 9, 10, 11 – диэлектрические полотна. В пазах гребенок перемещаются абразивные ободки колес с диэлектрическими зазубренными полотнами и ступицами. Инновационная идея состоит в том, что за счет гребенчатой внутренней поверхности биконического резонатора электрическое поле концентрируется на каждом ярусе колес, а в конической части резонатора оно увеличивается, за счет чего повышается скорость нагрева сырья [2].

Установка с биконическим резонатором и пакетами тарелок для термообработки мясокостных конфискатов (патент № 2803127), (рисунок 3) содержит в резонаторе соосно расположенные внешний 4 и внутренний 5, 6 пакеты фторопластовых тарелок в виде усеченных конусов. Верхняя обечайка 3 перфорирована и соосно расположена в экранирующем конусе 13, содержащем на верхнем основании загрузочную емкость 1 с шестеренным нагнетателем 2. Шаг между тарелками внешнего пакета 4 менее, чем глубина проникновения волны в сырье [3].

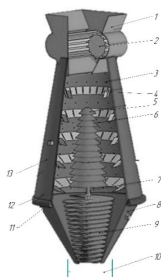


Рисунок 3 – Установка с биконическим резонатором и пакетами тарелок для термообработки мясокостных конфискатов

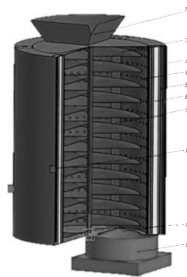


Рисунок 4 – Установка с магнетронным резонатором для термообработки вторичного мясного сырья комплексным воздействием электрофизических факторов

Установка с магнетронным резонатором для термообработки вторичного мясного сырья (заявка № 2023115065), (рисунок 4) содержит в цилиндрическом экранирующем корпусе 3 соосно расположенный ситовый цилиндрический резонатор 4.

Установка со сфероидным резонатором для термообработки и обеззараживания вторичного мясного сырья (заявка № 2023115495), (рисунок 5) содержит резонатор в виде сплюснутого сфероида 2 с

диаметрами главных осей кратными половине длины волны. На верхней поверхности сфероида по периметру со сдвигом на 60 градусов размещены волноводы с магнетронами. На внутреннюю поверхность 5 сфероиды, где имеются коронирующие иглы, по периметру равномерно со сдвигом 45 градусов установлены, через зазор, кольцевые электрогазоразрядные лампы 4, запитанные от импульсно моделированных высокочастотных генераторов.

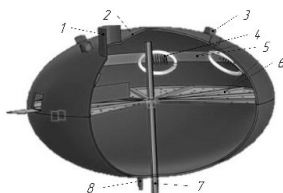


Рисунок 5 – Установка со сфероидным резонатором для термообработки некондиционного вторичного мясного сырья воздействием электрофизических факторов

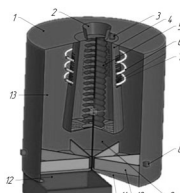


Рисунок 6 – Установка с квазитороидальным резонатором для термообработки и обеззараживания вторичного мясного сырья комплексным воздействием электрофизических факторов

Установка с квазитороидальным резонатором для термообработки и обеззараживания вторичного мясного сырья (заявка № 2023115728), (рисунок 7) содержит тороидальный резонатор 1, центральная часть которого, закрытая неферромагнитным верхним основанием, образует резонатор 3 в виде усеченного конуса.

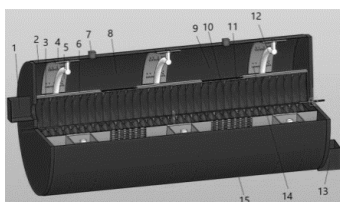


Рисунок 7 – Установка с диафрагмированным резонатором для термообработки и нейтрализации запаха мясного сырья воздействием электрофизических факторов

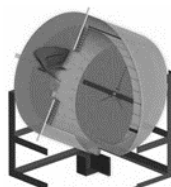


Рисунок 8 – Центробежная установка для термообработки жиросохраняющих отходов убоя животных воздействием электрофизических факторов

Установка с диафрагмированным резонатором для термообработки вторичного мясного сырья (заявка № 2023119215), (рисунок 8) содержит цилиндрический резонатор 2, внутри которого соосно со сдвигом друг от друга установлены неферромагнитные диафрагмы 6.

Центробежная установка для термообработки жиросодержащих отходов убоя животных воздействием электрофизических факторов (заявка № 2023123873), (рисунок 8) содержит в неферромагнитном цилиндрическом корпусе 3 соосно расположенный перфорированный цилиндрический электроприводной барабан-резонатор 7.

СВЧ установка с коническим резонатором для термообработки и обеззараживания в непрерывном режиме жиросодержащих отходов убоя животных (заявка № 2023123874), (рисунок 9) содержит в неферромагнитном коническом резонаторе 4, соосно расположенный электроприводной фторопластовый ротор 5 на фторопластовом валу 13.

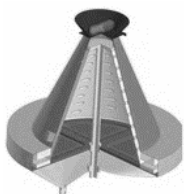


Рисунок 9 – СВЧ установка с коническим резонатором для термообработки и обеззараживания в непрерывном режиме жиросодержащих отходов убоя животных

Заключение

Анализ разработанных конструкций установок с источниками электрофизических факторов, обеспечивающих непрерывный режим работы, показывает, что каждая из них имеет свои особенности и преимущества. Все они рассчитаны на производительность 40...45 кг/ч. Установки с коническими резонаторами (№ 1, 2, 3, 9) обеспечивают высокую напряженность электрического поля, достаточную для обеззараживания отходов убоя животных при термообработке. Центробежная установка № 8 ускоряет процесс вытопки жира в несколько раз благодаря тонкому измельчению сырья в непрерывном режиме. Установка с диафрагмированным резонатором (№ 7) обеспечивает равномерную термообработку и обеззараживание сырья со скважностью менее 0,5 при расположении диэлектрического винтового шнека с сеточным корпусом в пролетной трубе, диаметром менее половины длины волны.

Список использованной литературы

1. Воронов Е.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В. и др. Сравнительный анализ СВЧ-грануляторов, реализующих электрофизические методы при переработке вторичного сельскохозяйственного сырья. //Аграрная наука. 2022; 364 (11):81-87. <http://doi.org/10/32634/0869-8155-2022-364-11-81-87>.

2. Воронов В.Е. Исследование и обоснование параметров СВЧ-установки, реализующей ресурсосберегающую технологию термообработки мясных отходов // Вестник НГИЭИ. 2023. № 8 (147). С. 33–43. DOI: 10.24412/2227-9407-20238-33-43.

3. Патент № 2803127 РФ, МПК А47j29/06. СВЧ установка с биконическим резонатором и пакетами тарелок для термообработки мясо-костных конфискатов / Воронов Е.В., Тихонов А.А., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф./ заявитель и патентообладатель НГИЭУ (RU). – № 2023115058; заявл. 08.06.2023. Бюл. № 25 от. 06.09.2023. 15 с.

УДК 636.2.034:004

СИСТЕМНАЯ ОЦЕНКА МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ МАСТИТА У КОРОВ

И.И. Гируцкий¹, докт. техн. наук, доцент,

Ю.А. Ракевич², научный сотрудник

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

²РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,

г. Минск, Республика Беларусь.

gir_50@mail.ru

Аннотация: Рассмотрен системный подход к оценке эффективности средств диагностики мастита при их использовании в условиях действующего производства. Определены риски принятия неправильных решений и возможного ущерба.

Abstract: A systematic approach to assessing the effectiveness of mastitis diagnostic tools when used in existing production conditions is considered. The risks of making wrong decisions and possible damage have been identified.

Ключевые слова: мастит, диагностика, риск.

Keywords: mastitis, diagnosis, risk.

Введение

Мастит коров в последние годы стало одним из самых распространенных заболеваний во всем мире, в том числе и в нашей стране, что существенно сдерживает темпы увеличения производства молока. Ущерб от мастита весьма значительный. В зависимости от

тяжести воспалительного процесса в молочной железе и продуктивности коров удой в течение года могут снижаться на 10–25 %, или на 150–500 кг. В хозяйствах выбраковывается ежегодно по причине мастита не менее 17 % коров, в 50 % и более лактирующих животных выявляется скрытая форма мастита [1,2].

Для снижения заболеваний коров маститом в биотехнической системе производства молока «человек-машин-животное» необходимы совершенствование мастерства операторов машинного доения, целенаправленная селекция молочных коров и одновременное улучшение конструкции и эксплуатации доильного оборудования. В условиях современных молочно-товарных комплексов эффективность борьбы с маститом напрямую зависит от своевременной диагностики заболевания. Актуальность и сложность задачи диагностики мастита обуславливает использование существующих и разработки новых методов и средств [3]. А их практическое использование связано с оценкой достоверности и своевременности диагностики, поскольку ошибки в диагностике приводят к сложно прогнозируемым рискам для производства молока.

Основная часть

При сравнительной оценке различных средств диагностики к наиболее значимым факторам можно отнести вероятность правильной диагностики мастита, оперативность, которая напрямую влияет на своевременность начала лечения и предотвращение использования молока больных животных, а также встраиваемость средств диагностики в поточно-механизированную линию производства молока.

Известно широкое применение кенотеста для диагностики мастита в промышленном молочном производстве. Вероятность выявления мастита около 94,4 % [3]. На проведение одного исследования зоотехнику требуется до 5–7 минут на корову, что затрудняет и затягивает диагностику. Данный метод не пригоден для поточной диагностики мастита и предотвращения смешивания молока здоровых и больных животных.

В настоящее время для предварительной идентификации заболевания животных маститом разрабатываются физические методы. Так достаточно распространенным является кондуктометрический метод с установкой в коллекторе доильного аппарата датчиков. Однако жирность и электропроводность молочного продукта силь-

но меняется и в результате достоверность распознавания мастита с помощью данного метода варьируется от 50 до 85 % для различных предприятий при большом числе ложных срабатываний [2]. Перспективным направлением диагностирования мастита является термографический метод. Термография может также применяться при испытаниях доильного оборудования[4].

К сожалению, количественную оценку рисков от неправильности и несвоевременности диагностики мастита в условиях промышленного производства дать затруднительно. По литературным данным, в течение года маститом болеют свыше 80% поголовья, а ущерб от заболевания может достигать до 200 у.е. [1]. Системная оценка показывает эффективность применения термографического метода с комбинированными средствами для оперативной диагностики мастита коров (таблица 1).

Таблица 1. Системная оценка методов диагностики мастита для условий поточно-го производства молока

Метод диагностики мастита коров	Показатели эффективности диагностики			
	вероятность диагностики мастита	оперативность	встраиваемость в поточную технологию	вероятность смешивания молока
кенотест	0,94	низкая	низкая	> 0,9
кондуктометрический	0,5-0,85	средняя	средняя	0,15..0,5
термографический	> 0,9	высокая	высокая	< 0,1
термографический +кенотест	> 0,99	высокая	высокая	< 0,1
термография+кондуктометрия+кенотест	> 0,99	высокая	высокая	< 0,05

Заключение

Одним из важных направлений борьбы с маститом у коров является своевременная диагностика. Наивысшей степенью требований поточного производства молока соответствует термографический метод, с возможностью его комбинированного использования с кенотестом и с датчиками электропроводности.

Список использованной литературы

1. Лучко, И.Т. Воспаление молочной железы у коров (этиология, патогенез, диагностика, лечение и профилактика): монография / И.Т. Лучко. – Гродно: ГГАУ, 2019. – 184 с.

2. Казакевич, П.П. Технологическая концепция «умной» молочной фермы: монография / П.П. Казакевич, В.Н. Тимошенко, А.А. Музыка; рец.: Н.А. Садовов, А.Ф. Трофимов, 2021. – 245 с.

3. Черненко, В.В. Эффективность разных методов диагностики мастита у коров / В.В. Черненко, М.А. Ткачев, Ю.Н. Черненко // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии, 2019, № 4(74). – С. 39–42.

4. Гируцкий, И.И. Статистический алгоритм обработки термографических снимков вымени коровы для диагностики мастита с использованием критерия Байеса / И.И. Гируцкий, А.Г. Сеньков, Ю.А. Ракевич // Системный анализ и прикладная информатика. – 2023. – № 1. – С. 42–46.

УДК 631.354.2

БЕСПОДСТИЛОЧНЫЙ НАВОЗ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Д.Ф. Кольга, канд. техн. наук, доцент,

С.А. Костюкевич, канд. с.-х. наук, доцент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы получения бесподстилочного навоза, его химический состав и применение в растениеводстве.

Abstract: The article discusses the issue of obtaining manure without bedding, its chemical composition and its application in crop production

Ключевые слова: навоз, азот, фосфор, калий, компостирование, внесение.

Keywords: manure, nitrogen, phosphorus, kalium, composting, introduction

Введение

Развитие земледелия неразрывно связано с систематическим увеличением производства всех видов удобрений и совершенствованием технологии их применения. Важную роль в подъеме урожайности сельскохозяйственных культур играют органические удобрения.

Дальнейшее развитие специализации и концентраций животноводства, переход к индустриальным методам производства мяса,

молока и другой продукции потребовали коренных изменений не только в технологии содержания животных, но и в технологии применения навоза.

Основная часть

Бесподстилочный навоз – это смесь экскрементов животных с примесью воды, в зависимости от содержания которой различают полужидкий бесподстилочный навоз и жидкий.

На современном этапе все острее ставится вопрос разработки мероприятий по обеспечению положительного баланса питания и органического вещества в земледелии. Особое место в повышении плодородия почв должны занимать органические удобрения. Им отводится главная роль в обогащении почвы органическими веществами и пополнении запасов элементов питания. Актуальность этого вопроса еще более усиливается в условиях специализации и концентрации животноводства на крупных промышленных комплексах, где в большом количестве накапливается бесподстилочный навоз крупного рогатого скота, свиней, птичий помет, сточные воды [2].

Проектируя животноводческие комплексы, необходимо учитывать правильное соотношение поголовья скота и земельных угодий, пригодных для утилизации отходов.: Для комплекса по откорму 108 тысяч свиней требуется 5 тыс. га земельных угодий; по откорму 10 тысяч молодняка КРС – 2 тыс. га; по производству молока на 2 тысячи коров – 750 га. Нарушение этих соотношений приводит к загрязнению поверхности почвы и грунтовых вод [7].

Бесподстилочный навоз по ценности приравняется к азотно-калийным удобрениям. В 1 т такого навоза содержатся 1–3 кг общего азота, примерно 1–2 кг калия, 0,2–0,5 кг фосфора [3].

Для рационального применения бесподстилочного навоза в растениеводстве важно знать содержание в нем питательных элементов (таблица 1).

Во время хранения и перед вывозом жидкий навоз следует хорошо перемешивать, чтобы на поверхности не образовалась прочная корка, а внизу осадок. Если навоз при хранении не перемешивать, то лучше твердую и жидкую фракции выгружать из хранилищ отдельно: сначала жидкую, а затем твердую.

Одним из способов переработки полужидкого навоза является компостирование его с торфом и минеральными удобрениями.

Компостирование навоза дает возможность повысить ценность органических удобрений и исключить загрязнение водных источников.

Таблица 1 – Химический состав полужидкого бесподстилочного навоза и помета, % [1]

Компоненты	Бычки	Коровы	Свиньи	Овцы	Куриный помет	
					сырой	термически высушенный
Сухое вещество	14,5	10,0	9,8	28,3	36,0	83,0
Общий азот	0,77	0,43	0,72	0,95	2,10	4,54
Фосфор /P ₂ O ₅ /	0,44	0,28	0,47	0,22	1,41	3,65
Калий /K ₂ O/	0,76	0,50	0,21	0,75	0,64	1,74
N:P:K	1:0,6:1	1:0,7:1,2	1:0,7:0,3	1:0,2:0,8	1:0,7:0,3	1:0,8:0

Высокоэффективным приемом является внесение навоза по измельченной соломе, оставляемой в поле после уборки урожая.

Эффективность действия полужидкого навоза по измельченной соломе в сравнении с подстилочным оказалась практически одинаковой как на урожай, так и на плодородие почвы.

Заключение

1. Беоподотилочный навоз следует компостировать или вносить в почву вместе с соломой, торфом, минеральными удобрениямм.

2 Целесобразным является раздельное внесение жидкого навоза и подстилочного материала. На 1 т соломы нужно вносить не менее 6-8 т жидкого или полужидкого навоза. Раздельное внесение соломы и бесподстилочного навоза равноценно внесению подстилочного навоза.

Список использованной литературы

1. Кольга Д.Ф. Переработка навоза в экологически безопасные органические удобрения, монография/ Д.Ф. Кольга, А.С. Васько. – Минск: БГАТУ. 2017. – 128 с.

2. Агропромышленный комплекс: Сельское хозяйство / С.Б. Шапиро [и др.]; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Т.1. – 2008. – 284 с.

ПРОИЗВОДСТВО ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА

С.А. Костюкевич, канд. с.-х. наук, доцент

Д.Ф. Кольга, канд. тех. наук, доцент

Т.М. Чумак, ст. преподаватель

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
kostiukievich@mail.ru*

Аннотация: В статье представлены международные требования к экологически чистому органическому производству на основе «Базовых стандартов в сфере животноводства и растениеводства».

Abstract: This article presents international requirements for environmentally friendly organic production based on the “Basic standards in the field of livestock and crop production”.

Ключевые слова: органическое животноводство, экологически чистое, производство, биологические продукты.

Keywords: organic livestock, environmentally friendly, biological products.

Введение

Органическое животноводство вместе с интегрированной составляющей – органическим земледелием представляют собой производственную систему, поддерживающую здоровье почвы, экосистем и людей [3].

Основная часть

Для обозначения сельскохозяйственной продукции, отвечающей принципам органического сельского хозяйства, используются различные термины [1, 4]:

- органические продукты – Россия, Австрия, Англия, США;
- экологические продукты – Швеция, Норвегия, Дания, Испания, Венгрия, Польша, Чехия;
- биологические продукты – Германия, Швейцария, Франция, Греция, Италия, Нидерланды, Португалия;
- природные продукты – Финляндия.

Цель исследований – обобщение научной информации по производству и использованию экологически чистой продукции сель-

скохозяйственного производства в странах мира и в Республике Беларусь.

Понятие «Органическое животноводство» впервые употребил специалист по сельскому хозяйству Оксфордского университета лорд Нортборн (Lord Northbourne) в 1940 году.

Основные нормы органического производства в Европе были введены в 1980 году Международной федерацией органических движений сельского хозяйства (IFOAM) [4].

Основным представителем органического движения является Международная федерация органических сельскохозяйственных движений (International Federation of Organic Agriculture Movements – IFOAM), основанная в 1972 году в Версале. Эта федерация обеспечивает объединение усилий по проведению исследований, обучения, производства, торговли, выставок, конференций во всем мире [5].

В 1980 году организация определила базовые стандарты относительно органического производства и переработки, среди которых выделяются следующие:

- запрещено использование гербицидов, пестицидов, инсектицидов, азотосодержащих и других химических удобрений;
- при выращивании скота для получения мяса «Organic» запрещается применять антибиотики и гормоны роста;
- фермеры должны регистрировать любое лечение животных, записи о лечении ежегодно проверяются сертифицирующими органами;
- использование радиации и генной инженерии в производстве органических продуктов строжайше запрещено;
- если продукт обозначен как «Organic», его производитель обязан использовать 100 % органических ингредиентов [4].

В разделе «Общие требования к растениеводству и животноводству» установлены требования к переходному периоду, обособленному и параллельному производству, системе поддержания менеджмента органического производства.

В разделе «Животноводство» установлены требования к методам животноводства, обеспечивающие гармоничную связь между почвой, растениями и животными, с учетом их физиологических потребностей, таких как регулирование поведения животных и кормление качественными, органично выращенными кормами. При

этом продолжительность переходного периода зависит от получаемой продукции и может составлять от 42 дней при производстве яиц и до 12 месяцев при производстве мяса; органические сельскохозяйственные животные должны быть выращены в органическом хозяйстве. Для разведения следует отбирать породы, приспособленные к местным условиям.

В Беларуси экологическое земледелие составляет около 2–3 % от общей площади пашни.

Насчитывается 25 органических, экологически чистых производителей сельскохозяйственной продукции.

Это разнообразные по специализации и размерам хозяйства: АПХ «Лутаева» Березовского района Брестской области, выращиваемых овощи; ИЧУП «АВИ» г. Старые Дороги Минской области, выращиваемых чернику и бруснику. Племенная козья ферма «ДАК», производящая козье молоко, йогурт, творог, сыры под маркой «Лизоветинские». Продуктами, имеющими статус «Organic», экспортируемыми из Беларуси, являются лесные продукты (орехи, березовый сок, грибы и ягоды).

Заключение

Органическими могут считаться только те продукты, которые произведены в соответствии утвержденными правилами Генеральной Ассамблеи IFOAM и сертифицированы в установленном порядке, так как процедура их разработки соответствует принципам Международной организации по стандартизации ISO.

Список использованной литературы

1. Гануш, Г.И. Экономическая, социальная и экологическая эффективность органического сельского хозяйства / Г.И. Гануш, И.А. Грибоедова. – Беларуская думка. – 2013. – №1. – С. 77–87.

2. Гусаков, В.Г. Аграрная экологическая стратегия в Беларуси. Какой ей быть? / В.Г. Гусаков // Белорусское сельское хозяйство. – 2015. – № 10. – С. 4–10.

3. Ферару Г.С. Экологическая маркировка продукции в контексте повышения экологической безопасности общества / Г.С. Ферару // Экология человека. – 2006. – № 3. – С. 17–21.

4. IFOAM Basic Standards approved by the IFOAM General Assembly [Electronic resource] // Ifoam.org. – 2002. – Mode of access: <http://www.ifoam.org/>.

**АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ
ПОДГРЕБАТЕЛЕЙ (ПОДТАЛКИВАТЕЛЕЙ) КОРМОВ
ДЛЯ МОЛОЧНО-ТОВАРНЫХ ФЕРМ**

Ф.И. Назаров¹, канд. техн. наук, доцент,

И.С. Крук¹, канд. техн. наук, доцент,

С.К. Карпович², канд. экон. наук, доцент,

Е.В. Сенчуров¹, канд. техн. наук, доцент

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

²Министерство сельского хозяйства и продовольствия

Республики Беларусь,

г. Минск, Республика Беларусь

windor@mail.ru

Аннотация: В данной статье приведен обзор различных подгребателей кормов, применяемых на современных молочно-товарных фермах.

Abstract: This article gives an overview of the different feed pusher used on modern dairy farms.

Ключевые слова: подталкиватель корма, ферма, робот.

Keywords: feed pusher, farm, robot.

Введение

На молочно-товарной ферме ежедневно до 5 часов в сутки корова проводит за поеданием корма, при этом совершая около 14 подходов к кормовому столу [1]. В процессе питания она сортирует корма в первую очередь поедая энергетически ценные комбикорма с высокими вкусовыми качествами. В результате на кормовом столе остаются стебельчатые корма (силос, сенаж и сено), которые являются основным источником клетчатки. Данные действия животного приводят к несоблюдению рациона и отрицательно сказываются на молочной продуктивности [2, 3].

Основная часть

В процессе поедания часть корма оказывается вне зоны доступа для животных (рис. 1). Удаленные (вне зоны досягаемости животными) корма обветриваются и начинается процесс их окисления.

Исключить данный процесс можно осуществляя погребение (подталкивание) кормов к животным. В настоящее время на фер-

мах процесс погребения осуществляется несколькими способами: вручную или с применение специализированных машин – подталкивателей кормов.



Рисунок 1 – Общий вид кормового стола

В качестве подталкивателей может применяться навесное оборудование без дополнительного привода: отвалы и подталкивающие колеса (рисунок 2). Однако в эффективности они уступают специализированным средствам, так как в процессе работы происходит прессование кормов.

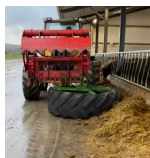


Рисунок 2 – Процесс работы подталкивателей кормов

Кроме этого, данные типы подгребателей осуществляет перемещение кормов только в горизонтальной плоскости. В результате в верхней части кормового валка остаются подсохшие корма, что может отрицательно сказываться на их потреблении.

В Беларуси фирмой ООО «Юликом Плюс» выпускается подталкиватель корма ПК-1, который монтируется на переднюю навеску трактора. Привод его рабочих органов осуществляется от его гидросистемы (рисунок 2).



Рисунок 3 – Общий вид шнековый подталкиватель кормов производства фирмы ООО «Юликом Плюс» (Республика Беларусь)

Данный подталкиватель осуществляет перемещение корма при помощи шнека. В процессе перемещения в направлении ограждений кормового стола кормовая смесь переворачивается и частично перемешивается.

В настоящее время большое распространение получили роботизированные подталкиватели кормов (рисунок 4), которые, двигаясь вдоль кормового стола, осуществляют подталкивание кормов, после чего возвращаются на станцию для подзарядки.

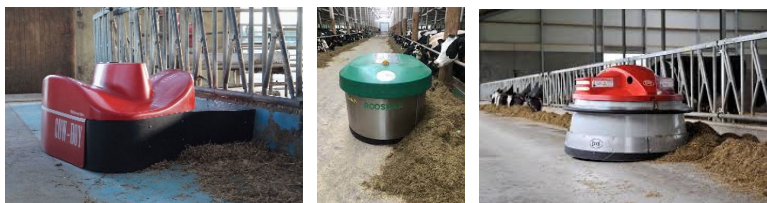


Рисунок 4 – Общий вид робота-подталкивателя

Применение роботов на ферме позволяет снизить нагрузку на персонал. Кроме этого, благодаря электроприводу робот в работе более экологичен и не создает шума. Недостатком представленных роботов является подпрессовывание кормов в процессе работы. Российскими исследователями предложена конструкция робота-подталкивателя со шнековым рабочим органом и дозатором для периодического внесения энергоемких комбикормов (рисунок 5) [3]. Внесение комбикормов в процессе подгребания позволяет повысить привлекательность кормовой смеси для животных.



Рисунок 5 – Общий вид робота-подталкивателя;
1 – выход дозатора кормовых добавок; 2 – шнек-толкатель;
3 – наполнитель с доводчиком

Ряд фирм выпускает подталкиватели кормов элементы которых монтируются при строительстве фермы на кормовом столе (рисунок 6). Данное решение позволяет автоматически подталкивать корм через заданные промежутки времени.



Рисунок 6 –Процесс работы стационарных подгребателей кормов

Данные подгребатели могут устанавливаться как в центре кормового стола, так и вдоль ограждений. Установка вдоль ограждений позволяет обеспечить более качественное формирование бурта. Форма применяемых отвалов позволяет обеспечить перемещение корма в вертикальной и горизонтальной плоскости.

Заключение

Анализ представленных решений показывает, что в настоящий момент нет единого подхода и требований к подгребателям (подталкивателям) кормов, поэтому исследования посвященные разработке технологических схем и совершенствованию рабочих органов являются актуальными и важными для отрасли животноводства.

Список использованной литературы

1. Покрытие для кормового столапокрытие для кормового стола [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bas.by/katalog/pokrytie-dlya-kormovogo-stola/>. – Дата доступа: 05.09.2023.
2. Miller-Cushon, E.; Devries, T. Feed sorting in dairy cattle: Causes, consequences, and management. *J. Dairy Sci.* 2017, 100, 4172–4183.
3. Pavkin, D.Y.; Shilin, D.V.; Nikitin, E.A.; Kiryushin, I.A. Designing and Simulating the Control Process of a Feed Pusher Robot Used on a Dairy Farm. *Appl. Sci.* 2021, 11.
4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ulicom.by/index.pl>. – Дата доступа: 05.09.2023.
5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://d3pcsg2wj9izr.cloudfront.net/files/55639/download/599371/4-1.PDF>. – Дата доступа: 05.09.2023.
6. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.dairymaster.com/ru/категории-продуктов-dairymaster /. – Дата доступа: 05.09.2023.

ВЫДЕЛЕНИЕ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ПРИ ХРАНЕНИИ НАВОЗА

И.Н. Казаровец, канд. с.-х. наук, доцент,

Д.В. Зыбайло, студент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

г. Минск, Республика Беларусь

ktmg@bgaty.edu.by

Аннотация. Рассмотрен ряд перспективных научных и практических разработок, направленных на снижение выбросов и выработку стратегии борьбы с прямыми выбросами парниковых газов (ПГ) в животноводстве, которые не ставят под угрозу продуктивность животных, особенно в контексте цели устойчивого развития.

Abstract: A number of promising scientific and practical developments are reviewed aimed at reducing emissions and developing strategies to combat direct greenhouse gas (GHG) emissions in livestock farming that do not jeopardize animal productivity, especially in the context of the sustainable development goal.

Ключевые слова: парниковые газы, метан, навоз, животноводство, выброс.

Keywords: greenhouse gases, methane, manure, livestock farming, emissions.

Введение

Известно, что навоз является источником выбросов метана и оксида азота, а их объем зависит не только от состава навоза, но и способов его хранения и переработки.

Основная часть

Очевидно, что увеличение численности поголовья скота, наряду с постоянным поступлением питательных веществ из кормов, приводит к увеличению объемов навоза, который необходимо утилизировать. На долю хранящегося навоза приходится относительно небольшое количество прямых сельскохозяйственных парниковых газов, и технически возможно уменьшить больший процент этих выбросов [1].

Поскольку выброс метана увеличивается при повышении температуры хранящегося навоза, то соответствующее ее снижение может уменьшить выбросы на 30–50% [3]. При этом уровень снижения выбросов ПГ в результате применения этого метода варьируется в зависимости от видов используемой энергии и систем охлаждения.

Регулярный вывоз навоза во внешние хранилища является эффективной практикой, которая может быть реализована с использованием рифленых полов в сочетании с их очисткой, особенно в свиноводческих помещениях, а также при определенных условиях содержания КРС. В частности, регулярное очищение каналов под хлевом и постоянный вывоз навоза способствуют снижению выбросов метана и оксида азота на 55 % и 41 % соответственно [2, 3].

Разделение твердых и жидких веществ в навозе – это технология переработки, которая частично отделяет твердые частицы от жидкого навоза с помощью гравитационных или механических систем, например, таких как центрифуги или фильтр-прессы. Органические компоненты с большим размером частиц следуют за твердым потоком в процессе сепарации, а затем складываются в кучи. Как показали некоторые исследования, потенциал снижения выбросов ПГ при использовании этой технологии достигает более 30% по сравнению с необработанным навозом [3, 4].

Анаэробное сбраживание – это процесс биологической деградации, в результате которого из навоза в отсутствии кислорода образуется сброженный органический остаток и биогаз (в основном метан и углекислый газ). Биогаз, собранный из системы, часто используется для выработки электроэнергии и топлива для котлов или печей. С учетом применения сброженного навоза в качестве удобрения анаэробное сбраживание позволяет сократить выбросы парниковых газов более чем на 30 % по сравнению с традиционными системами переработки навоза [2].

Тем не менее необходимо уделить дополнительное внимание рациональному использованию сброженного органического остатка, полученного из анаэробного сбраживания. Минерализация органического азота, происходящая в процессе биологического разложения, повышает содержание неорганического азота и кислотность стоков. В свою очередь, это может увеличить испа-

рение аммиака. При этом сочетание анаэробного сбраживания и разделения твердой и жидкой фаз снижает количество аммиака после сбраживания [3, 4].

Рацион питания в значительной степени влияет на выделение азота у большинства сельскохозяйственных животных, поэтому содержание оксида азота в навозе может уменьшаться в зависимости от типа кормов. Низкобелковая диета эффективно снижает выбросы оксида азота при хранении навоза крупного рогатого скота. Однако при манипулировании пищевым азотом необходимо учитывать содержание азота в рационе [3].

Сроки, количество и способ внесения удобрений являются важными факторами, влияющими на выбросы оксида азота в почву. Потери внесенных азотных удобрений до поглощения их культурой происходят в результате выщелачивания и денитрификации почв. Чтобы обеспечить поступления необходимого количества азота к растущей культуре, следует отказаться от внесения удобрений во время сезонов дождей или перед обильными ливнями. Такие методы могут помочь в оптимизации производства биомассы и снижении выбросов парниковых газов в почве [1, 4].

Поскольку, как отмечалось выше, после внесения навоза в почву уменьшается количество выбросов метана, то сокращение времени хранения может существенно снизить объем выбросов. Однако частое внесение навоза в почву заметно повышает интенсивность выделения с полей углекислого газа и оксида азота. Для снижения этого отрицательного эффекта следует избегать внесения удобрений во время продолжительной влажной погоды, а также в периоды низкого поглощения азота растениями [1, 3].

Заключение

Современные хранилища обеспечивают гибкий подход при выборе времени для внесения навоза на поля. А минералогический анализ содержания навоза позволяет более точно отрегулировать внесение в почву соответствующих питательных веществ и тем самым минимизировать негативное воздействие на окружающую среду [1,2]. Использование ингибиторов нитрификации потенциально может снизить вымывание азота за счет преобразования аммиака в нитрат. Однако этот положительный эффект ослабляется из-за увеличения косвенных выбросов оксида азота, которые воз-

никают из-за повышенного улетучивания аммиака [3]. В целом, ингибиторы нитрификации были продемонстрированы как достаточно эффективный метод снижения выбросов оксида азота.

Список использованной литературы

1. Петрунина И.В., Горбунова Н.А., Системные меры по снижению выбросов парниковых газов в животноводческих хозяйствах. Обзор // журнал «Пищевые Системы», 2022 т. 5, №3, С. 202–211.

2. Гриднева, Т.Т. (2012). Эмиссия вредных газов при производстве животноводческой продукции. Вестник ВНИИМЖ, 4(8), 61–69.

2. Гриднев П.И., Гриднева Т.Т. Анализ причин эмиссии аммиака в животноводческих помещениях // Проблемы интенсификации животноводства с учетом охраны окружающей среды, стандартов ЕС и производства альтернативных источников энергии. Варшава, 2016. С. 57

3. Жицкий А.В. Казаровец И.Н., Текущее состояние кишечного метана и углеродный след мясного и молочного скота // Перспективная техника и технологии в АПК: материалы Международной научной конференции студентов, магистрантов и аспирантов, Минск, 13–14 апреля 2023 г. – С. 288–290.

УДК 631.17: 636.03

МЕРЫ ПО СНИЖЕНИЮ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ

И.Н. Казаровец, канд. с.-х. наук, доцент,

Д.В. Зыбайло, студент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

г. Минск, Республика Беларусь

ktmg@bgaty.edu.by

Аннотация: В статье приведен обзор различных подходов к решению проблем, возникающих при выделении парниковых газов от деятельности животноводческих хозяйств.

Abstract: The article provides an overview of various approaches to solving problems arising from the emission of greenhouse gases from the activities of livestock farms.

Ключевые слова: парниковые газы, метан, жвачные животные, кормовые добавки, животноводство

Keyworld: greenhouse gases, methane, ruminants, feed additives, livestock.

Введение

Производственная деятельность, связанная с содержанием жвачных животных, предполагает необходимость решения проблемы сокращения выбросов парниковых газов при одновременном увеличении производства мяса и молока для удовлетворения потребительского спроса. На диаграмме 1 указаны основные источники выброса метана, на диаграмме 2 приведены выбросы метана в сельскохозяйственном секторе (рисунок 1).



Рисунок 1 – Годовые глобальные антропогенные выбросы метана (CH₄)

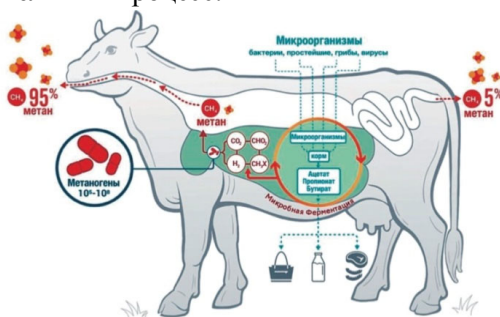
Около 50 % выбросов метана происходят из антропогенных источников, которые включают сельскохозяйственную деятельность. Общая глобальная оценка антропогенных выбросов приближается к 320 млн тонн в год [3]. При этом основными источниками эмиссии парниковых газов на этапе выращивания животных являются выбросы метана из их пищеварительного тракта, а также закиси азота из навоза [4].



Рисунок 2 – Глобальные выбросы по видам домашних животных и птицы

Анализ приведенной схемы показывает, что большая часть выбросов в секторе животноводства приходится на КРС – 62 %, что составляет около 5 млн тонн в CO_2 -эквиваленте. Эта цифра примерно поровну делится между молочным и мясным скотом. Уровень выбросов, источником которых является разведение свиней, птицы и мелких жвачных, гораздо ниже – примерно от 7 до 11 % от суммарных выбросов данного сектора.

Одним из методов сокращения выбросов является повышение эффективности ферментации рубца и увеличение продуктивности животных, а именно изменение рационов питания, применение специальных вакцин и химических добавок, осуществление генетической селекции животных и другие меры. Следует уточнить, что энтеральная ферментация является естественной частью пищеварительного процесса жвачных животных, когда бактерии, простейшие и грибы, содержащиеся в передней части желудка животного (рубец), ферментируют и расщепляют растительную биомассу, съеденную животным. На рисунке 3 схематично показан данный пищеварительный процесс.



415

Газообразные отходы энтеральной ферментации, углекислый газ и метан, удаляются из рубца отрыжкой. Выделение метана в ретикулуме является эволюционной адаптацией, позволяющей экосистеме рубца утилизировать водород, который в противном случае может накапливаться и препятствовать ферментации углеводов и разложению клетчатки [1].

Улучшение переваримости рациона за счет увеличения в нем доли концентратов является одной из эффективных стратегий по снижению выбросов метана – примерно на 15 % на единицу нормализованного молока. Однако при применении этого метода необходимо тщательно учитывать соотношение обычных кормов и концентратов. Так, заметного снижения энтерального метана можно ожидать при использовании концентратов от 35 % до 40 % в общем объеме кормовой смеси [2].

Добавление жиров или жирных кислот в рацион жвачных животных может снизить выбросы метана как за счет уменьшения доли энергии, поступающей из ферментируемых углеводов, так и за счет изменения микробной популяции рубца [3].

Заключение

В целом, именно современные системы кормления жвачных животных на основе высококачественных кормов могут снизить выбросы ПГ от животноводства и сельского хозяйства. Одними из основных факторов, определяющих качество корма, являются стадия роста на момент сбора урожая и видовая смесь. Увеличение содержания клетчатки приводит к увеличению количества метана. В то время как кормовые бобовые могут снизить выбросы ПГ за счет снижения использования азотных удобрений и снижения образования паразитов у жвачных животных. Поэтому эти корма являются более экологически и экономически выгодными [3].

Список использованной литературы

1. Самарджич, М., Валентини, Р., Васенев, И.И. (2014). Экологическая оценка удельной эмиссии парниковых газов при производстве и потреблении мясной продукции в условиях Центрального региона России. Достижения науки и техники АПК, 9, 61–64.
2. Гриднев П.И., Гриднева Т.Т., Спотару Ю.Ю. Влияние технологий производства молока на окружающую среду // Вестник ВНИИМЖ. 2014. № 3. С. 139–144.

3. Петрунина И.В., Горбунова Н.А., Системные меры по снижению выбросов парниковых газов в животноводческих хозяйствах. Обзор // журнал «Пищевые Системы», 2022 т. 5, №3, С. 202–211.

4. Жицкий А.В. Казаровец И.Н., Экологическая безопасность при производстве продукции животноводства // Перспективная техника и технологии в АПК: материалы Международной научной конференции студентов, магистрантов и аспирантов, Минск, 10–20 апреля 2022 г. – С. 230–232.

УДК 631.22.018

ЦИФРОВИЗАЦИЯ МОЛОЧНОГО ЖИВОТНОВОДСТВА

И.И. Скорб, ст. преподаватель,

И.М. Швед, ст. преподаватель

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
skorbigor@mail.ru*

Аннотация: В статье отражены некоторые аспекты использования цифровых технологий в молочном животноводстве.

Abstract: The article reflects some aspects of the use of digital technologies in dairy farming.

Ключевые слова: молочное животноводство, цифровизация, управление, технология, контроль.

Keywords: dairy farming, digitalization, management, technology, control.

Введение

Цифровизация в молочном животноводстве – это неизбежное влияние новых технологий на все сферы человеческой жизни.

Будущее молочного животноводства видится в развитии интеллектуальных цифровых систем управления производством, гармонизации взаимодействия всех элементов и связей в сложной биотехнической системе «человек - машина - животное».

Основная часть

На основе развивающейся в отрасли животноводства машиноцентрической модели, должна усиливаться роль «машинного» фактора, полнее и точнее обслуживающего

животное. В перспективе фермы должны представлять собой автономно работающие роботизированные предприятия, где человек освобожден от рутины ручного труда, необходимости вставать в пять утра и идти доить коров, убирать навоз и выполнять другие рутинные и малопривлекательные операции.

Он должен заниматься интеллектуальной работой, корректировать управляющие алгоритмы производственных процессов, получать информацию о состоянии животных, их местонахождении в любой момент времени, знать о возникающих неполадках в основных функциональных подсистемах: доении, кормлении, обеспечении микроклимата и др.

Молочная отрасль одной из первых среди других животноводческих секторов стала использовать интеллектуализированные системы управления производством.

К объектам цифровизации в молочном животноводстве можно отнести молочные комплексы, которые используют в основном импортное доильное оборудование, оснащенное цифровыми системами сбора и обработки информации об индивидуальных надоях животных, состоянии здоровья вымени коров, половой охоте и других зооветеринарных признаках. Также в хозяйствах внедряются системы автоматизированного нормированного группового кормления животных на базе самоходных миксеров-раздатчиков кормов. На многих молочных комплексах республики уже работают доильные роботы таких производителей, как Lely, DeLaval, GEA.

Таким образом, цифровые технологии становятся все более востребованными.

Цифровые решения для животноводства представляют собой информационные системы и технические средства, позволяющие грамотно распределять ресурсы и вести точный контроль всех производственных процессов на ферме. Одним из самых главных элементов цифрового животноводства, является идентификация. Это базис, от которого отталкиваются все производственные процессы, такие как доение, осеменение, сортировка и т. д.

Важным этапом является внедрение счетчиков молока с возможностью измерения крови и электропроводности. Контроль данных показателей помогает выявлять животных с маститом на ранней стадии, что, в свою очередь, позволяет не терять товарное

молоко. Значимым элементом является система измерения активности. У нее есть как сторонники, использующие датчики активности не только на дойных коровах, но и на телках, так и противники, которые в своей работе используют схемы синхронизации. Однако надо понимать, что данная система работает не только как способ выявления охоты у животных, но и информирует о животных с пониженной активностью, требующих дополнительного внимания со стороны специалистов фермы.

Все большей популярностью пользуется автоматическая система определения упитанности. Анализируя полученную таким образом информацию, можно улучшить показатели воспроизводства и кормления. Востребованным элементом является инструмент, позволяющий контролировать в молоке такие показатели, как прогестерон, LDH, BHB и мочевины. Средством обработки всех этих данных является программа управления стадом, которая объединяет в себе данные со всех датчиков и узлов и помогает принимать правильные решения с правильным животным в нужный момент.

Активно используется система мониторинга активности и руминации (длительность жевания жвачки) коров SCR. Система представлена специальными ошейниками, которые присваиваются каждой корове для накопления индивидуальной информации. Система отслеживает два важных показателя: руминацию (количество жевательных повторов) и активность (количество движений) животных. Резкое изменение руминации обычно свидетельствует о возникновении заболевания, которое идентифицируется на ранней стадии, что позволяет ветеринарной службе своевременно обеспечить надлежащее лечение коровы и минимизировать риски, связанные с потерями молока и выбытием животного из стада. Функция мониторинга активности используется преимущественно службой воспроизводства стада. Она позволяет выявить отклонения в обычном режиме активности коровы и определить корову в половой охоте. Кроме того, система подскажет время, в которое осеменение будет наиболее плодотворным.

Заключение

Таким образом, цифровизация в молочном животноводстве позволяет оптимизировать и ускорять производственные,

логистические и административные процессы, что в итоге ведет к экономии финансовых и человеческих ресурсов.

Список использованной литературы

1. [www.agroinvestor.ru](https://www.agroinvestor.ru/animal/article/33325-konets-ruchnogo-upravleniya-kakie-tsifrovye-tehnologii-vnedryayutsya-na-zhivotno-vodcheskikh-predpri/) [Электронный ресурс].
<https://www.agroinvestor.ru/animal/article/33325-konets-ruchnogo-upravleniya-kakie-tsifrovye-tehnologii-vnedryayutsya-na-zhivotno-vodcheskikh-predpri/>

УДК 631.22.018

ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫПАИВАНИЯ ТЕЛЯТ

И.И. Скорб, ст. преподаватель,

И.М. Швед, ст. преподаватель

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
skorbigor@mail.ru*

Аннотация: В статье описаны преимущества автоматического кормления телят.

Abstract: The article describes the advantages of automatic feeding of calves.

Ключевые слова: теленок, молозиво, заменитель цельного молока, поение, автоматизация.

Keywords: calf, colostrum, whole milk replacer, watering, automation.

Введение

Довольно часто с увеличением поголовья, на фермах сталкиваются с нехваткой рабочей силы, поэтому необходимо делать выбор между автоматизацией и увеличением количества наемных работников. В этом контексте экономика автоматизированного кормления телят выглядит привлекательно.

Автоматизированное кормление полностью заменяют работу телятниц, фиксирует частоту подходов телят к кормушкам и количество съеденного корма. Телята получают корм в соответствии с этими данными и возрастными потребностями [1].

Основная часть

Точное и более частое кормление, а также возможность фиксировать потребление и отслеживать развитие каждого теленка положительно сказываются на результатах фермы [2].

Для тех, кто сделает выбор в пользу автоматизации, производители оборудования могут предложить немало дополнительных опций, расширяющих технические возможности этих систем. Среди них есть и такие, которые уменьшают конкуренцию между телятами у кормушки.

Систему можно дополнительно оборудовать температурными сенсорами в соске для фиксации температуры тела во время каждого приема корма. Таким образом, кроме потребления корма и частоты подходов к поилке, можно значительно быстрее выявить больного теленка.

Еще одна опция – электронные весы, которые взвешивают теленка, когда тот пьет. Это позволяет отслеживать темпы роста и корректировать нормы кормления. Также в систему можно добавить автоматизированные кормушки для стартерного корма, которые присоединяют к поилке. При увеличении потребления стартерного корма уменьшается порция молока.

Индивидуальное содержание и кормление в течение первых 3–7 дней, приучение телят к автоматизированному кормлению небольшими группами, а также отделение телят в возрасте до трех недель от старших уменьшают стресс, ускоряют рост и улучшают здоровье животных. Большее количество молока либо заменителя цельного молока, близких к естественному потреблению, в первые 3–4 недели жизни значительно улучшают показатели роста и повышают устойчивость телят к болезням.

Использование автоматизированных технологий и групповое содержание телят имеют свои особенности. Автопоилки отличаются конструкцией, функциями, сложностью и ценой, но работают по одинаковым принципам кормления телят в группах.

Целью любой программы для новорожденных телят должно быть повышение эффективности передачи пассивного иммунитета (выпойки молозива) и уменьшение попадания патогенных организмов с окружающей среды.

Сейчас активно внедряются технологии автоматического выпаивания телят, которая представлена кормовыми станциями для порционной выпойки молоком. Первые 60 дней теленка критически важны в его жизни. Они определяют его последующее развитие, возраст первого осеменения животного, а также всю последующую лактацию. Работа станций контролируется программным обеспечением, которое регламентирует количество молока, выдаваемого конкретному индивидуальному теленку в зависимости от его возраста. Программное обеспечение фиксирует количество подходов и объем потребляемого теленком молока и выдает список тех телят, которые не выпили полагающийся им объем. Это помогает выявить заболевание на ранних сроках и обеспечить надлежащее своевременное лечение, что помогает снизить риски выбытия телят в группе до двух месяцев и увеличить привес.

Программное обеспечение может регламентировать схему отъема теленка и выстраивать требуемое количество подходов и объем выпиваемого молока в соответствии с утвержденной схемой. Правильное уменьшение количества молока до нуля стимулирует потребление грубых кормов и концентратов. Это способствует нормальному развитию рубца животного и положительно влияет на его жизнеспособность, а впоследствии и на репродуктивную способность, надой и продолжительность жизни коровы. Кроме того, станции снабжены специальными весами для мониторинга привеса живой массы в соответствии с требуемым привесом в данном возрасте. Использование данной системы позволяет улучшить сохранность телят возрастом до двух месяцев.

Заключение

Эффект от применения автопоилок может быть отложенным во времени. Так, при применении системы автоматического выпаивания увеличение сохранности телят с 93 % до 98 % дает формальный рост лишь в 5 %, однако в структуре всех затрат на выращивание одного теленка, его ветеринарное сопровождение, откорм и последующее создание им добавленной стоимости в виде конечного продукта – молока, суммарный эффект может составлять около 15–20 %.

Список использованной литературы

1. www.milkua.info [Электронный ресурс]. <http://milkua.info/ru/post/avtomatizirovannoe-kormlenie-telat>.
2. www.agroinvestor.ru [Электронный ресурс]. [https://www.agroinvestor.ru/animal/article/33325 – konets - ruchnogo - upravleniya - kakie-tsifrovytekhnologii - vnedryayutsya - ahivotnovodcheskikh - predpri/](https://www.agroinvestor.ru/animal/article/33325-konets-ruchnogo-upravleniya-kakie-tsifrovytekhnologii-vnedryayutsya-ahivotnovodcheskikh-predpri)

УДК 621.929:636(476)

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ЧИСЛА УГЛА ПОДЪЕМА ВИНТОВОЙ ЛИНИИ ЛОПАСТИ МЕШАЛКИ НА ДИАМЕТР ВЫХОДНОГО ОТВЕРСТИЯ СОПЛА

И.М. Швед, ст. преподаватель,

И.И. Скорб, ст. преподаватель

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
terechovich@mail.ru*

Аннотация: В статье получено уравнение для определения диаметра выходного отверстия сопла при известном угле подъема винтовой линии лопасти мешалки. Построена графическая зависимость диаметра выходного отверстия сопла кожуха от угла подъема винтовой линии лопасти мешалки.

Abstract: The equation for determining the nozzle outlet diameter at a known angle of elevation of the screw line of the agitator blade is obtained in the paper. The graphical dependence of the casing nozzle outlet diameter on the angle of elevation of the screw line of the agitator blade is plotted.

Ключевые слова: диаметр отверстия сопла, кожух, миксер, жидкий навоз, осадок.

Keywords: nozzle hole diameter, casing, mixer, liquid manure, sludge.

Введение

Одной из основных задач Государственной программы «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы является развитие производства органической продукции и снижение негативного воздействия хи-

мических препаратов, гормонов роста, антибиотиков на окружающую среду и здоровье людей [1]. Для осуществления поставленной задачи необходимо совершенствовать машины и оборудование для утилизации и переработки жидкого навоза.

Жидкий навоз при хранении легко расслаивается и при отсутствии его перемешивания на поверхность всплывают легкие примеси, а тяжелые частицы образуют осадок на дне навозохранилища. Для получения качественного органического удобрения необходимо обеспечить эффективное перемешивание жидкого навоза, осуществив размыв осадка на дне навозохранилища.

Процесс перемешивания жидкого навоза осуществляется миксером с лопастной мешалкой и совмещает в одной технологической цепи последовательно процессы размыва, уплотненного за время хранения осадка навоза и его смешивания во всем объеме хранящейся навозной массы. Для обеспечения работы миксера с минимальными энергозатратами, требуется поддержание оптимальных конструкционных и технологических параметров оборудования.

Основная часть

Эксплуатируемые миксеры, представленные на рынке Республики, оснащены разного типа мешалками и кожухами для улучшения характеристик потока жидкого навоза, созданного истекающей из его отверстия струей [2].

Экспериментальные исследования по определению влияния оказываемого углом подъема винтовой линии лопасти мешалки на диаметр выходного отверстия сопла кожуха миксера проводились на экспериментальной установке оснащенной коническим кожухом (рисунок 1).

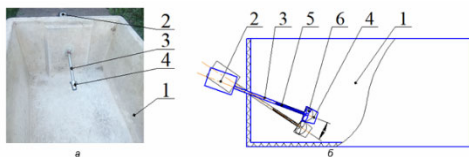


Рисунок 1 – Модель миксера с коническим кожухом: а – общий вид модели, б – схема модели, 1 – емкость, 2 – привод мешалки, 3 – труба, 4 – кожух, 5 – вал, 6 – мешалка

Оптимальная геометрическая конфигурация формы кожуха миксера способствует наиболее эффективному использованию струи жидкого навоза в процессе размыва уплотненного осадка, так как от

формы кожуха зависит баланс энергозатрат на трение жидкого навоза по внутренним стенкам кожуха и на рассеяние потока навозной массы в объеме хранящегося навоза. С увеличением скорости потока жидкого навоза осуществляется внедрение струи в осадок и при образовании воронки в дальнейшем происходит сводоразрушение краев воронки, увеличивая этим общую площадь участка размыва осадка.

Одним из основных геометрических параметров, влияющим на режимные параметры миксера (число оборотов мешалки, производительность, потребная мощность и т.д.), оснащенного коническим кожухом, является диаметр выходного отверстия сопла. При этом данный конструкционный параметр кожуха будет изменяться и в зависимости от угла подъема винтовой линии лопасти мешалки.

Результаты исследования зависимости диаметра выходного отверстия сопла кожуха от угла подъема винтовой линии лопасти мешалки представлены на рисунке 2.

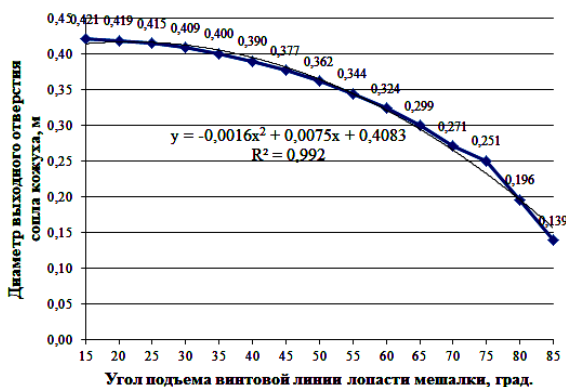


Рисунок 2 – Графическая зависимость диаметра выходного отверстия сопла кожуха от угла подъема винтовой линии лопасти мешалки

На основании зависимости, представленной на рисунке 2, получено уравнение для определения диаметра выходного отверстия сопла кожуха:

$$d_c = -0,0016\gamma^2 + 0,0075\gamma + 0,4083,$$

где γ – угол подъема винтовой линии лопасти мешалки, град..

Величина достоверности аппроксимации $R^2=0,992$.

Заключение

Анализ графической зависимости представленной на рисунке 2 показал, что для устанавливаемых в навозохранилищах миксеров при угле подъема винтовой линии лопасти мешалки находящегося в пределах 32° – 38° диаметр выходного отверстия сопла кожуха находится в интервале 392–405 мм.

Список использованной литературы

1. Государственная программа «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы / Постановление Совета Министров Республики Беларусь. – Введ. 01.02.2021. – Минск, 2021 – № 59 – 115 с.

2. Куріс, Ю. В. Підвищення теплотехнічних та технологічних показників спалювання біогазу в теплогенеруючому обладнанні: Дисертація на здобуття наукового ступеню кандидата технічних наук : 05. 20. 01. – Київ : НУХТ, 2007.

УДК 631.362.3

ВИБРОПНЕВМОСОРТИРОВАНИЕ СЕМЯН

В.М. Поздняков¹, канд. техн. наук, доцент,

С.А. Зеленко², ст. преподаватель

¹Международный университет «МИТСО»,

²УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

г. Минск, Республика Беларусь

sergey-zelenko@mail.ru

Аннотация: На основе проведённых исследований получена математическая зависимость, позволяющая определить теоретическую производительность вибропневмосепаратора для сортирования семян по плотности.

Abstract: Based on the conducted studies, a mathematical dependence was obtained that allows determining the theoretical performance of a vibro-pneumatic separator for sorting seeds by density.

Ключевые слова: вибропневматический сепаратор, сортирование, плотность, производительность, семена.

Keywords: vibro-pneumatic separator, assort, density, performance, seeds.

Введение

Составление математической модели процесса сортирования семян в псевдооживленном слое возможно только для отдельной материальной частицы и при заданных параметрах колебаний. В теоретической схеме процесса перемещения массы семян по сетчатой деке, разработанной в исследованиях авторов не учтены все факторы, влияющие на процесс. К тому же во многих исследованиях рассматривается очистка семян от минеральной трудноотделимой примеси, плотность которой значительно больше плотности основных семян и процентное содержание минеральной примеси к общей массе очищаемых семян относительно невелико (менее 1 %).

Основная часть

Рассмотрим схему сил (рисунок 1), действующих на частицу массой m , которая перемещается снизу вверх по сетчатой деке вибропневмосепаратора, наклоненной к горизонту под углом α и совершающей прямолинейные колебания с амплитудой A и угловой частотой ω .

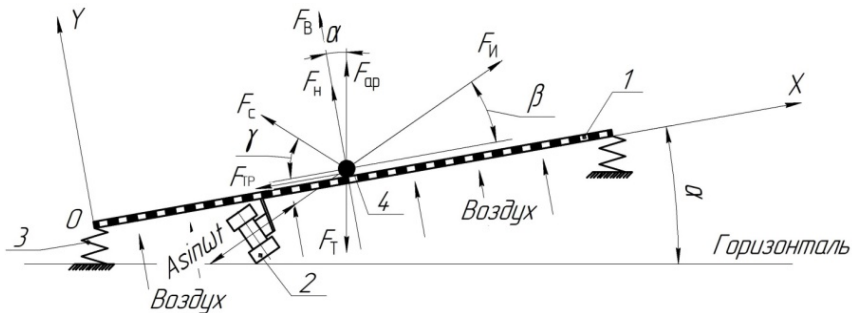


Рисунок 1 – Схема сил, действующих на частицу при вибропневматическом сортировании в псевдооживленном слое

1 – сетчатая дека; 2 – электровибратор; 3 – виброопора; 4 – материальная частица

В системе координат, связанной с сетчатой декой вибропневмосепаратора, на частицу в общем случае действуют силы тяжести F_t , трения $F_{тр}$ о поверхность сетчатой деки, нормальной реакции F_n поверхности на частицу, инерции F_i , аэродинамического воздействия F_v воздушного потока на частицу, Архимеда $F_{ар}$, сопротивления транспорированию F_c . [1].

Для рассматриваемой системы сил дифференциальные уравнения движения частицы относительно вибрирующей сетчатой деки с учетом значений соответствующих сил получены в следующем виде:

$$m \left(\frac{d^2 x}{dt^2} \right) = m A \omega^2 \sin \omega t \cos \beta - mg \sin \alpha + F_{\text{ap}} \sin \alpha - F_{\text{тр}} - F_c \cos \gamma; \quad (1)$$

$$m \left(\frac{d^2 y}{dt^2} \right) = m A \omega^2 \sin \omega t \sin \beta + F_{\text{ap}} \cos \alpha + F_{\text{н}} + F_{\text{в}} + F_c \sin \gamma - mg \cos \alpha, \quad (2)$$

где m – масса частицы, кг; A – амплитуда колебаний сетчатой деки, м; ω – угловая частота колебаний, рад/с; t – время движения частицы, с; β – угол действия вынуждающей силы, град; g – ускорение свободного падения, м/с², α – угол наклона сетчатой деки, рад; γ – угол приложения силы сопротивления транспортированию F_c , рад.

Критерием оценки эффективной работы сепаратора, наряду с качественными показателями, является его производительность.

Поскольку в процессе сортирования высота слоя продукта на сетчатой деке остается постоянной, подача семян на деку равна производительности, которую, с учетом принятых допущений и после всех преобразований, можно определить из условия неразрывности потока [2].

$$Q = b(h_1 + h_2)k \cdot \rho_{\text{н}} \cdot \left[\frac{A\omega(1 - \cos \omega t) \cos(\varphi_{\text{т}} - \beta)}{\cos \varphi_{\text{т}}} - \frac{k_{\text{т}} A \sin \omega t \cos(\varphi_{\text{т}} + \gamma)}{m \cos \varphi_{\text{т}}} - \frac{gt \sin(\varphi_{\text{т}} + \alpha)}{\cos \varphi_{\text{т}}} + \frac{F_{\text{ap}} t \sin(\varphi_{\text{т}} + \alpha)}{m \cos \varphi_{\text{т}}} + \frac{F_{\text{в}} t}{m} g \varphi_{\text{т}} \right], \quad (3)$$

где b – ширина сетчатой деки, м; h_1 – высоты зазора между сетчатой декой и выходным патрубком для плотной фракции, м; h_2 – высоты зазора между выходным патрубком для плотной и средней фракций. k – поправочный коэффициент, учитывающий изменение частоты колебания сетчатой деки и скорости воздушного потока, от изменения значений которых зависит перемещение отдельных частиц и трение между ними. $\rho_{\text{н}}$ – насыпная плотность семян, поступивших на вибропневмосортирование, кг/м³; $\varphi_{\text{т}}$ – угол трения частиц о наклонную плоскость, рад.

Анализ полученного уравнения (3) показал, что производительность вибропневматического сепаратора во многом зависит от угла наклона, амплитуды и частоты колебания сетчатой деки, а также скорости воздушного потока в рабочей камере.

Заключение

Таким образом, на основании проведенных теоретических исследований получено уравнение для определения теоретической производительности вибропневматического сепаратора, учитывающее физико-механические свойства обрабатываемых семян и конструктивные особенности оборудования.

Список использованной литературы

1. Шило, И.Н. Производительность прямооточного вибропневматического сепаратора зерновой смеси / И.Н. Шило, В.М. Поздняков, С.А. Зеленко // Известия национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук. – 2018. – Т.56, № 1. – С. 99–108.

2. Шило, И.Н. Исследование производительности вибропневматического оборудования / И.Н. Шило, В.М. Поздняков, С.А. Зеленко // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – 2020. – Т. 26, № 6. – С. 163–172.

УДК 631.116.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВАКУУМЕТРИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ УДЕРЖАНИЯ ДОИЛЬНОГО АППАРАТА НА СОСКАХ ВЫМЕНИ КОРОВЫ

С.Н. Бондарев, ассистент,

А.В. Китун, д-р техн. наук, профессор

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

г. Минск, Республика Беларусь

seregabondarev1991@yandex.ru

Введение

В процессе работы доильного аппарата с выполненными шлюзовыми каналами в стенке сосковой резины (рис. 1), происходит поступление воздуха из межстенной камеры доильного стакана в подсосковую в время такта «сжатие». В результате чего, происходит снижение вакуумметрического давления в подсосковой камере доильного аппарата, который должен удерживаться на сосках вымени коровы на протяжении всего процесса машинного доения.

Таким образом, определение вакуумметрического давления, необходимого для удержания доильного аппарата на сосках вымени коровы и является целью данной статьи.

Основная часть

Выполнив в стенке сосковой резины доильного стакана шлюзовые каналы, при открытии которых будет происходить поступление воздуха из межстенной камеры в подсосковую во время такта «сжатие». В результате чего, величина снижения вакуумметрического давления не должна быть меньше значения, при котором доильный аппарат будет удерживаться на сосках вымени коровы.

Тогда условие, при котором доильный аппарат будет удерживаться на сосках вымени коровы, примет вид:

$$p_{сж} > p_{уд}, \quad (1)$$

где $p_{уд}$ – допустимое вакуумметрическое давление в подсосковой камере доильного стакана во время такта «сжатие», при котором доильный аппарат будет удерживаться на сосках вымени коровы, Па;

$p_{сж}$ – вакуумметрическое давление в подсосковой камере доильного стакана во время такта «сжатие» с учетом поступления воздуха через шлюзовые каналы, определим по формуле

$$p_{сж} = p_v - p_{шл}, \quad (2)$$

где p_v – вакуумметрическое давление в доильном аппарате, Па;

$p_{шл}$ – величина давления, создаваемого в подсосковой камере воздухом, поступающим через шлюзовые каналы во время такта «сжатие», Па.

Вакуумметрическое давление в подсосковой камере доильного стакана во время такта «сжатие», при котором доильный аппарат будет удерживаться на сосках вымени при машинном доении коровы (рисунок 1), в общем виде, определим по формуле

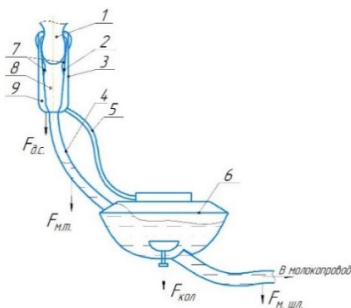
$$p_{уд} = \frac{F_{тяж} + F_m - F_{тр}}{n_{д.с.} \cdot S_{сж}}, \quad (3)$$

где $F_{тяж}$ – сила тяжести подвесной части доильного аппарата, Н;

F_m – сила тяжести молока, находящегося в доильном аппарате, Н;

$F_{тр}$ – сила трения стенки сосковой резины о сосок вымени животного, Н;

$S_{сж}$ – площадь контакта сосковой резины доильного стакана и соска вымени животного, м².



- 1 – сосок вымени коровы; 2 – сосковая резина; 3 – гильза доильного стакана;
4 – молочная труба; 5 – вакуумный шланг; 6 – коллектор; 7 – шлюзовые каналы

Рисунок 1 – Схема к определению силы тяжести подвесной части доильного аппарата

Определив составляющие выражения (3) получим формулу для определения вакуумметрического давления в подсосковой камере доильного стакана во время такта «сжатие», при котором доильный аппарат будет удерживаться на сосках вымени при машинном доении коровы

$$p_{уд} = (F_{тяж} + F_{м}) \left[1 - \cos \left(- \frac{3l_{пр} (p_{в} - p_{вым})}{2E_{с} \delta_{с}} \right) \frac{4f_{тр}}{n_{д.с.} \pi d_{в} l_{с}} \right] \quad (4)$$

Анализ формулы (4) показал, что допустимое вакуумметрическое давление в подсосковой камере доильного стакана во время такта «сжатие», при котором доильный аппарат будет удерживаться на сосках вымени коровы ($p_{уд}$), зависит от силы тяжести доильного аппарата ($F_{тяж}$) и молока ($F_{м}$), длины присоска сосковой резины ($l_{пр}$), величины вакуумметрического ($p_{в}$) и внутривыменного давлений ($p_{вым}$), модуля упругости соска вымени коровы ($E_{с}$), толщины стенки соска ($\delta_{с}$), количества одновременно работающих доильных стаканов ($n_{д.с.}$), внутреннего диаметра сосковой резины ($d_{в}$) и длины соска вымени коровы ($l_{с}$).

Заключение

Подставив численные значения в формулу (2) и (4), установлено, что величина вакуума в подсосковой камере доильного стакана при поступлении воздуха через шлюзовые каналы снизится до $p_{сж} = 36,68$ кПа, при величине вакуума в доильном аппарате $p_{в} = 43$ кПа. Вакуумметрическое давление в подсосковой камере доильного стакана во время такта «сжатие», при котором доильный

аппарат будет удерживаться на сосках вымени коровы, равна $p_{уд} = 6,32$ кПа, что свидетельствует о выполнении условия $p_{сж} > p_{уд}$.

Список использованной литературы

1. Доильный стакан: пат. 22689 Респ. Беларусь, МПК А 01J 5/08 / С.Н. Бондарев, В.И. Передня, А.В. Китун, Н.Н. Романюк; заявитель Белорусский гос. аграрн. техн. ун-т. – № а 20180057, заявл. 14.02.2018; опубл. 02.07.2019 // Офиц. бюл. / Нац. Центр интел. собственности. – 2019. – № 4. – С. 50.
2. Способ машинного доения животного: пат. 24052 Респ. Беларусь, МПК А 01J 5/04 / С.Н. Бондарев, А.В. Китун, Н.Н. Романюк; заявитель УО «Белорусский государственный аграрный технический университет. – № а 20210279, заявл. 22.09.2021; опубл. 30.04.2023 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2023. – № 2. – С. 14.
3. Бондарев, С.Н. Определение величины вакуума в присоске сосковой резины доильного аппарата / С.Н. Бондарев, А.В. Китун, В.В. Передня // Агропанорама. – 2018. – № 3. – С. 45–48.

УДК 631.333:631.862

ЭФФЕКТИВНАЯ МЕХАНИЧЕСКАЯ МАШИНА ДЛЯ УДАЛЕНИЯ НАВОЗА НА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМАХ И КОМПЛЕКСАХ

П.П. Бегун, канд. техн. наук,

В.В. Микульский, канд. техн. наук

РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

himvsh@mail.ru

Аннотация: В статье представлена новая эффективная машина для удаления бесподстилочного навоза из открытых навозных каналов с беспривязным содержанием животных, способная быстро и качественно очищать навозные каналы от экскрементов животных. Представлено ее устройство и работа. Приведена техническая характеристика.

Abstract: The article presents a new effective machine for removing bedding-free manure from open manure channels with free-stall housing of animals, capable of quickly and efficiently cleaning manure channels

from animal excrement. Its structure and operation are presented. Technical characteristics are given.

Ключевые слова: уборка навоза, дельта-скреперное оборудование, бесподстилочный навоз, агрегат для удаления навоза, скрепер, бульдозер.

Keywords: manure removal, delta scraper equipment, litter-free manure, manure removal unit, scraper, bulldozer.

Введение

Удаление навоза из животноводческих помещений является одним из самых сложных процессов во всей технологической цепочке получения продукции. На его долю приходится более 30 % общих затрат на производство продукции данного вида. Это связано с большим суточным выходом и перемещением навоза как внутри, так и вне здания. При нормальном кормлении животных суточный выход экскрементов пропорционален массе животного: для КРС – 8...10 % от живой массы, для свиней – 6...8 %.

На большинстве построенных в последние годы молочно-товарных фермах и комплексах с боксовым содержанием удаление навоза из помещений осуществляется с помощью дельта-скреперного оборудования (более 10 млн. т полужидкого навоза) или бульдозеров (при содержании скота на сменяемой подстилке). Скреперное удаление бесподстилочного навоза из мест содержания животных требует применения дополнительного оборудования для транспортирования навозной массы из помещений к местам сбора и временного хранения. Для этих целей в республике применяются скребковые транспортёры циклического действия (типа ТС-1), перемещающие навоз по поперечному каналу к местам сбора и временного хранения, также может использоваться центробежный насос (типа НЖН-200). При этом транспортирование к местам утилизации или переработки производится с использованием центробежных (типа НЖН-200) или поршневых (типа УТН-10) насосов по трубопроводу.

Для удаления навоза со сменяемой подстилкой используют бульдозеры на базе колесных тракторов (МТЗ-80+ БН-1, погрузчик «Амкодор»). Также бульдозеры могут применяться и на удалении бесподстилочного навоза, что объясняется отсутствием производства в республике специальных средств механизации для эффек-

тивного выполнения технологического процесса уборки навоза [1]. Применение бульдозеров ухудшает санитарно-эпидемиологическое состояние, ведёт к загрязнению территории фермы и окружающей среды т.к. в процессе транспортирования из животноводческого помещения к навозосборнику навоз размазывается по площадке находящейся за торцевой частью коровника, кроме того, за колёсами трактора навоз переносится по территории фермы из одного помещения для содержания животных в другое, что требует привлечения дополнительной рабочей силы для ручной доочистки каналов и прилегающей к помещению территории. По этой причине бульдозерное оборудование считать перспективным не представляется возможным.

При этом по данным областных комитетов по сельскому хозяйству в целом по стране насчитывается более 500 молочно-товарных ферм и комплексов с удалением из помещений полужидкого навоза дельта-скреперным оборудованием и более 1200 – с бульдозерным удалением [2].

Основная часть

В связи с этим в РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» разработан многофункциональный агрегат для уборки навоза на молочно-товарных фермах и комплексах, способный не только убирать навоз с открытых навозных каналов, но и отвозить к местам его временного накопления и хранения.

Его основными частями являются: шасси 1, кузов 2, скрепер-элеватор 3, сница 4, пульт 7 управления приводами рабочих органов агрегата (рисунок 1).

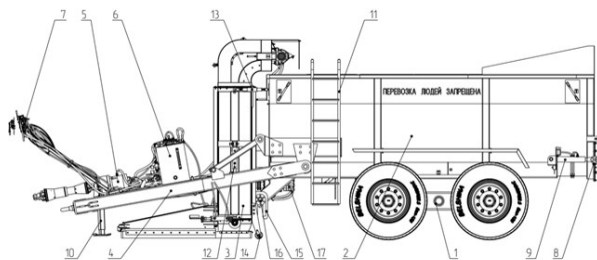


Рисунок – 1 Технологическая схема агрегата

Порядок работы агрегата следующий (рисунок 2, 3). Заехав через въездные ворота в помещение, механизатор останавливается в

начале навозного канала, разводит отвалы с помощью гидроцилиндров до соприкосновения с его стенками и опускает загрузочное устройство вместе со скрепером до соприкосновения с дном канала. Далее механизатор включает загрузочный элеватор и соответствующую передачу трактора, и агрегат начинает движение вдоль канала.



Рисунок 2 – Агрегат АНМ-10
в транспортном положении



Рисунок 3 – Агрегат АНМ-10
в работе

Слой навоза, находящийся в створе пассивных отвалов, сгребается со дна канала, сужается и, одновременно увеличиваясь по высоте, подается к загрузочному отверстию подающей ветви цепочно-планчатого элеватора, где захватывается его планками и по той же ветви транспортируется в кузов агрегата. После заполнения кузова навозом выключаются все приводы рабочих органов, складываются отвалы скрепера и скрепер-элеватора переводят в транспортное положение. Далее агрегат переезжает к навозохранилищу, открывает задний борт, включает привод донного винтового конвейера и выгружает содержимое кузова в хранилище.

Техническая характеристика: Тип агрегата – полуприцепной; объем кузова $10,2 \text{ м}^3$; грузоподъемность 10 т; максимальная ширина захвата скрепера 4,1 м; ширина приемной части элеватора 1340 мм; скорость движения цепи загрузочного элеватора 0,3–0,8 м/с; остаточная загрязненность поверхности навозных не более $0,8 \text{ кг/м}^2$; габаритные размеры: ширина 2600 мм; длина 8250 мм; высота 3350 мм; масса 5560 кг.

Агрегат АНМ-10 в 2020 году успешно прошел приемочные испытания в ГУ «Белорусская МИС» [3]. Годовой приведенный экономический эффект в сравнении с зарубежным аналогом вакуумной машины Honey-Vac 3125 (Канада) составил 105 943 рубля, что обуславливает окупаемость абсолютных капитальных вложений за 15 месяцев.

В настоящее время конструкторская документация передана ОАО «Управляющая компания холдинга «Бобруйскагромаш», а

также ООО «Беларускалий-Агро» – управляющая компания холдинга «Беларускалий-Агро» для организации серийного производства агрегатов АНМ-10 и поставки их белорусским предприятиям.

Заключение

Использование агрегата АНМ-10, позволит обеспечить высокое качество выполнения технологического процесса очистки открытых навозных каналов от полужидкого навоза на молочно-товарных фермах и комплексах, а также его транспортировку в навозохранилища временного накопления или на поле, на расстояние не более 1000 м. Кроме того, позволит улучшить фито-санитарную обстановку как внутри помещения, так и вокруг животноводческих комплексов.

Высокая производительность агрегата позволяет быстро и качественно очищать навозные каналы от экскрементов животных и не требует применения ручного труда (по отношению к бульдозеру, после использования которого необходимо скотникам лопатой подгрести неубранный навоз), что в совокупности делает его незаменимым и необходимым агрегатом на фермах.

Кроме всего прочего, использование такого агрегата, исключает необходимость строительства поперечных навозных каналов в коровниках, канализационных навозных станций, магистральных трубопроводов для перекачки навоза в основное навозохранилище, что приведет к удешевлению строительства новых и реконструкции существующих коровников.

Список использованной литературы

1. Реконструкция животноводческих помещений / В.Г. Самосяк, А.Ф. Трофимов, В.Н. Тимошенко, А.Д. Музыка. – Молодечно: Изд-во Лаврова, 2001. – 70 с.
2. Степук Л.Я. АНМ-10 – машина, повышающая комфорт содержания коров/ Л.Я. Степук, П.П. Бегун// Техника и технологии. Белорусское сельское хозяйство. – 2021– № 8 (232). – С. 146–148.
3. Протокол № 038 Д 1/4-2020 приемочных испытаний агрегата для удаления навоза из помещений молочно-товарных ферм и комплексов АНМ-10 [Текст]/ ГУ «Белорусская МИС». – Привольный, 2020. – 114 с.

МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ТРУДОЕМКИХ ПРОЦЕССОВ В ОБЛАСТИ КОРМОПРОИЗВОДСТВА

В.И. Передня¹, д-р техн. наук, профессор,

В.П. Чеботарев², д-р техн. наук, профессор,

Е.Л. Жилич¹, заведующий лабораторией

¹ РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,

г. Минск, Республика Беларусь

прс tol@mail.ru

² УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

г. Минск, Республика Беларусь

cvp.shm@bsatu.by

Аннотация: В статье изложены результаты исследования и разработки машин и оборудования начиная от механизации трудоемких процессов до создания поточных линий.

Abstract: The article presents the results of research and development of machinery and equipment ranging from mechanization of labor-intensive processes to the creation of production lines.

Ключевые слова: корма, кормосмеси, поточные линии, комплект оборудования.

Keywords: feed, feed mixes, production lines, a set of equipment.

Введение

Животноводство является важнейшим звеном агропромышленного комплекса. Эта отрасль дает человеку ценные продукты питания, а также сырье для промышленности. Рост производства продукции животноводства, снижение затрат кормов и труда на единицу продукции невозможны без рационального использования кормов и машин для механизации процессов на животноводческом предприятии.

Положительный эффект на животноводческих предприятиях может быть достигнут при становлении их на механизированную основу с применением прогрессивных технологий ведения животноводства.

Основная часть

К концу 60-х к началу 70-х годов в стране на фермах крупного рогатого скота начал складываться многокомпонентный рацион кормления, который должен был увеличить среднегодовые удои

коров. В состав такого рациона входили: силос, солома, сено, корнеплоды и концентраты (комбикорма).

В передовых колхозах стали готовить кормосмеси, что позволило более эффективно использовать корма, для этого начали выпускать в промышленном производстве большой вместимостью различные смесители типа С-12, в которых осуществляли смешивание кормов. Смесители были металлоемки, энергоемки, периодического действия и требовали качественного измельчения кормов. Процесс приготовления был малопродуктивным и поэтому не нашел широкого внедрения.

Изучив все вышеизложенное, сотрудники лаборатории механизации технологических процессов на фермах крупного рогатого скота исследовали и разработали специальный измельчитель-смеситель кормов ИСК-3. Ценность такой машины заключалась в том, что она могла принимать корма любой влажности, измельчать или доизмельчать их, при необходимости, и качественно смешивать с другими кормами рациона.

В 80-х машина получила самое широкое распространение на территории бывшего Союза и за его пределами. Было выпущено более 150 тысяч машин по маркам ИСК-3, ИСК-3А, ИСК-3Б [1].

На международной выставке в г. Брно (Чехия) она была награждена золотой медалью. Техническая новизна защищена несколькими авторскими свидетельствами на изобретение.

Разработанная машина позволила разработать технология приготовления полнорационных кормосмесей и комплект оборудования (КОРК-15) для ее осуществления.

Впервые в Союзе были разработаны совместно с научно-исследовательским институтом «Гипронисельхоз» г. Москва типовые проекты 201-460, 801-461, 801-6-4-83, 801-6-5-83 для приготовления полнорационных кормосмесей [2].

Комплект оборудования поставляется и за рубеж, в том числе и на Кубу. В свое время, осматривая смонтированный комплект оборудования КОРК-15, Фидель Кастро отметил, что поставляемый комплект оборудования позволил осуществить социальную революцию в стране.

Под разработанные типовые проекты выпускались и соответствующие комплекты оборудования такие как КОРК-15, КОРК-15А, КОРК-15Б, КОРК-15-2. Было выпущено около 140 тысяч комплек-

тов на заводах «Нерис» г. Вильнюс, «Комплекса» г. Сосновый Бор Ленинградской области и др [2].

Для очистки корнеклубнеплодов от посторонних примесей были разработаны принципиально новые агрегаты для сухой очистки ЛОК-10, а также измельчитель-камнеотделитель мойка ИКМ-10. Было выпущено более 60 тысяч машин в г. Ахтырка Сумской области [2].

Используя теорию резания с встречным резанием, разработанную в лаборатории, а также исследования по термохимической обработке соломы, были разработаны и поставлены на производства линия измельчения соломы ЛИС-3, линия измельчения и обработки соломы ЛОС-1 и ЛОС-3.

Были разработаны маломощные измельчители зернофуража и освоены производством их на Бобруйском заводе тракторных агрегатов. Был разработан прицепной погрузчик-раздатчик кормов с автоматическим указателем массы выдаваемого корма ПР-Ф-8 и смеситель-раздатчик кормов СРК-10, которые изготавливались на «Бобруйскагромаш».

С созданием Союзного государства России и Беларуси образовалась возможность разработки совместных программ.

В 2000 году совместно с учеными РФ началась разработка совместной российско-белорусской подпрограммы «Развитие производства оборудования для обеспечения получения качественной молочной продукции».

В результате выполнения программы была разработана автоматизированная станция кормления коров с индивидуальной дозировкой комбикормов в зависимости от удоев.

Поскольку Республика Беларусь ежегодно закупала на 240–280 млн долларов различных добавок для балансирования комбикормов, то на протяжении 2008–2012 годов была разработана совместная российско-белорусская программа «Разработка перспективных ресурсосберегающих, экологически чистых технологий и оборудования для производства биологически полноценных комбикормов». Согласно разработанной программе, были разработаны, изготовлены и поставлены на производства комплект оборудования для производства белково-витаминных добавок (БВМД) на основе рапсового жмыха КДР-0,8 и мобильный комбикормовый завод производительностью 4 т/ч (рисунок 1, 2).



Рисунок 1 – Комплект оборудования для производства белково-витаминных добавок (БВД) на основе рапсового жмыха КДР-0,8



Рисунок 2 – Мобильный комбикормовый завод производительностью 4 т/ч

Стратегической задачей молочного производства Беларуси является производство молока и молочной продукции для обеспечения потребности населения и поставки на экспорт. Высокая молочная продуктивность взрослого поголовья коров находится в прямой зависимости от условий кормления телят в раннем возрасте.

Основным кормом телят молочного периода является цельное молоко. В настоящее время на выпойку одного теленка расходуется 250–400 л цельного молока, поэтому в последние годы в Беларуси пытаются выпускать заменитель цельного молока (ЗЦМ) на основе сухого молока в количестве чуть меньше 50 % и около 17–19 % гидрогенизированного жира с добавками витаминов и микроэлементов. Однако этот ЗЦМ не нашел широкого распространения.

В связи с этим в РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» была разработана установка для приготовления ЗЦМ (УПЗМ-0,9) из зернобобовых культур с использованием кавитационной установки. Разработанная установка в настоящее время эксплуатируется на заводе «Гомельэнергосервис» [2].

Кроме того, по совместной российско-белорусской программе Союзного государства «Разработка инновационных энергосберегающих технологий и оборудования для производства и эффективного использования биобезопасных комбикормов для ценных пород рыб, пушных зверей и отдельных видов животных» была разработана технология и комплект оборудования для производства легкоусвояемого концентрата на основе местного зернового сырья для молодняка животных производительностью 0,7 т/ч». Комплект оборудования для производства легкоусвояемого концентрата представлен на рисунке 3.



Рисунок 3 – Комплект оборудования КЛК-0,7 для производства легкоусвояемого концентрата

В настоящее время разработана Концепция научно-технической программы Союзного государства «Разработка цифровых технологий производства кормовых добавок, высокоусвояемых комбикормов и скармливания их сельскохозяйственным животным». Также в рамках ГНТП «Инновационные агропромышленные и продовольственные технологии», 2021–2025, подпрограммы «Агропромкомплекс – инновационное развитие» сотрудниками лаборатории осуществляется разработка базового комплекта оборудования для производства легкоусвояемого комбикорма для КРС различных половозрастных групп.

Заключение

Абсолютное большинство технологических процессов, существующих на молочно-товарных фермах и комплексах, вполне можно осуществлять с помощью механизации и автоматизации. Применение автоматизированных систем для кормления животных способствует снижению трудозатрат, а также положительно влияет на качество получаемых кормов в виду четкого соблюдения технологии и рецептуры.

Список использованной литературы

1. Малозатратные технологические процессы – основа получения конкурентоспособной продукции : к 80-летию со дня рождения и к 55-летию творческой деятельности / В.И. Передня. – Минск.: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства – 2013. – 132 с.
2. Инновационные ресурсосберегающие технологии для производства биобезопасных комбикормов и конкурентоспособного молока : материалы академических чтений посвященные 60-летию д.т.н., профессора Передни В.И. – Минск. – 2018. – 176 с.

УДК 636.08.003

РАЗВИТИЕ РОБОТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ДОЕНИЯ

Д.И. Комлач, канд. техн. наук,

Е.Л. Жилич, зав. лабораторией,

Ю.Н. Рогальская, науч. сотр.

РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,

г. Минск, Республика Беларусь

nrc_mol@mail.ru

Аннотация: В статье рассмотрены технологические принципы развития роботизированного доения.

Abstract: The article discusses the technological principles of the development of robotic milking.

Ключевые слова: молочное скотоводство, доильное оборудование, унификация, роботизированная система.

Keywords: dairy cattle breeding, milking equipment, unification, robotic system.

Введение

Мировой опыт молочного скотоводства сохраняет устойчивую тенденцию развития роботизированного доения как одного из перспективных направлений, обладающих целым рядом преимуществ. В тоже время результаты, полученные на фермах и комплексах Беларуси, вынуждают задумываться над необходимостью выработки объективных критериев оценки эффективности и трансформации подходов, которые должны быть направлены на устойчивое разви-

тие роботизированного доения, адаптированного к условиям Республики Беларусь.

Основная часть

В практике молочного скотоводства при использовании роботизированных систем доения сформировались две противоположные тенденции. Первая наблюдается в успешных сельскохозяйственных предприятиях с высоким уровнем менеджмента молочного стада. Вторая – на предприятиях, с невысокими производственно-экономическими показателями, где не удастся увеличить производительность труда пропорционально увеличению дополнительных затрат [1].

Ошибкой в анализе эффективности применения роботизированных систем является их оценка с точки зрения экономии затрат, особенно на предприятиях, где роботом пытаются заменить неквалифицированный и плохо мотивированный персонал. При этом необходимо учитывать, что общий фонд заработной платы не может быть уменьшен, поскольку для эксплуатации таких систем требуются специалисты с гораздо более высоким уровнем квалификации и соответствующим уровнем оплаты труда.

Роботизированное доение может осуществляться по трем вариантам. Первый вариант предполагает доение в секции для беспривязного содержания коров, второй вариант реализуется в специальном доильном зале, третий предполагает доение в помещении для привязного содержания коров [2].

Применение роботизированных доильных систем, размещенных в помещении с беспривязным содержанием коров, обуславливает особую организацию в содержании животных. Размер группы соответствует производительности «робота». Необходимо правильно организовать условия для рационального трафика животных, включая систему ограждений для прохода коров на дойку и к кормовому столу, режим кормления и др. Для этого роботизированные системы доения снабжаются различным периферийным оборудованием, таким как сортировочные ворота, которые позволяют сортировать животных, «отправлять» их на пастбище, на лечение и т.д.

Технология применения монобоксов является одной из самых проработанных на рынке оборудования. Использование специализированных устройств для подготовки коровы к доению, подклю-

чения аппарата и обработки вымени после доения только для одного доильного места позволяет проводить данные операции максимально быстро и физиологично.

В тоже время концепция монобокса является одним из самых технически сложных и дорогих вариантов реализации процесса доения. Функциональное наполнение монобокса в некоторых случаях выглядит избыточным, что в сочетании со сложностью организации трафика приводит к тому, что один дорогостоящий робот доит одну корову, в лучшем случае, за 7 минут [3]. Альтернативой монобокса является сдвоенный бокс, который является более бюджетным решением. В тоже время конфигурация по определению вымени является менее функциональной и не обеспечивает удвоения производительности. Зачастую одна корова, уже находясь в боксе, ожидает пока робот подключит другую корову, зашедшую в параллельный бокс чуть раньше.

Доение в зале с использованием манипуляторов, осуществляемое на роторных доильных установках, является одним из привлекательных технических решений. Производительность такой конфигурации позволяет обслуживать животных при различных вариантах посещения [4, 5]. В тоже время использование данной конфигурации по определению ограничено на крупных комплексах с групповым доением. При этом возможности увеличения количества доильных мест ограничено производительностью манипуляторов.

Необходимость использования специализированных манипуляторов с высокой скоростью быстрогодействия и сложной системой динамической ориентации существенно усложняет и удорожает конструкцию, а достаточно длительные остановки роторной платформы, необходимые для подключения аппарата, не позволяют увеличивать производительность оборудования. Размещение и фиксация животных на платформе также является сложной инженерной задачей. Для отечественных сельхозпредприятий не маловажным фактом является сложность ручного проведения операций в ограниченном пространстве свободном от оборудования, размещенного внутри платформы.

Доение в доильном зале предполагает необходимость устройства проходов и накопителей, оборудованных несколькими сортировочными воротами, что на практике представляется достаточно сложным решением.

Заключение

В основу концепции инженерных решений, используемых в системах роботизированного доения, положена конфигурация оборудования, которая предполагает реализацию тех или иных подходов, в первую очередь, к техническому обеспечению процессов подготовки коровы к доению, подключения аппарата, собственно доения, а также финиша процесса, включая отключение аппарата и обработку вымени после доения.

По результатам проведенного анализа необходимо отметить, что функциональность наиболее продвинутых систем роботизированного доения выглядит несколько избыточной для отечественного рынка, что влечет за собой необоснованное удорожание оборудования. Поэтому, при разработке собственной концепции развития роботизированного доения необходимо принимать наиболее простые недорогие, универсальные решения, которые могут применяться в рамках любой технологической концепции и конфигурации оборудования с высоким уровнем унификации (в том числе использования отдельных узлов для модернизации существующих доильных установок разного типа), взаимозаменяемости, ремонтно-пригодности и эксплуатационной устойчивости.

Список использованной литературы

1. Кухарь В.С., Исмуратов С.Б., Донник И.М. Система менеджмента качества для экономической стабильности предприятий в условиях экономической интеграции // Аграрный вестник Урала. 2016. № 10. С. 86–90.
2. Лоретц О.Г., Симйонка Г.Ю., Лиходеевская О.Е. Управление затратами при производстве молока в хозяйстве // Аграрный вестник Урала. 2015. № 2. С. 88–90.
3. Скворцов Е.А. Кадровый аспект внедрения роботехники в сельском хозяйстве // Аграрный вестник Урала. 2016. № 2. С. 99–105.
4. Цой Ю.А., Кирсанов В.В., Петренко А.П. Функционально-стоимостной анализ роботизированных систем и выбор альтернативных вариантов добровольного доения коров // Техника и оборудование для села. 2014. № 8 (206). С. 33.
5. Кирсанов В.В., Щукин С.И., Легеза В.Н. Направления совершенствования исполнительных механизмов доильных установок // Достижения науки и техники АПК. 2010. №1. С. 64–65.

ОТХОДЫ ЖИВОТНОВОДЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ КАК ИСТОЧНИК ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

А.М. Карпович, ст. преподаватель,

И.А. Цубанова, ст. преподаватель

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
ka_andrei2002@mail.ru*

Аннотация: Энергосбережение является одной из важнейших задач, стоящих перед предприятием. Животноводческие предприятия, из-за особенностей своей деятельности, имеют значительный потенциал для энергосбережения на различных этапах производства продукции. Одним из таких этапов является утилизация формирующихся при работе предприятия отходов.

Abstract: Energy saving is one of the most important tasks facing the enterprise. Livestock enterprises, due to the peculiarities of their activities, have a significant potential for energy saving at various stages of production. One of these stages is the disposal of waste generated during the operation of the enterprise.

Ключевые слова: энергосбережение, отходы, навоз, микрофлора, органическое удобрение, технологии.

Keywords: energy saving, waste, manure, microflora, organic fertilizer, technologies.

Введение

Животноводческая отрасль в Республике Беларусь является одной из важнейших в экономике. Значительный экспортный потенциал позволяет стране быть в списке тех, кто производит наибольшее количество продукции. Вместе с тем, постоянной задачей, стоящей перед отдельными предприятиями и отраслью в целом, является необходимость поиска различных способов экономии энергии. Этот поиск осуществляется на всех этапах производства животноводческой продукции. Значительный потенциал для этого имеют формируемые отходы в виде навоза.

Основная часть

Животноводческая отрасль является источником формирования значительного количества отходов, которые необходимо подвер-

гать утилизации. Значительная часть этих отходов представлено навозом, а также его производными. Крупные животноводческие комплексы являются источником значительного загрязнения окружающей среды, что требует весомых затрат на снижение экологического вреда. Утилизация навоза, как естественного удобрения, подразумевает его дальнейшее использование в деятельности предприятия. Однако при этом необходимо учитывать его особенности [1].

Органическая часть навоза, которая является удобрением, сопровождается наличием различных биостимуляторов, ветеринарных препаратов, тяжёлых металлов, патогенной микрофлоры, паразитов и семян сорных растений. Все это в совокупности оказывает негативное влияние на качество производимой впоследствии продукции, а также условия существования окрестных населённых пунктов. Современные животноводческие комплексы имеют значительное поголовье скота, которое требует значительных усилий на утилизацию формируемых отходов.

Вместе с тем, необходимо учесть, что при использовании свежего навоза в качестве органического удобрения, можно нанести вред развитию растений. Ведь в нем еще происходят активные процессы, сопровождающиеся выделением тепла и различных соединений. Все это определяет необходимость его утилизации до момента хотя бы частичного разложения. Именно в этот момент навоз уже можно использовать для удобрения.

Длительный процесс утилизации навоза можно значительно сократить, повысив при этом качество получаемого органического удобрения, а также снизив временные и финансовые затраты. На данный момент существует большое количество различных технологий, позволяющих провести качественную утилизацию навоза[2].

Одним из простейших методов утилизации навоза является дальнейшее развитие естественных процессов, происходящих в природных условиях. Технология компостирования навоза заключается в том, что при его укладке создаются специальные условия, ускоряющие процессы, происходящие в навозе. В имеющуюся навозную массу добавляют торф, органические и минеральные вещества. В этом случае повышается качество полученного удобрения, так как добавки нивелируют недостатки некоторых веществ. Использование торфа позволяет снизить влажность полученной смеси, а

также повысить эффективность его использования в качестве удобрения. Причиной этого является низкое усваивание азота, содержащегося в торфе, растениями. Даже в зимних условиях, процессы, происходящие в компосте, уничтожают патогенную микрофлору, паразитов и семена сорных растений. Процессы, происходящие в навозе приводят к образованию простых соединений, легко поглощаемых растениями после его внесения в почву. Минимальный срок хранения компоста в зависимости от климатических условий составляет около 1–2 месяцев.

Менее простым способом утилизации, применяемым для жидких фракций навоза, является его хранение в специально подготовленных навозохранилищах. Активное перемешивание навоза с одновременным активным брожением приводит к полному исчезновению неблагоприятной микрофлоры, паразитов и сорняков, что позволяет сразу вносить его в почву. Высокие температуры, которые сопровождают хранения навоза, являются одним из обязательных условий повышения качества органического удобрения. Данная технология широко распространена в европейских странах, имеющих высокие требования к экологическому качеству среды.

Менее распространенным является повторное использование навоза в качестве подстилки. Твердые фракции навоза подвергаются удалению влаги, что на выходе приводит к формированию сыпучей массы. Эта масса является хорошим поглотителем влаги и при этом лишена всех негативных составляющих навоза. При повторном использовании навоза значительно уменьшаются необходимые территории для складирования навоза. Вторичный навоз способствует изменению влажности образующегося навоза, что улучшает не только условия содержания, но и облегчает процесс уборки образовавшегося навоза [3].

Одним из экономически выгодных вариантов утилизации навоза является дальнейшее развитие указанного выше способа утилизации, получившее название «биогаз». Основное изменение касается особенностей процессов брожения. В навоз вносятся специальные микроорганизмы, которые увеличивают выделение метана, являющегося хорошим источником энергии. Биогазовые реакторы, утилизирующие неблагоприятную составляющую навоза, становятся источником энергии не только для животноводческого комплекса, но и для сторонних организаций. В процессе образования

биогаза необходимо перемешивать полученную смесь для лучшего контакта микроорганизмов и биомассы. В ином случае могут образоваться застойные зоны и расслоение биомассы. Единственным недостатком данной технологии является необходимость поддержания однородной структуры навоза, что иногда труднореализуемо и негативно сказывается на вырабатываемых объемах метана. Однако, получаемое органическое удобрение имеет высокое качество, что позволяет его использовать не только в границах своего хозяйства. Время утилизации навоза этим способом значительно зависит от особенностей биологических процессов, происходящих в биореакторе, определяющие качество поступающей биомассы и характеристиками бактерий [4].

Отдельно от всех методов утилизации навоза стоит использование технологии вермикюльтур. Этот метод утилизации навоза заключается в том, что первоначально навоз подвергается первоначальному компостированию. Полученный компост не является полностью идеальным в качестве органического удобрения. Для улучшения качеств полученной массы в него вносится популяция кольчатых червей. Особые виды червей переводят органически остатки навоза с образованием биогумуса. Этот процесс позволяет сократить время складирования навоза, а также улучшить экологическую ситуацию в месте хранения. Главным отличием от технологии компостирования является сокращение сроков, а также переработка органической составляющей в более простые соединения. Полученная масса более приспособлена для роста растений, так как является рыхлой, что меньше ограничивает процесс роста корневой системы.

Утилизация навоза путем его сжигания представляет собой не самый выгодный способ утилизации. Свежий навоз является достаточно влажной субстанцией, что требует затрат большого количества топлива. Бесспорно, в отдельных специфических условиях эта технология может быть оправдана, а также экономически выгодна, но в большинстве случаев ее использование имеет множество недостатков. Однако, если в высушенный навоз добавить остатки растительного сырья, то на выходе получается прекрасное топливо. Причем, растительные остатки не только повышают прочность грану, но также и выход энергии в процессе сжигания.

Одним из перспективных методов утилизации навоза является его ферментация, а также ферментация подстилки. В первом случае навоз обрабатывается определенными ферментами, что приводит к ускорению процессов, происходящих в навозе. Во втором случае подстилка, используемая на животноводческих комплексах, обрабатывается специальными биопрепаратами, что приводит к ускорению процессов ферментации органической составляющей навоза. В дальнейшем эти препараты позволяют сократить время компостирования навоза. Одновременно увеличивается срок использования подстилки, а также ее качество за счет уменьшения срока воздействия на нее составляющих навоза.

Заключение

Повышение конкурентных преимуществ предприятий достигается не только с помощью повышения качества продукции, но и различными способами энергосбережения. Каждая сэкономленная единица энергии и продукции повышает общую прибыль предприятия. Учитывая современные тренды, поддержание высокого уровня экологической безопасности работы предприятия, является одной из важнейших задач, которые позволяют добиться высокой доходности. Утилизация навоза с помощью современных технологий позволяет не только снизить общие затраты, но и повысить качество сельскохозяйственной продукции путем снижения его негативного влияния при внесении в почву.

Список использованной литературы

1. Баранников, В.Д. Экологическая безопасность сельскохозяйственной продукции/ В.Д. Баранников, Н.К. Кириллов. – М.: Колосс, 2005. – 352 с.
2. Биркин, С.М. Совершенствование технологии и технических средств утилизации навоза крупного рогатого скота: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Биркин Сергей Михайлович. – Волгоград, 2009. – 22 с.
3. Друзьянова, В.П. Ресурсосберегающая технология утилизации бесподстилочного навоза крупного рогатого скота в условиях Республики Саха (Якутия) : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соис-

кание ученой степени кандидата технических наук / Друзьянова Варвара Петровна. – Иркутск, 2004. – 162 с.

4. Карпович, А.М. Ресурсосбережение в молочном производстве / А.М. Карпович // Модернизация аграрного образования: сборник научных трудов по материалам VII Международной научно-практической конференции, Томск, 14 декабря 2021 г. – Томск ; Новосибирск : ИЦ Золотой колос, 2021. – С. 633–635.

УДК 637.3

НАПРАВЛЕННОЕ ФОРМИРОВАНИЕ СЕНСОРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СОЗРЕВАЮЩИХ СЫРОВ

Ю.А. Гузкова¹, зам. нач. управления

мясной и молочной промышленности,

Е.А. Давыдова², канд. техн. наук, доцент

*¹Министерство сельского хозяйства и продовольствия
Республики Беларусь,*

*²Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
eldav2000@gmail.com*

Аннотация: В последние годы во всем мире наблюдается тенденция к использованию различных приемов в сыроделии с целью усиления вкусовых характеристик сыров и направленного моделирования их сенсорных характеристик. Добавление определённых культур, эндогенных или экзогенных ферментов при производстве сыров также позволяет ускорить его созревание, улучшить консистенцию, избежать появления горечи в процессе хранения, и удлинить сроки годности готового продукта.

Abstract: In recent years, there has been a tendency to use various technologies in cheese making in order to improve the taste characteristics of cheeses and targeted modeling of their organoleptic characteristics. The addition of certain cultures, endogenous or exogenous enzymes during cheese production also allows you to accelerate its ripening, improve consistency, avoid the appearance of bitterness during storage, and extend the shelf life of the finished product.

Ключевые слова: органолептические характеристики, добавочные микроорганизмы, эндогенные ферменты, экзогенные ферменты.

Keywords: organoleptic characteristics, additional microorganisms, endogenous enzymes, exogenous enzymes

Введение

Основные органолептические показатели готового сыра – вкус, запах, консистенция, рисунок и цвет формируются в процесс созревания, в процессе которого происходят глубокие биохимические, химические и физические изменения компонентов молока с образованием вкусоароматических веществ. Однако, не смотря на достаточно длительный период созревания, готовые сыры часто имеют невыраженный вкус, крошливую непластичную консистенцию и «слепой» рисунок, т.е. отсутствие глазков. В последние годы во всем мире наблюдается тенденция к использованию различных приемов в сыроделии с целью усиления вкусовых характеристик сыров и направленного моделирования их сенсорных характеристик.

Основная часть

В мировой практике существуют следующие основные способы формирования сенсорных характеристик сыров: внесение добавочных заквасочных культур, эндогенных ферментов, использование специальных покрытий для сыра, изменение условий созревания и другие виды регулирования технологических процессов [1].

Добавочные культуры микроорганизмов получают различными способами, ослабляющими их активность: шоковое замораживание, шоковое нагревания, высушивание, обработка лизоцимом, ультразвуком, гомогенизацией с низким давлением, органическими растворителями или другими веществами, создающими условия для инактивации протеолитических свойств микроорганизмов и высвобождения пептидаз энзимов [2]. Это позволяет свести к минимуму их способность к кислотообразованию, но в тоже время сохранить эндогенные протеиназы и пептидазы. В качестве добавочных ослабленных культур используются в основном микроорганизмы *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus plantarum* и *Lactobacillus sakei*.

Одним из наиболее инновационных способов улучшения вкуса и консистенции сыров является использование добавочных модифицированных микроорганизмов и эндогенных ферментов. При данном способе используют различные способы химической или

физической обработки, ослабляющие активность микроорганизмов и высвобождающих эндоферменты: шоковое замораживание, шоковое нагревание, высушивание, обработку лизоцимом, органическими растворителями, ультразвуком и гомогенизацией с низким давлением [3].

Существенное влияние на формирование специфических органолептических показателей сыров оказывает использование экзогенных ферментов липаз. В результате липолиза образуются жирные кислоты – важнейшие слагаемые вкуса и аромата сыров, которые обуславливают его сенсорные характеристики [4].

Экзогенные липазы (коровья, овечья, козья) добавляются в молоко при выработке некоторых видов итальянских сыров. В последние годы возрос интерес в использовании экзогенных протеиназ и/или пептидаз, ускоряющих процесс созревания сыра. Эти энзимы могут добавляться в молоко или в зерно в различных формах: свободной, микрокапсулированной или жидкой [5].

Заключение

Использование определенных приемов для регулирования и направленного формирования сенсорных характеристик сыров позволит повысить качество продукта, обеспечив уникальные сенсорные характеристики, свойственные для конкретного вида продукта.

Добавление определённых культур, эндогенных или экзогенных ферментов при производстве сыров также позволяет ускорить его созревание, улучшить консистенцию, избежать появления горечи в процессе хранения, и удлинить сроки годности готового продукта.

Список использованной литературы

1. Fox, P.F. // *fundamentals of cheese science* / P.F. Fox, T.P. guinea, T.M. Cogan, P.L.H. McSweeney // Springer, 2000. – P. 587.
2. Soda, M. El. Adjunct cultures: recent developments and potential significance to the cheese industry / M. El. Soda, S.A. Madkor, P.S. Tong // *Journal of dairy science*. – 2000. – V.83. – № 4. – P. 609–616.
3. Lortal, S. Role, mechanisms and control of lactic acid bacteria lysis in cheese / S. Lortal, M.P. Chapot-Chartier // *Int. Dairy J.* – 2005. – V. 15. – P. 857–871.
4. Гудков, А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / Под ред. С.А. Гудкова, 2-е изд., испр. и доп. – М.: ДеЛи принт, 2004. – С. 213–227.

5. Jenkins, J.K. Genetic diversity in Swiss cheese starter cultures assessed by pulsed field gel electrophoresis and arbitrarily primed PCR / J.K. Jenkins, W.J. Harper, P.D. Courtney // Lett. Appl. Microbiol. – 2002. – Vol. 35 – P. 423–427.

УДК 62-626.42

ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ПТИЦЕВОДЧЕСКИХ ФЕРМ НА ОСНОВЕ ГАЗОГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Д.Ф. Балтиков, канд. техн. наук,

Е.А. Макаров, студент

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»,

г. Уфа, Российская Федерация

baltikov21@gmail.com

Аннотация: В статье рассматривается актуальная для малых сельскохозяйственных предприятий проблема утилизации куриного помета на птицефабриках. Птичий помет и вопросы его утилизации является насущными вопросами любого птицеводческого хозяйства, в виду того, что птичий помет является опасным отходом. В работе представлен альтернативный способы утилизации птичьего помета и получения тепловой и электрической энергии при использовании газогенераторной установи.

Разработанная технология утилизации птичьего помета, которая решает экологическую проблему птицеводческих ферм, уменьшаются экономические затраты на утилизацию отходов. При утилизации вырабатывается дополнительная энергия, которая направляется на нужды производства.

Abstract: The article deals with the problem of chicken manure utilization at poultry farms, which is urgent for small agricultural enterprises. Poultry manure and issues of its utilization is an urgent issue of any poultry farm, since poultry manure is a hazardous waste. The paper presents an alternative way of utilization of poultry manure and obtaining heat and electric energy by using gas-generator installation.

The developed technology of poultry manure utilization, which solves the ecological problem of poultry farms, reduces the economic costs of waste utilization. At utilization additional energy is produced, which is directed to the needs of production.

Ключевые слова: газогенераторная установка, котел, тепловая энергия, куриный помет, барабанная сушилка, экология.

Keywords: gas generator plant, boiler, heat energy, chicken droppings, tumble dryer, ecology.

Введение

Хранение большого количества птичьего помета является значимым экологическим фактором воздействия на окружающую среду. Птичий помет является источником распространения резкого неприятного запаха, источником загрязнения почв и грунтовых вод и т.д. Для того чтобы утилизировать птичий помет необходимо из него удалить влагу путем сушки, что является затратно. Поэтому вопрос утилизации птичьего помета, не влияя негативно на окружающую среду путем используя его в качестве топлива, является актуальным

Цель исследований. Определение возможности использования птичьего помета в качестве топлива в газогенераторной установке для снижения затрат на энергообеспечения птицеводческих хозяйств.

На основе газогенераторной установки был разработан энергетический комплекс, позволяющий утилизировать птичий помет и вырабатывать тепловую энергию и генераторный газ, с последующим использованием газа для выработки электрической энергии. На рисунке 1 представлен энергетический комплекс на базе ГГУ по выработке тепловой и/или электрической энергии путем утилизации птичьего помета [1].

Энергетический комплекс на основе ГГУ может работать в двух режимах: выработка электрической энергии и/или тепловой энергии или выработка генераторного газа для сушки птичьего помета [2].

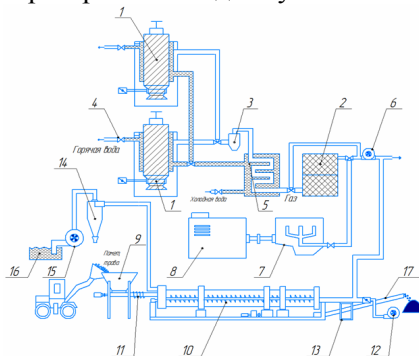


Рисунок 1 – Энергетический комплекс на основе газогенераторной установки

В первом режиме выработка генераторного газа происходит в котле 1, куда загружается влажное сырье (птичий помет с травой или соломой). На начальном этапе после розжига топлива до момента образования стабильного потока ГГ отбор газа из котла 1 производится разгонным вентилятором 6. ГГ, выходящий из котла 1, поступает в фильтр грубой очистки 3, где очищается от конденсата, смол и крупных частиц. Затем ГГ поступает в систему охлаждения 5, где охлаждается за счет холодной воды до температуры 30–40 °С, далее проходит через фильтр тонкой очистки 2, где сдерживаются мелкие частицы и поступает непосредственно в ДВС 7. После этого вентилятор 6 отключается и отбор газа производится включением ДВС 7. При работе ДВС крутящий момент передается на электрогенератор 8, который в свою очередь вырабатывает электрическую энергию для потребителей или подзарядки АКБ. Электрогенератор будет дополнительным источником электрической энергии при перебоях и недостатке электрической энергии. Вся система освещения хозяйства будет работать от электрогенератора или АКБ, который заряжается от генератора. Котел ГГУ оборудован водяной рубашкой, которая соединена через систему трубопроводов с емкостью для хранения горячей воды или системой отопления офисных зданий [3].

Второй режим: полученный ГГ из котла 1 проходит через систему грубой очистки 3 и систему охлаждения 5 и минуя фильтр тонкой очистки 2, подается в горелку 13 для сушки птичьего помета в барабанной сушилке 10.

В барабанную сушилку 10 влажный птичий помет поступает через бункер подачи влажного сырья 9, откуда забирается шнеком 11 в сушильный барабан 10. Для получения топливной смеси кроме генераторного газа в горелку 13 подается порция воздуха вентилятором 12. Количество подаваемого воздуха зависит от качества генераторного газа, выработанного газогенераторной установкой. В процессе сушки помета, отобранная влага, пыль и др. проходят по трубопроводу в циклонный пылеуловитель 14 дымососом 15 и попадают в бассейн 16. Высушенный помет (10 – 15%) по ленточному конвейеру 17 поступает в контейнеры для хранения сухого помета, который используется в качестве удобрения и как в нашем случае в качестве топлива газогенераторной установки, для дальнейшей сушки и получения тепловой и электрической энергии [4].

Температура в газогенераторе в зоне горения 610-620 °С, в зоне подсушки составляет 90-110 °С и в зоне сухой перегонке составляет 160–180 °С. В течение 15 минут с момента запуска ГГУ состав ГГ изменяется: СО плавно увеличивается от 3 до 22 %, а СО₂ понижается от 25 до 9 %, данное изменение состава ГГ вызвано с увеличением температуры горения камеры газификации, что обуславливает улучшение процесса пиролиза. После 15 минут работы состав ГГ стабилизируется и колеблется в диапазоне СО=22–24%, СО₂=9–11 %.

Образующаяся в результате сжигания птичьего помета зола, является эффективным минеральным калийно-фосфорным удобрением. Мощность электрогенератора работающего на ГГ падает в среднем на 15–18 % по сравнению с мощностью генератора работающего на нефтяном топливе. Падение мощности ЭГ вызвано тем, что теплоемкость ГГ меньше теплоемкости нефтяного топлива (бензина).

Заключение

В результате использования газогенераторной установки в системе утилизации птичьего помета, дает следующие плюсы: решается экологическая проблема утилизации отходов, уменьшаются экономические затраты на утилизацию. При утилизации вырабатывается большое количества тепла, которая направляется на нужды производства, а так же пиролизный газ используется в двигателях внутреннего сгорания совместно с электрогенератором для выработки электрической энергии.

Список использованной литературы

1. Балтиков, Д.Ф. Газогенераторная установка малой мощности для энергообеспечения производственных процессов малых молочно-товарных ферм / Д.Ф. Балтиков, У.К. Галимов // Труды ГОСНИТИ. 2015. Т. 118. С. 91–94.
2. Балтиков, Д.Ф. Альтернативный источник энергии для энергообеспечения производственных процессов летних молочно-товарных ферм / Д.Ф. Балтиков // Актуальные проблемы энергообеспечения предприятий. 2016. С. 147–156.
3. Беннет, К.О. Гидродинамика, теплообмен и массообмен: учеб.для студ. Вузов. / К.О. Беннет, Дж.Е. Майерс. – Энергоатомиздат. Ленингр.отд.,1986г. – 310 с.

4. Габитов, И.И. Энергетический комплекс с газогенераторной установкой для малых сельскохозяйственных производств / И.И. Габитов, Д.Ф. Балтиков // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2017. № 91. С. 14–23.

5. Gabitov, I.I Modeling the power plant operation to optimize the technological and design parameters of the gas generator unit / I.I. Gabitov, G.P. Yukhin, V.M. Martynov, R.R. Galiullin, K.V. Kostarev, A.V. Negovora, S.G. Mudarisov, N.M. Yunusbaev, A.A. Kozeev, D.F. Baltikov //Journal of Engineering and Applied Sciences. 2018. T. 13. № S11. С. 8857–8864.

УДК 636.4.082

ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА МУРОМСКОЙ ПОРОДЫ СВИНЕЙ

Г.С. Походня, д-р с-х. наук, профессор,

Т.А. Малахова, канд. с-х. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет
имени В.Я. Горина», п. Майский, Россия
Malahova_TA@bsaa.edu.ru*

Аннотация: Для опыта было отобрано 5 взрослых хряков муromской породы. В этих исследованиях изучали: объем эякулятов, концентрацию спермиев в эякулятах, общее число спермиев в эякулятах, подвижность спермиев, резистентность и переживаемость спермиев вне организма по сезонам года.

Abstract: 5 adult boars of the Murom breed were selected for the experiment. These studies examined: the volume of ejaculates, the concentration of sperm in ejaculates, the total number of sperm in ejaculates, sperm motility, resistance and survival of sperm outside the body by season.

Ключевые слова: порода, хряки, сезоны года, количественные показатели спермы хряков, качественные показатели спермы хряков.

Keywords: breed, boars, seasons of the year, quantitative indicators of boar sperm, qualitative indicators of boar sperm.

Введение

Муромская порода выведена в Муромском районе Владимирской области методом скрещивания местных свиней с литовскими, а затем с крупными белыми.

Работа по формированию этой популяции была начата в конце XIX в. – начале XX в. Важной предпосылкой развития свиноводства в этой зоне послужила хорошая кормовая база.

Большой вклад в методическое обеспечение породообразовательного процесса внесли научные сотрудники Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева под руководством профессоров А.П. Редькина и И.А. Савича.

Официально порода утверждена в 1957 г. Она немногочисленна, имеет локальное распространение. По экстерьеру и конституции животные этой породы сходны с представителями крупной белой. Направление продуктивности – мясосальное. Животные характеризуются недлинным, достаточно плотным мясистым туловищем. Грудь широкая и глубокая; ноги крепкие, короткие.

Голова средних размеров с прямым профилем и свисающими вперед ушами. Спина прямая, слегка аркообразная; крестец спадающий. Окорока выполненные, бока округлые. Кожа эластичная, без складок. Масть белая. Взрослые хряки имеют среднюю живую массу в 300–315 кг и длину туловища 175–185 см, а свиноматки – соответственно 220–250 кг и 165–170 см. Многоплодие маток – 10–12 поросят, молочность – 50–58 кг.

Средняя живая масса поросят при отъеме – 18–19 кг. Живой массы в 100 кг подвинки достигают за 185–195 сут. Среднесуточные приросты составляют 720–750 г, затраты корма на 1 кг прироста – 3,9–4,0 к. ед. Длина туловища – 97–99 см, толщина шпика над 6–7-м грудными позвонками – 29 мм, площадь «мышечного глазка» – 32–34 см², масса заднего окорока 11,5–11,7 кг.

Генеалогическая структура породы представлена линиями Байкала, Омура, Муромца и семейства Волги, Вербены, Реснички, Ренты и др. При совершенствовании породы уделяют внимание дальнейшему повышению многоплодности, молочности и устранению иксообразной постановки ног.

Генотип муромских свиней представляет интерес в промышленном скрещивании и чистопородном разведении.

Основная часть

Для изучения воспроизводительной функции хряков муромской породы нами были проведены специальные исследования в колхозе имени Горина Белгородской области. Для опыта было отобрано 5 взрослых хряков муромской породы. В этих исследованиях изучали: объем эякулятов, концентрацию спермиев в эякулятах, общее число спермиев в эякулятах, подвижность спермиев, резистентность и переживаемость спермиев вне организма по сезонам года.

Сперму от хряков брали мануальным способом. Количественные и качественные показатели спермы определяли по методу ВИЖа. За период опыта от каждого хряка было исследовано по 24 эякулята.

Количественные показатели спермы хряков муромской породы (объем спермы, концентрация спермиев в 1 мл, общее число спермиев в эякулятах) представлены в таблице 1.

Таблица 1. Количественные показатели спермы хряков муромской породы

Сезоны года	Число хряков в группе	Число исследованных эякулятов	Количественные показатели спермы хряков		
			объем, мл	концентрация, млн/мл	общее число спермиев, млд.
Зима	5	30	310,0±0,8	205,0±0,3	62,6±0,3
Весна	5	30	305,0±0,8	202,0±0,5	61,5±0,5
Лето	5	30	286,0±0,9	204,0±0,5	58,5±0,5
Осень	5	30	298,0±0,8	199,0±0,5	59,0±0,4
В среднем по всем сезонам	5	120	299,0±0,7	202,5±0,5	60,5±0,6

Данные таблицы 1 показывают, что сезоны года существенно влияют на количественные показатели спермы хряков муромской породы.

Самые высокие эти показатели были в зимний период, а самые низкие – летом. Однако, в целом за год количественные показатели спермы хряков муромской породы были на достаточном высоком уровне и соответствовали нормативам для этой породы.

Качественные показатели спермы хряков муромской породы (подвижность спермиев, резистентность, переживаемость спермиев вне организма) представлены в таблице 2.

Таблица 2. Качественные показатели спермы хряков муромской породы по сезонам года

Сезоны года	Число хряков в группе	Число исследованных эякулятов	Качественные показатели спермы хряков		
			подвижность, баллов	резистентность	переживаемость вне организма, час.
Зима	5	30	8,2±0,08	1100,0±86	80,0±1,2
Весна	5	30	8,1±0,05	1050,0±74	74,0±1,9
Лето	5	30	7,9±0,03	910,0±90	68,0±1,6
Осень	5	30	8,2±0,04	1030,0±60	74,5±1,6
В среднем по всем сезонам	5	120	8,1±0,01	1022,0±85	74,0±1,6

Данные таблицы 2 показывают, что сезоны года влияют и на качественные показатели спермы хряков муромской породы. Так, подвижность, резистентность и переживаемость спермиев вне организма у хряков муромской породы были на самом высоком уровне в зимний период, а самые низкие эти показатели были летом. Однако, следует отметить, что в целом за год качественные показатели спермы хряков муромской породы были на достаточно высоком уровне и соответствовали нормативам этой породы.

Заключение

Таким образом, результаты наших исследований показали, что хряки муромской породы в условиях промышленной технологии проявляют воспроизводительную функцию на достаточно высоком уровне, что способствует повышению эффективности воспроизводства свиней и в целом повышению эффективности производства свинины.

Список использованной литературы

1. Ивченко А.Н. Рост хрячков, боровков и свинок // А.Н. Ивченко, Е.Г. Федорчук, Г.С. Походня // Зоотехния. – 2006. – № 11. – С. 23–24.
2. Походня Г.С. Повышение воспроизводительных функций хряков за счет использования суспензии хлореллы в их рационах / Г.С. Походня, Е.Г. Федорчук, Н.П. Дудина // Перспективное свиноводство: теория и практика. – 2011. – № 2. – С. 5.
3. Федорчук Е.Г. Эффективное использование кормовой добавки «Мивал-Зоо» в рационах свиноматок при подготовке их к осеменению / Е.Г. Федорчук, Г.С. Походня, А.А. Файнов // Вестник Курской ГСХА. – 2012. – № 8. – С. 55–59.

4. Федорчук Е.Г. Эффективность использования кормовой добавки «ГидроЛактиВ» в рационах хряков / Е.Г. Федорчук, Г.С. Походня // Свиноводство и технология производства свинины: Сборник научных трудов научной школы профессора Г.С. Походни. – Выпуск 7. – Белгород: Белгородская ГСХА им. В.Я. Горина, 2012. – С. 58–60.

5. Федорчук Е.Г. Эффективность скармливания препарата «Мивал-Зоо» молодым и взрослым свиноматкам в период подготовки их к осеменению / Е.Г. Федорчук, Г.С. Походня // Проблемы животноводства: Сборник научных трудов. – Выпуск 9. – Белгород: Белгородская ГСХА, 2008. – С. 62–65.

УДК 621.365:637.146.4

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ПОТОЧНОГО ЭЛЕКТРОКОАГУЛЯТОРА БЕЛКОВ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Д.И. Кривовязенко, канд. техн. наук, доцент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
den2056@rambler.ru*

Аннотация: В статье представлена конструкция поточного электрокоагулятора, который позволяет извлекать белки из различных коллоидных сред. Разработаны технологические требования к электрокоагулятору, исследована схема движения сыворотки, получены оптимальные параметры электрокоагуляции белков.

Abstract: The article presents the design of a flow electrocoagulator, which allows the extraction of proteins from various colloidal media. Technological requirements for the electrocoagulator have been developed, the pattern of serum movement has been studied, and the optimal parameters for electrocoagulation of proteins have been obtained.

Ключевые слова: молочная сыворотка, электрокоагуляция, белок, количество электричества, плотность тока.

Keywords: whey, electrocoagulation, protein, amount of electricity, current density.

Введение

Мировое производство молочной сыворотки в настоящее время неуклонно растет [1]. Анализ отечественных и зарубежных источников [2...4] показывает, что проблема полного использования молочной сыворотки не решена ни в одной стране мира. Одним из способов утилизации молочной сыворотки является выделение из нее белков электрическим способом. Промышленное производство электрокоагуляторов белков молочной сыворотки, белков картофельного сока, других коллоидных растворов животного и растительного происхождения отсутствует [5, 6].

Основная часть

Электрокоагулятор предназначен для коагуляции белков молочной сыворотки. Он может быть использован для коагуляции белков картофельного сока и некоторых других коллоидных сред.

Электрокоагулятор должен выполнять следующие технологические требования:

- дозировать количество электричества, протекающего через сыворотку в пределах 5000...7000 Кл/кг;
- поддерживать в заданном диапазоне напряженность электрического поля 500...700 В/м и плотность тока 100...120 А/м²;
- обеспечивать продолжительность обработки сыворотки в течение 1600...1800 с;
- не превышать температуру сыворотки более 25...28 °С;
- изменять рН показатель в анодной зоне от 4,6 до 3...4, в катодной от 3...4 до 8...10;
- выделять после коагуляции не менее 90 % белков.

Разрабатываемый электрокоагулятор является диафрагменным (мембранным) с нерастворимыми (малорастворимыми) электродами. Электрокоагуляция протекает в обеих камерах электроореактора – анодной и катодной. Коагуляция основана на создании в молочной сыворотке *pH*, соответствующего изоэлектрическим точкам коагуляции белков, когда дзета-потенциал белковой молекулы принимает значение, при котором сила притяжения молекулы белков превосходит силы их отталкивания.

Исходя из вышесказанного, главным узлом электрокоагулятора является электроореактор к расчету которого и сводится разработка его конструкции. Другие узлы – это камеры отстоя сыворотки и осаждения твердых фракций, аэрация подачей воздуха или электрофлотацией, можно заимствовать из известных решений.

Разработка конструкции электрореактора требует решения следующих вопросов: нахождения оптимального соотношения объемов анодной и катодной зон; скорости и времени движения сыворотки в зонах; обеспечения разного по величине количества электричества в зонах, при его заданной величине технологическими требованиями; не превышения температуры сыворотки более 25...28 °С в зоне коагуляции.

Ограничение по температуре вытекает из теоретического рассмотрения процесса коагуляции. Если использовать мембрану с удельной проводимостью $0,7 \cdot 10^{-3}$ См/м, то теоретический расчет показывает максимальную возможную температуру на поверхности мембраны 28 °С.

Исследован ряд конструктивных решений исполнения электрореактора. Наибольший интерес из них представляют устройства с параллельным и последовательным движением сыворотки в анодной и катодной зонах [7, 8, 9].

На рис. 1 показана конструкция части электрореактора с параллельным движением сыворотки в зонах.

Испытания электрореактора в лабораторных условиях выявили следующие недостатки конструкции: ограниченность свободного выхода пены; трудность создания управляемого значения pH в катодной и анодной зонах; различную величину коагуляции белков по зонам – в анодной до 80 %, в катодной до 20 %. Следовательно, в целом коагуляция не превышает 60...70 %. Подобная конструкция электрореактора не может быть использована в электрокоагуляторах молочной сыворотки.

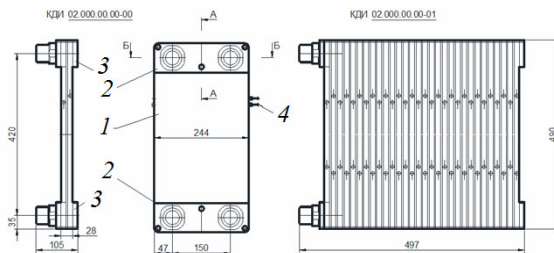


Рисунок 1 – Сборочный чертеж электрореактора с параллельным соединением электродных зон:
1 – стенка корпуса; 2, 3 – входные и выходные отверстия;
4 – токоподводящие винты

Коагуляция белков зависит от соотношения объемов анодной и катодной зон. Это установлено не только нашими исследованиями, но и в работах других авторов [8, 9, 10].

В результате разработана конструкция электрореактора, представленная на рисунке 2. Сыворотка поступает в верхнюю часть анодной зоны, проходит между электродом-анодом и мембраной, огибает внизу реактора мембрану, перетекает в нижнюю часть катодной зоны и подымается вверх, между анодом и мембраной выходит из реактора. Удаление сыворотки, пены, газов из любой зоны свободное, обусловленное только силами гравитации.

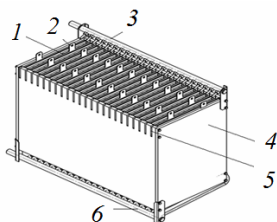


Рисунок 2 – Общий вид электрореактора

с последовательным соединением электродных зон:

- 1 – электроды; 2 – контакты подключения напряжения; 3 – трубки подвода сыворотки;
4 – стенка реактора; 5 – отверстия выхода сыворотки; 6 – трубка слива

Величину коагуляции белков достаточно легко регулируют скоростью движения сыворотки между электродами (подачей) при заданном напряжении на электродах.

Исходя из экспериментальных и расчетных результатов электрореактор должен иметь плоскопараллельные электроды, расстояние между которыми создает напряженность электрического поля 600...700 В/м при напряжении питания 12 В. Соотношения анодной и катодной зон как 1:2. Между электродами должна быть мембрана из полиамидной плёнки толщиной $0,25 \cdot 10^{-3}$ м, установленная на расстоянии $(1,4...2) \cdot 10^{-2}$ м от катода и $(0,7...1) \cdot 10^{-2}$ м от анода. В нижней части реактора необходим свободный проток сыворотки из одной зоны в катодную. Движение жидкости свободное, под действием сил гравитации. Скорость движения сыворотки должна обеспечивать ее нахождение между электродами обеих зон в течение 1600...1800 с.

Эти требования выполняют величиной напряжения питания, удельной проводимостью и подачей сыворотки, геометрическими размерами электродной системы реактора, которые находят расчетом.

Заключение

Разработанный электрический коагулятор белков молочной сыворотки позволяет извлечь более 90 % белков из молочной сыворотки при этом энергоемкость не превышает 0,12 МДж/кг сыворотки. Место электрокоагулятора в технологическом процессе – на трубопроводе, отводящем творожную сыворотку, после извлечения из нее творожной массы. Данное устройство позволяет обрабатывать и другие органические дисперсные гидросистемы – картофельный сок, влажные корма, различные соки и др.

Список использованной литературы

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь : [статистический сборник] / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; редкол.: И.В. Медведева (гл. ред.) [и др.]. – Информационно-вычислительный центр Национального статистического комитета Республики Беларусь, 2022. 211 с.

2. О переработке молочной сыворотки и внедрении наилучших доступных технологий / В. К. Топалов и др. Переработка молока. 2016. № 7. С. 17–19.

3. Храмцов А.Г. Феномен молочной сыворотки. Санкт-Петербург : Профессия. 2011. 804 с.

4. Переработка молочной сыворотки: понятная стратегия, 5. The importance of whey and whey components in food and nutrition : proceedings of the 3rd International Whey Conference Munich 2021, Munich, September 2021 г. Munich, 2021. 411 p.

5. Тихомирова, Н.А. Технология и организация производства молока и молочных продуктов : учеб. пособие / Н.А. Тихомирова. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 560 с.

6. Колесников, В.А. Анализ, проектирование технологий и оборудования для очистки сточных вод / В.А. Колесников, Н.В. Меньшуткина. – М. : ДеЛи принт, 2005. – 266 с.

7. Способ коагуляции белка : пат. RU 2 055 622 С1 / Л.С. Герасимович, Е.М. Заяц, И. Б. Ющенко. – Оpubл. 10.03.1996.

8. Алексеев, Е.В. Основы технологии очистки сточных вод флотацией : монография / Е.В. Алексеев – М. : Издательство АСВ, 2009. – 136 с.

9. Литманова, Н.Л. Совершенствование технологии локальной очистки сточных вод молокоперерабатывающих предприятий : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.04 / Н.Л. Литманова. – СПб., 2006. – 165 с.

10. Ющенко, И.Б. Разработка способа электрокоагуляции белка картофельного сока : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.02 / И.Б. Ющенко. – Минск, 1997. – 122 л.

УДК 636.4

ПРОФИЛАКТИКА СТРЕССОВ В СВИНОВОДСТВЕ

С.А. Костюкевич, канд. с.-х. наук, доцент,

Д.Ф. Кольга, канд. тех. наук, доцент,

Т.М. Чумак, ст. преподаватель

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
kostiukievich@mail.ru*

Аннотация: Изменение внешних условий приводит к перестройке адаптивного поведения животных, их двигательной активности, что позволяет использовать этологические свойства для оценки состояния организма при различных способах производства.

Ключевые слова: стресс, свиньи, организм, продуктивность, профилактика.

Abstract: A change in the external conditions leads to restructuring the adaptive behavior of animals, their motor activity, which makes it possible to use ethological properties to assess the body state in different production modes. In this regard, there is an urgent need for total monitoring of the health status and activity of pigs.

Keywords: stress, pigs, body, productivity, prevention.

Введение

Перевод свиноводческих предприятий на промышленную технологию позволяет обеспечить непрерывность производства, рациональную эксплуатацию помещений, сократить протяженность коммуникаций, повысить производительность рентабельность труда и свиноводства. Вместе с тем, отдельные элементы и технологии производства свинины не отвечают эволюционно сложившимся физиологическим особенностям организма свиней и имеют стрес-

согенный характер [4]. В связи с этим возрастает физиологическая и нервная нагрузка на животных, что приводит к снижению их адаптационных возможностей, следствием этого является увеличение негативных воздействий стрессов [1; 3].

В традиционной классификации стрессоров выделяют: алиментарный, температурный, гиподинамический, отъемный, вакцинационный, транспортный, социально-эмоциональный, половой и другие факторы.

По силе воздействия на организм их подразделяют на легкие (оказывают на организм тренирующее воздействие), средние (снижают продуктивность) и тяжелые (приводят к заболеваниям и падежу).

При нарушениях технологии выращивания и откорма стрессы могут быть массовыми, нанося значительный экономический ущерб.

В синдроме стресса свиней выделяют 3 фазы [2; 3].

1. Мобилизационная фаза (аварийная, фаза тревоги). Кратковременная. Характеризуется понижением температуры тела, тонуса мышц, кровяного давления.

2. Фаза резистентности (оптимальной адаптации). Длительность – от нескольких часов до нескольких суток. Активизация функции надпочечников, нормализация обмена, усиление устойчивости к стрессорам.

3. Фаза истощения. Наступает при невозможности нейтрализации стресс-фактора. Отмечается снижение массы тела, нарушения обмена. При критическом действии стрессора возможен падеж животных.

Стрессовое состояние свиней характеризуется, как правило, общей слабостью или беспокойством животных, потерей аппетита, безразличием к персоналу. Могут отмечаться нарушения дыхания, посинение кожи, возможны судороги, схожие с эпилептическими. В тяжелых случаях возможна кома, нарушение сердечного ритма, асфиксия, падеж животных. У низкопродуктивных животных признаки стресса выражены слабее [3].

Профилактика и снижения стрессов в свиноводстве.

1. Оптимизация технологического процесса. Следует соблюдать зоогигиенические параметры содержания, ветеринарно-санитарные принципы комплектования стада, группировки, проведения отъема.

Необходима организация изолированных секций для различных производственных групп. В секциях для холостых и супоросных маток размещают до 150–200 голов, подсосных – 30–60, поросят на выращивании и откормочных животных желательно содержать группами не более 25–30 голов.

В теплое время года допустимо повышение температуры воздуха в помещении на 5 °С выше расчетной летней температуры наружного воздуха, однако не более чем до 30 °С.

Поддержание полноценного сбалансированного кормления. Не допускаются использование некачественных кормов, резкие смены типа кормления. Температура воды и кормов должна быть в пределах 16–20 °С для молодняка, 10–16 °С – для взрослых животных.

Животных перевозят в специально оборудованном транспорте, избегая перегрева и переохлаждения, при норме 0,5 м² пола и 1 м³ воздуха на 100 кг живой массы.

2. Применение ветеринарных препаратов. В свиноводстве широко применяют адаптогены, антиоксиданты, иммуномодуляторы, детоксиканты, пробиотики.

3. Селекционная работа. К генетическим методам борьбы со стресс-факторами относится селекционная деятельность по усилению стрессоустойчивости животных – одно из приоритетных направлений селекционной работы [1; 4].

Список использованной литературы

1. Лещуков, К.А. Способ профилактики транспортного стресса свиней и прижизненная оценка качества мяса / К.А. Лещуков // Образование, наука и производство. – 2013. – №2. – С. 23–26.

2. Максимов, Г.В. Способ оценки стрессоустойчивости свиней / Максимов Г.В., Ленкова Н.В., Максимов А.Г. // Ветеринарная патология. – 2014. – № 3–4(49–50). – С. 31–36.

3. Behavior Comparison During Chronic Heat Stress in Large White and Creole Pigs Using Image-Analysis / M. Bonneau [et al.] // Frontiers in Animal Science. – 2021. – Vol. 2. – P. 1–11. <https://doi.org/10.3389/fanim.2023.784376>.

4. Biology of heat stress; the nexus between intestinal hyperpermeability and swine reproduction / E.J. Mayorga [et al.] // Theriogenology. – 2020. – Vol. 154. – P. 73–83. <https://doi.org/10.23/j.theriogenology>.

УСТАНОВКА С СВЧ ЭНЕРГОПОДВОДОМ В КОАКСИАЛЬНО РАСПОЛОЖЕННЫЕ РЕЗОНАТОРЫ ДЛЯ ТЕРМООБРАБОТКИ МЯСНОГО СЫРЬЯ

А.А. Тихонов¹, канд. техн. наук, доцент,

Н.Н. Романюк², канд. техн. наук, доцент,

Г.В. Новикова³, д-р техн. наук, профессор,

Д.Д. Коршиков¹, магистр, **А.А. Монеv¹**, магистр

¹ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет»,

г. Нижний Новгород, Российская Федерация

²УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

г. Минск, Республика Беларусь

³Нижегородский государственный инженерно-экономический университет,

г. Княгинино, Российская Федерация

tichonov57@mail.ru

Аннотация: В статье приведены данные исследований по применению сверхвысокочастотной установки с коаксиально расположенными резонаторами для термообработки и обеззараживания измельченного мясного сырья в непрерывном режиме с соблюдением электромагнитной безопасности без экранирующего корпуса.

Abstract: The article contains research data on the use of a microwave installation with coaxially located resonators for heat treatment and disinfection of ground meat raw materials in a continuous mode with observance of electromagnetic safety without a shielding housing.

Ключевые слова: четырехугольный призматический резонатор, электровибратор, решетки ячейками, запределный волновод

Keywords: quadrangular prismatic resonator, electric vibrator, grids with cells, beyond-limit waveguide.

Введение

Решения задачи сохранения кормовой ценности мясного сырья при термообработке в условиях фермерских хозяйств остается актуальной [1].

Основная часть

СВЧ установка с коаксиально расположенными резонаторами предназначена для обеззараживания и термообработки измельченного мясного сырья (патент № 2716084) в непрерывном режиме с

соблюдением электромагнитной безопасности без экранирующего корпуса (рис. 1) [3].

Она содержит внутренний четырехугольный призматический резонатор 2 без верхнего основания, соосно установленный в наружную четырехугольную неферромагнитную призму 1 так, что сверху обе призмы закрыты ее верхним неферромагнитным основанием 3. Нижние основания призм, выполнены из неферромагнитных решеток 8, 9. Они расположены параллельно с промежутком, равным кратной половине длины волны, и с возможностью ступенчатого регулирования за счет передвигания нижней решетки 9. Решетки вибрируются с помощью электровибратора 6. Размер ячеек нижней решетки 9 меньше, чем у верхней решетки 8. Эти неферромагнитные решетки представляют конденсаторную часть наружного резонатора 1. В конденсаторную часть направлены излучатели от основных магнетронов 7, расположенных на боковых гранях наружной призмы. Излучатель от дополнительного магнетрона 5 направлен во внутренний резонатор 2. Длина внутреннего резонатора 2 равна кратной половине длины волны. На верхнем основании 3 установлена емкость 4 в виде усеченного конуса, диаметром малого основания менее четверти длины волны.

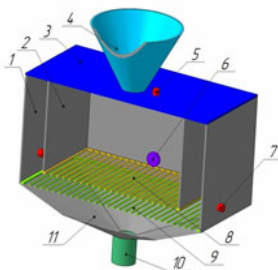


Рисунок 1 – Пространственное изображение установки с коаксиально расположенными резонаторами

Промежуток между боковыми гранями призм и конденсаторная часть образуют тороидальный резонатор. Преимущества данного конструктивного исполнения установки в том, что: без экранирующего корпуса электромагнитная безопасность сохраняется при непрерывном режиме работы; имеется возможность регулирования электрического поля в конденсаторной части резонатора, для поддержания высокой напряженности, достаточной для обеззаражива-

ния готовой продукции. Слив жира и шквары осуществляется через запредельный волновод 10, ограничивающий электромагнитные излучения.

В связи с тем, что эффект диэлектрического нагрева достигается благодаря проникновению волн в сырье на значительную глубину, проведен анализ глубины проникновения ЭМП в жировую ткань при частоте 2450 МГц по данным Рогова И. А. Зная глубину проникновения волны рассчитали размеры частиц измельченного сырья, загружаемого в призматический резонатор. На частоте 2450 МГц глубина проникновения волны в жир свиной (с низким содержанием воды) составляет 9...11,2 см, а в свинину с высоким содержанием воды – 1,7...1,8 см.

Исследования мощности потока электромагнитных излучений около разработанной СВЧ установки показывают, что при соосном расположении призматического резонатора в тороидальном резонаторе прямоугольного сечения с общим верхним основанием, электромагнитная безопасность на рабочем месте оператора соответствует санитарно-эпидемиологическим требованиям, регламентированным СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях» для работы в течение рабочего дня, 10 мкВт/см².

Выводы

1. Исключения экранирующего корпуса снижает металлоемкость и балансовую стоимость СВЧ установки при соблюдении электромагнитной безопасности.

2. Зная глубину проникновения волны в жир свиной и другие виды сырья, оптимизированы размеры сырья и режимы процесса.

3. Обеспечение электромагнитной безопасности данной установка позволяет рекомендовать её к применению в цехах по переработке продукции животноводства в фермерских хозяйствах.

Список использованной литературы

1. Жданкин, Г.В. Применение СВЧ волн для получения белковых добавок из сельскохозяйственных отходов // Всероссийская научно-практическая конференция «Безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продовольствия», РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. – С. 597–601.

2. Дробахин, О.О. Резонансные свойства аксиально-симметричных микроволновых резонаторов с коническими эле-

ментами / О.О. Дробахин, П.И. Заболотный, Е.Н. Привалов // Радиофизика и радиоастрономия, 2009, Т.1, № 4, – С. 433–441.

3. Патент № 2716084 РФ, МПК С11В13/00. Сверхвысокочастотная установка с коаксиально расположенными резонаторами для термообработки и стерилизации измельченного мясного сырья в непрерывном режиме. Г.В. Новикова, В.Л. Осокин, О.В. Михайлова, М.В. Белова, А.А. Тихонов, А.В. Казаков / заявитель и патентообладатель НГИЭУ (RU). – № 2019129666; заявл. 10.09.2019. Бюл. № 7 от 05.03.2020. – 13 с.

УДК: 637.112.5; 637.115

ИСПЫТАНИЯ СИСТЕМЫ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ УСТАНОВКИ ПРЕДДОИЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ВЫМЕНИ КОРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

М.А. Керимов¹, д-р техн. наук, профессор,

Д.В. Барабанов², науч. сотр.

¹ФГБОУ ВО СПбГАУ,

г. Санкт-Петербург, Российская Федерация,

²ФГБОУ ВО Верхневолжский ГАУ,

г. Иваново, Российская Федерация.

¹Martan-rs@yandex.ru, ²Barabanov_dmitry@mail.ru

Аннотация: В статье приведены основные результаты производственных испытаний системы машинного зрения роботизированной установки преддоильной подготовки вымени, которые были проведены в хозяйстве ООО «Бычок-1» Комсомольского района Ивановской области.

Abstract: The article presents the main results of the production tests of the machine vision system of the robotic installation of pre-milking udder preparation, which were carried out on the farm of LLC «Bychok-1» Komsomolsk district of the Ivanovo region.

Ключевые слова: молочное скотоводство, роботизация, преддоильная подготовка вымени, манипулятор, машинное зрение.

Keywords: dairy cattle breeding, robotization, udder washing and massage, manipulator, machine vision.

Введение

Преддоильная подготовка вымени является одной из важнейших операций технологии машинного доения коров. Она во мно-

гом определяющая качество получаемого молока и стимулирует рефлекс молокоотдачи. При этом данная операция является наиболее трудозатратой [1, 2].

С целью снижения затрат труда при доении коров на конвейерно-кольцевых доильных установках, типа «Карусель», разрабатывается роботизированная установка преддоильной подготовки вымени, которая располагается на входе в доильный зал и в автоматическом режиме выполняет подмыв и массаж вымени коров при помощи двух роликовых щёток большого радиуса [3, 4].

Наиболее важной частью роботизированной установки преддоильной подготовки вымени коров, определяющей успешность её функционирования, является машинное зрение. В данной установке машинное зрение реализовано на базе двух 2D видеокамер, образующих стереопару [5].

Основная часть

Производственные испытания системы машинного зрения были проведены с использованием лабораторной установки, включающей полногабаритный станок с размерами, установленными на основании ранее проведенного кинематического анализа [6]. Данная лабораторная установка была установлена в коровнике сельскохозяйственного предприятия ООО «Бычок -1» (рисунок 1).



Рисунок 1 – Расположение лабораторной установки в хозяйстве:
1 – станок; 2 – манипулятор; 3 – блок управления

Работа системы машинного зрения оценивалась по успешному определению координат рабочей области, содержащей все четыре соска вымени коровы. Для этого был изготовлен габаритный макет рабочего органа в виде кольца, который был закреплен на манипуляторе (рисунок 2). После расчёта координат рабочей области при помощи разработанного для лабораторной установки программно-

го обеспечения, выдавалась команда блоку управления на подведение манипулятора в расчётную точку. При этом, все четыре соска должны были попасть во внутреннюю область кольца.

Заключение

Проведенные натурные испытания подтвердили справедливость теоретических расчётов и показали, что предложенная система машинного зрения на базе двух 2D видео камер может быть использована в роботе, осуществляющем подмыв и массаж вымени коров перед доением. Система машинного зрения верно определяет рабочую область, что подтверждается подведением габаритного макета в расчётную точку.



Рисунок 2 – Работа с программным обеспечением:

- 1 – изображение с первой камеры; 2 – изображение со второй камеры;
3 – манипулятор; 4 – габаритный макет

Процент успешных подведений габаритного макета в проведенных испытаниях составил 78 %, что ниже результатов лабораторных испытаний, проведенных по аналогичной методике с макетом коровы, в которых данный показатель составил 97 %. Это связано с тем, что применению роботизированных систем для доения предшествует период приучения к ним коров, который может длиться от двух недель до двух месяцев [7]. Очевидно, что реализация такого периода приучения с использованием роботизированной установки преддоильной подготовки вымени, позволит сформировать у коров «стереотип машинного доения» и повысить процент успешного определения рабочей области.

Так же производственные испытания выявили ряд преимуществ предложенной системы машинного зрения. Камеры находятся вне области станка, что позволяет вывести их из области воздействия агрессивной среды. Это так же позволяет исключить воздей-

ствие на них животных. Съёмка вымени с двух сторон позволяет отслеживать его состояние. Кроме того, данная система машинного зрения достаточно простая для ремонта и обслуживания, а также имеет низкую стоимость. Поэтому её применение позволит создавать более простые и дешёвые, роботизированные системы для обслуживания дойного стада.

Список использованной литературы

1. Реализация рефлекса молокоотдачи при доении коров на различных доильных установках / А.С. Курак, М.В. Барановский, О.А. Кажеко [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси. – 2012. – Т. 47, № 1. – С. 263–270. – EDN VXDUST.

2. Гаджиев, А. М. Технологические и физиологические основы машинного доения коров / А.М. Гаджиев, В.В. Усачев, Т.А. Рахманова // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2019. – № 3(35). – С. 100–108. – EDN QIAAKU.

3. Керимов, М.А. Оптимизация технологии доения коров за счет совершенствования роботизированной установки преддоильной подготовки вымени / М.А. Керимов, Д.В. Барабанов, И.Я.Г. Нам // АгроЗооТехника. – 2023. – Т. 6, № 1. – DOI 10.15838/alt.2023.6.1.6. – EDN MATJGC.

4. Попова М.Н. Теоретические предпосылки к обоснованию проекта семейной фермы на 20 фуражных голов с цехом для переработки молока / М.Н. Попова, В.А. Ружьев, Е.Е. Бадунов // Роль молодых ученых в решении актуальных задач АПК: Сб. науч. тр. межд. науч.-практ. конф. молодых учёных и студентов (СПб.-Пушкин, 25–27 февр. 2016 г.). – СПб.: СПбГАУ, 2016. – С. 219–221. – EDN ZGLESF.

5. Керимов, М.А. Испытания системы машинного зрения роботов-дойеров в молочном скотоводстве / М.А. Керимов, Д.В. Барабанов // Приоритеты развития АПК в условиях цифровизации и структурных изменений национальной экономики: мат. Межд. науч.-практ. конф. профессорско-преподавательского состава, посвященной 190-летию со дня рождения И.А. Стебута (СПб., Пушкин, 24–26 мая 2023 г.). – СПб.: СПбГАУ, 2023. – С. 139–145. – EDN ZJPWKC.

6. Кинематическое исследование манипулятора роботизированной установки преддоильной подготовки вымени / А.М. Абалихин, Н.В. Муханов, А.В. Крупин [и др.] // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2018. – № 4(25). – С. 99–108. – EDN VQCWTY.

7. Доровских, В.И. Исследование качественных показателей использования доильных роботов / В.И. Доровских, В.С. Жариков // Наука в центральной России. – 2019. – № 6(42). – С. 35–42. – DOI 10.35887/2305-2538-2019-6-35-42. – EDN KSLESI.

УДК 66.045.1

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ПЛАСТИНЧАТОЙ
ПАСТЕРИЗАЦИОННО-ОХЛАДИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ
В ЛИНИИ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ МОЛОКА**

С.Ю. Шубкин, канд. техн. наук, доцент,

А.Л. Мелешкин, студент

ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина»,

г. Елец, Российская Федерация

shubkin.92@mail.ru

Аннотация: В статье приводится описание модернизации пастеризационно-охладительной установки в линии первичной обработки молока. Предлагается дополнить конструкцию установки ультразвуковым излучателем, который путем воздействия на пластины приводит к турбулизации потока молока. Вносимые технические решения позволят повысить эффективность и интенсивность процесса теплообмена между пластинами и молоком.

Abstract: The article describes the modernization of the pasteurization and cooling plant in the primary milk processing line. It is proposed to supplement the design of the installation with an ultrasonic emitter, which, by acting on the plates, leads to turbulence of the milk flow. The introduced technical solutions will increase the efficiency and intensity of the heat exchange process between the plates and milk.

Ключевые слова: пастеризационно-охладительная установка, ультразвуковой излучатель, турбулизация потока

Keywords: pasteurization and cooling unit, ultrasonic emitter, flow turbulence

Введение

На животноводческих комплексах, в условиях молочно-товарных ферм или же крестьянско-фермерских хозяйств для проведения процессов пастеризации и последующего охлаждения молока,

а также молочных продуктов используются различные пастеризационно-охладительные установки [2]. К наиболее эффективным теплообменным аппаратам относятся устройства пластинчатого типа. Пластинчатые аппараты по сравнению с трубчатыми гораздо компактнее, имеют высокий КПД, более экономичны. Для таких аппаратов характерен длительный срок эксплуатации, поскольку они достаточно надежны, просты в монтаже и удобны в обслуживании [3].

Однако, не смотря на достаточно высокий коэффициент теплообмена, для пластинчатых аппаратов характерно образование в их периферийных частях застойных зон. Также они более восприимчивы к гидравлическим ударам [1].

Цель модернизации заключается в дополнении конструкции пластинчатой установки ультразвуковым излучателем, благодаря чему интенсифицируется процесс теплообмена, а также снижается вероятность образования застойных зон.

Основная часть

На рис. 1 и 2 приведен общий вид модернизированного пластинчатого аппарата для проведения пастеризации и охлаждения в линии первичной обработки молока.

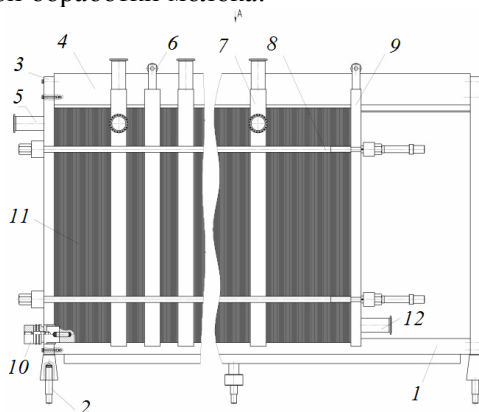


Рисунок 1 – Общий вид пластинчатого аппарата с ультразвуковым излучателем:

- 1 – штанга направляющая, 2 – ножка, 3 – плита рамы, 4 – штанга несущая,
- 5 – штуцер входной, 6 – ролик направляющий, 7 – плита межсекционная,
- 8 – болт затяжной, 9 – плита давления, 10 – ультразвуковой излучатель;
- 11 – пакет пластин, 12 – штуцер выходной

Принцип работы пластинчатого теплообменника заключается в следующем. Пространство между пластинами 11 заполняется попеременно нагреваемой средой и тепло- или хладоносителем, поступающими через соответствующие входные штуцеры 5. Очередность регулируют прокладки. В одной секции они открывают путь теплоносителю, а в другой – нагреваемой или охлаждаемой среде. Выход готового продукта осуществляется через выходные штуцеры 12. Во время работы аппарата без воздействия ультразвукового излучателя 10 на пакет пластин 11 теплообмен между молоком и теплоносителем (хладоносителем) будет происходить при низких скоростях движения жидкостей по обе стороны пластин, вследствие чего эффективность теплообмена будет снижаться. Кроме того в этом случае будет наблюдаться ламинарное движение у края пластин.

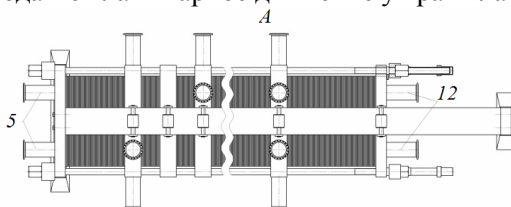


Рисунок 2 – Пластинчатый теплообменник (вид А)

Для повышения эффективности теплообмена предлагается под пакетом пластин закрепить дополнительные пластины, выполненные из титана и соединенные с ультразвуковым излучателем 10. По ультразвуковым пластинам колебания будут передаваться от излучателя к нагреваемой или охлаждаемой среде, тем самым обеспечивая турбулентный режим движения сред, снижая образование застойных зон и интенсифицируя теплообмен между средами.

Заключение

Использование приведенной модернизации позволит повысить эффективность процесса теплообмена в пластинчатом аппарате для пастеризации и охлаждения молока.

Список использованной литературы

1. Андрейченко А.Е., Баклушина И.В. К вопросу о выборе типа теплообменника // Тенденции развития науки и образования. 2023. №96-9. С. 8–10.
2. Борисов В.И., Борисова Н.В., Зайцев В.О. Современные технологии и оборудование для охлаждения молока на животноводче-

ских фермах и комплексах // Современные проблемы территориального развития. 2019. № 1. С. 4.

3. Садыкова О.В., Пастухов Н.С. Сравнение пластинчатых и кожухотрубчатых теплообменников // Аллея науки. 2018. Т. 7. № 11 (27). С. 306–312.

УДК 631.363

ШНЕКОВЫЙ ДОЗАТОР С УВЕЛИЧИВАЮЩИМСЯ ШАГОМ ВИНТОВОЙ НАВИВКИ

С.М. Ведищев, д-р техн. наук, профессор,

А.В. Прохоров, канд. техн. наук, доцент,

А.Г. Павлов, канд. с.-х.н., доцент,

Е.Б. Ложкина, аспирант

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический
университет»,*

Тамбов, Российская Федерация

serg666_65@mail.ru

Аннотация: Выявлены условия отсутствия сводообразования и выдачи необходимого количества корма у шнекового дозатора с увеличивающимся шагом винтовой навивки в зоне загрузочного окна в соответствии с принятой технологией.

Ключевые слова: дозатор, гидравлический радиус, заслонка, подача, шнек.

Abstrac: The conditions for the absence of arching and the delivery of the required amount of feed from a screw dispenser with an increasing pitch of screw winding in the loading window area in accordance with the adopted technology are revealed.

Keywords: feeder, hydraulic radius, shutter, pitch, auger.

Введение

Создание новых эффективных, простых по конструкции и надежных в эксплуатации шнековых дозаторов с плавным регулированием нормы выдачи в соответствии с зоотехническими требованиями является актуальной задачей для эффективного использования рациона с учетом видов кормов и строгом соблюдении нормы выдачи корма каждому животному в соответствии с зоотехническими требованиями [1].

Основная часть

На основе проведенного анализа существующих конструкций дозаторов нами разработан шнековый дозатор с увеличивающимся шагом винтовой наливки в зоне загрузочного окна и подвижной заслонки с возможностью перемещения вдоль оси шнека, что позволяет изменить захватывающую способность шнека в зоне загрузки [2].

Принятые конструктивно-технологической решения позволяют регулировать норму выдачи корма в порционном и непрерывном режимах при постоянной угловой скоростью вращения шнека за счет применения в дозаторах с увеличивающегося шага винтовой наливки в сторону выгрузного окна и подвижной заслонки с возможностью перемещения вдоль оси шнека.

Диаметр шнековых рабочих органов выбираются по условию [2]:

$$B \geq D, \quad (1)$$

где B – ширина загрузочного окна, м; D – диаметр шнека, м.

При расчете минимального открытия шиберной заслонки необходимо учитывать условия отсутствия сводообразования и выдачи необходимого количества корма в зоне загрузочного окна и в соответствии с принятой технологией [2, 3]:

$$\begin{cases} R > R_{ce}, \\ Q_{\delta} \geq Q_{\kappa} \end{cases}, \quad (2)$$

где R_{ce} – радиус сводообразующего отверстия, м; Q_{δ} – подача из бункера, кг/с; Q_{κ} – производительность дозатора при установке его в заданной технологической линии, кг/с.

Гидравлический радиус отверстия можно определить по формуле [4]:

$$R = \frac{(A - a)(B - a)}{2(A + B - 2a)}, \quad (3)$$

где A , B – длина и ширина отверстия, соответственно, м; a – характерный размер частиц, м.

Радиус сводообразующего отверстия можно определить по формуле [4]:

$$R_{ce} = \frac{\tau_0(1 + \sin \varphi)}{\gamma g}, \quad (4)$$

где τ_0 – начальное напряжение сдвигу, Па; φ – угол трения, град; γ – насыпная плотность корма, кг/м³.

С учетом формул (3), (4) первое выражение системы (2) можно записать в виде:

$$\frac{(A-a)(B-a)}{2(A+B-2a)} \geq \frac{\tau_0(1+\sin \varphi)}{\gamma g}. \quad (5)$$

Решив данное неравенство и упростив его, относительно A , получим:

$$A_{\min} \geq \frac{2\tau_0(B-a)(1+\sin \varphi)}{(B-a)\gamma g - 2\tau_0(1+\sin \varphi)} + a. \quad (6)$$

Заключение

Предложенная конструктивно-технологическая схема дозатора позволяет оперативно регулировать подачу от минимальной до максимальной при непрерывном режиме работы дозатора с улучшенными качественными показателями, регулированием захватывающей способности шнека за счет увеличивающегося шага винтовой наливки в зоне загрузки и подвижной заслонки с возможностью перемещения вдоль оси шнека.

На основании теоретических исследований процесса дозированной выдачи кормов шнековым дозатором можно сделать следующий вывод: теоретически определены условия для определения минимальной величины открытия заслонки.

Список использованной литературы

1. Современные проблемы науки и производства в агроинженерии: Учебник / Под ред. А.И. Завражнова. СПб: Издательство «Лань», 2013. – 496 с.
2. Ведищев, С.М. Управление подачей дозатора с изменяющимся шагом шнека / С.М. Ведищев, А.В. Прохоров // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2014. – №1(50). – С. 81–85.
3. Ведищев, С.М. Изучение объемных дозаторов кормов. Методические указания к выполнению лабораторных работ/ С.М. Ведищев, А.В. Брусенков, А.В. Прохоров. – Тамбов: ТГТУ, 2007. – С. 19–21.
4. Механизация приготовления кормов [Электронный ресурс]: Учебное пособие для бакалавров и магистров, обучающихся по направлению «Агроинженерия», а также аспирантов и работников сельскохозяйственных предприятий: 2 ч. / С.М. Ведищев, В.П. Капустин, Ю.Е. Глазков и др. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 2 электрон. опт. диска (CD-ROM).

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ СТЕБЛЯ НОЖОМ ДИСКОВОГО ИЗМЕЛЬЧАЮЩЕГО АППАРАТА ИКВ-Ф-5А

Д. Алижанов, канд. техн. наук, доцент,

Я. Жуматов, д-р философии (PhD) по техн. наукам, доцент,

К.А. Шавазов, канд.техн. наук, доцент

Национальный исследовательский университет

*«Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации
сельского хозяйства» г.Ташкент, Узбекистан*

kadirjon.shavazov@bk.ru

Аннотация: В работе приведены результаты совершенствование процесса резания стебля ножом дискообразного аппарата с учетом физико-механических свойств стебельных кормов.

Abstract: The paper presents the results of the improvement of the process of cutting the stem with a disk-shaped knife, taking into account the physical and mechanical properties of stalk feed.

Ключевые слова: стебель, кукуруза, твердое тело, теплый климат, аппарат, лезвие, активное, пассивное, трение, резание, машина ИКВ-Ф-5А, скольжение, пуансон.

Keywords: stalk, corn, solid body, warm climate, apparatus, blade, active, passive, friction, cutting, machine IKV-F-5A, sliding, punch.

Введение

Известно, что характеристики продукции растениеводства, выращенной в условиях жаркого климата Узбекистана, отличаются от характеристик продукции, выращенной в европейских условиях. Оболочка стеблей кукурузы, выращиваемых на зерно в нашей республике, толще и тверже, и в наших опытах установлено, что ее коэффициент трения с металлом несколько меньше [1]. В результате первоначальных наблюдений часть стебля кукурузы со стороны корня (12–15 см) имеет твердую оболочку, что несколько затрудняет проникновение лезвия ножа. В связи с тем, что угол трения меньше на 3–4°, такая часть стебля не перестает внезапно защемляться между активной и неподвижной ножами, а скольжение к краю неподвижного ножа увеличивается, что

затрудняет измельчить такую твердую часть. Чтобы предотвратить такую ситуацию, мы приняли идею (гипотезу) о том, что было бы лучше слегка изогнуть прямолинейную форму фактического лезвия ножа вперед. Ряд ученых зарубежных стран и в нашей стране проводили исследования по теоретическому исследованию процесса измельчения стеблей [2, 3, 4]. Кинематическое исследование дискового многоножевого измельчающего аппарата проведем по методике проф. С. Мельникова [5].

Основная часть

Процесс измельчения грубого стебля связан с резанием стебля. Для измельчения стебля необходимо обеспечить скольжения лезвие ножа относительно стебля до тех пор пока достигнем его зажатие между лезвием активного ножа и лезвием пассивного ножа. Это можно объяснить схемой на рисунке 1.

Защемляемые лезвия оказывают давление на заемяемое тело нормальными силами N_1 и N_2 . Если угол между лезвиями χ меньше суммы углов трения между телом и лезвиями φ_1 и φ_2 , т.е.

$$\chi \leq \varphi_1 + \varphi_2 \quad (1)$$

сжатое тело там останавливается (рис. 1, а), так как силы трения между лезвиями и телом противодействуют движению тела наружу: $T_1 = N_1 f_1$ и $T_2 = N_2 f_2$ направлены к точке 0, благодаря чему стебель не выдержав давления лезвия N_1 и N_2 , разрывают волокна в коре стебля и срезают тело.

Если $\chi > \varphi_1 + \varphi_2$, (рис. 1, в) сила Z действует в противоположном направлении и заставляет телу выйти из между лезвиями. Поэтому угол χ называют углом защемления. Мы учтем это правило позже при определении размеров ножа.

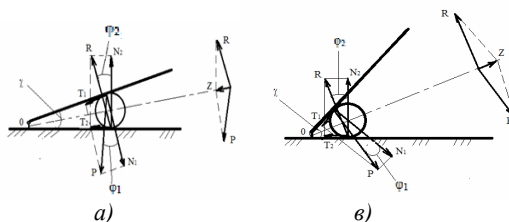


Рисунок-1— Схемы к определению защемления стебля между парой ножей (а) и возникаемой силы Z для выталкивания ее оттуда (в)

Определено, что $\chi=40-50^\circ$ для стеблей, выращенных в европейских условиях.

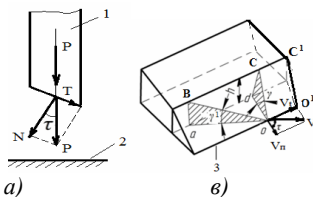


Рисунок 2 – Схемы для объяснения процесса скользящего резания
 а – возникновения касательной силы T для обеспечения скольжения; б –
 положение как будто нож много заточен; 1 – нож; 2 – разрезаемое тело;
 3 – лезвие

Исследуем второе условие, необходимое для скользящего резание тела. При скользящем резании, во-первых, по-видимому, как будто изменилась геометрические параметры поперечного сечения ножа (рис. 2, б). При скользящем резании (рис. 2, а), если на разрезаемое тело поступает давление P от ножа и разделить его на силы T вдоль лезвия и N по нормали к лезвию, то следует, что угол τ обязательно меньше угла трения φ .

Схема усовершенствованного аппарата представлена на рисунке 3. Установлен на диске в продолжении вала шнека. Прямолинейная лезвие ножей относительно радиального направления на 20 градусов изогнут назад. Такое положение обеспечивает скользящий срез.

Схема двух опорного резание и деформации возникающие в стебле, действующие силы взято с работ С.В. Мельникова [4]. На схеме показана процесс работы как клин с двух сторон заточенного ножа. У исследуемых нами измельчителей ИКВ-Ф-5А или Волгарь-5А лезвие ножей не заточено (рис. 3, а), толщина лезвия 5 мм, к боковым сторонам образуют угол 90° . Такое положение иглы заставляет разрезаемый стебель скользить вдоль неподвижных лезвий. В результате совершается скользящее резание, по схеме рис. 3, б активный нож совершает резание как пуансон.

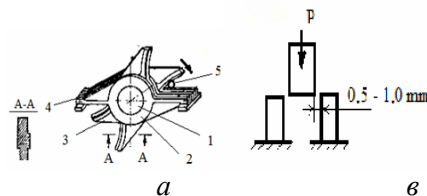


Рисунок 3 – Режущий аппарат измельчителя ИКВ-Ф-5А
a – общий вид; *б* – схема внедрение активного ножа в щель между пассивных ножей: 1 – вал ведомого шкива; 2 – диск; 3 – ножи устроенные на диске; 4 – неподвижные ножи и щели создаваемые ими; 5 – стебель защемленный между активным и пассивным ножами

Основными факторами при срезании стебля являются скользящий режим резания, с давлением лезвия на стебель. Для изучения процесса, осуществляемого исследуемым дискообразным многоножевым аппаратом, проведем кинематическое и динамическое исследование этого аппарата (рис. 4).

На защемленный стебель *C* между лезвием ножа, вращающегося вокруг оси *O* с постоянной угловой скоростью ω и неподвижным пассивным лезвием действует с нормальным давлением *N*. Если известен коэффициент трения между ножом и стеблем *f*, тогда на *C* действует касательная сила $T = Nf$. За счет скольжения лезвия ножа по стеблю возникнет противоположная суммарная силы сопротивления *R*, равнодействующее на *N* и *T* сила *P_к*.

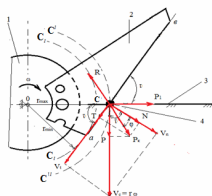


Рисунок 4 – Схема действия сил ножа измельчающего аппарата на стебель
 1 – нож закрепленный диск; 2 – нож; 3 – неподвижный пассивный нож; 4 – место первоначальной встречи стебля с лезвием ножа; *C_l* – в конце резание

Сумма сил сопротивления, возникающих в точке *C*, равна *R*, но нож должен действовать в противоположном направлении с силой *P_к*. Вращающая сила *P*, составляющая *P_к*, направлена перпендикулярно радиус-вектору *r*. Появляется сила *P_l*, действующая в направлении радиус-вектора.

Под действием вращательной силы P точка C будет сдвинута по своей траектории C_1-C_{11} , тогда сила P_1 прижмет стебля к пассивному ножу. Угол между радиус-вектором $r_{\max}$ и активным лезвием $a-b$ называется углом скольжения.

Скорость вращения $V_c = r\omega$ точки C указывает направление резание. Мы находим направление V_t по лезвию, разделяя V_c на нормальную V_n и касательную скорость V_t . Если лезвие криволинейная (в нашей гипотезе это должен быть кусок архимедовой спирали), то кривая V_t будет касательной к криволинейному лезвию. Угол между векторами V_n и V_c равен углу скольжения τ . То $tg \tau$ – обозначает отношение V_t к V_n , то есть коэффициент скольжения $\mathcal{E}$:

$$\mathcal{E} = tg \tau = V_t / V_n \quad (2)$$

Сила P_k относительно силы нормального давления N будет повернуто на угол трения φ . Если разделить силу R на нормальную силу N и на касательную силу T , направленную вдоль лопасти, то угол между N и P_k будет равен φ . Тогда,

$$T / N = f^d = tg \varphi. \quad (3)$$

Заключение

Для снижения энергопотребления лезвие ножа должно скользить по срезаемому стеблю. Участок, на который действует сила сопротивления Rq , действующая на лезвие в результате скольжения, смещается к концу лезвие, растет ее плечо относительно центра диска, и крутящий момент увеличивается. Сопротивление действующее на вал увеличивается.

Нож, работающий как пуансон, не только разрезает кору стебля, но и измельчает материал внутри коры, т.е. совершает положительную работу. Корневища стеблей кукурузы, выращенное в жаркую погоду, очень твердые. Активное лезвие не может разрезать его сразу. Стебель скользит по лезвию со скольжением долго. Момент сопротивления увеличивается. Поэтому для уменьшения процесса скольжения при резке такого стебля предпочтительно, чтобы лезвие было выполнено в виде направленной в сторону стебля архимедовой спирали, а не прямой линии.

Корневища стеблей кукурузы, выращенное в жаркую погоду, очень твердые. Активное лезвие не может разрезать его сразу. Стебель скользит по лезвию со скольжением долго.

Список использованной литературы

1. Шаймарданов Б.П., Алижанов Д., Жуматов Я.К. Оценка напряженного состояния консольно отогнутого стебля для

снижения работы резания. Вестник Туринского политехнического университета/ Ташкент, 2017. Выпуск 08. – С. 48–51.

2. Резник Н.Е. Теория резания лезвием и основы расчета режущих аппаратов / Н.Е. Резник. – М.: Машиностроение, 1975. – 311 с.

3. Бурмистрова, М.В. Физико-механические свойства сельскохозяйственных растений / Бурмистрова М.В. – М.: Сельхозгиз, 1956. – 145 с.

4. Ya. Jumatov. Physico-Mechanical Properties of Corn Stalks. //International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 8, Issue 4. – India, 2021. – p.p. 17284–17288.

5. Мельников, С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм / С.В. Мельников – Л.: Колос, Ленинград. отделение. 1978. – 560 с.

6. Е.А. Скороходов, В.П. Законников, А.Б. Пакнис и др. / Общетеchnический справочник. – 4-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 1990. – С. 45–46.

УДК 631.353

ТЕХНОЛОГИЯ И УСТАНОВКА ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПАТОКИ ИЗ ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ

П.А. Савиных, д-р техн. наук, профессор,

В.А. Казаков, д-р техн. наук, вед. науч. сотр.

*ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
им. Н.В. Рудницкого»*

*г. Киров, Российская Федерация
peter.savinyh@mail.ru*

Аннотация: Разработана технология и установка для приготовления сахаросодержащей патоки из зернового сырья, которая за счет применения новых операций и конструктивного исполнения установки обеспечивает повышение качества готового продукта, снижает энергоемкость технологического процесса получения корма.

Abstract: A technology and installation for the preparation of sugar-containing molasses from grain raw materials has been developed, which, through the use of new operations and the design of the installation, improves the quality of the finished product, reduces the energy intensity of the technological process of obtaining feed.

Ключевые слова: технология, установка, патока, корм, зерно
Keywords: technology, installation, molasses, feed, grain

Введение

Полноценное сбалансированное питание – ключ к увеличению продуктивности животноводческой отрасли. Затраты на корм в структуре себестоимости производства животноводческой продукции составляют более 65–75 %, поэтому рациональное расходование кормов является важным направлением деятельности любого сельхозпредприятия, которое заключается в том числе и в сбалансированности по всем питательным веществам.

Основная часть

Роль полноценного кормления в продуктивности животных составляет 55–60 %, а недостаток обменной энергии, белка, сахара и жира на 15–20 % ведет к недоиспользованию их генетического потенциала на 30–50 %, увеличению неэффективных затрат кормов на 25–30 % [1, 2, 3].

Для условий Северо-Востока РФ наиболее трудоемкой представляется сбалансированность кормов по сахарам и протеину, при этом дефицит легкоусвояемых углеводов носит устойчивый характер, что снижает продуктивность животных. Традиционные источники восполнения сахаров в рационах – корнеклубнеплоды, сахарная меласса, гидролизная патока – не дают возможность полностью ликвидировать дефицит углеводов, поэтому необходимо более рационально использовать другие виды крахмалосодержащих кормов, например, зерновое сырьё, – нужно перерабатывать его на кормовую патоку, которая содержит легкопереваримые углеводы. При такой переработке зерновой крахмал преобразуется в сахар, его содержание в патоке составляет 30–40 %, при этом сохраняются все биологически активные компоненты зерна.

Результаты исследований

С учётом анализа уровня техники разработана технология и техническое средство (установка) приготовления жидких сахаристых кормов – патоки – из зернового сырья, новизна которых подтверждена патентом RU № 2803540 от 31.01.2023 г [4].

Конструктивно-технологическая схема установки представлена на рисунке.

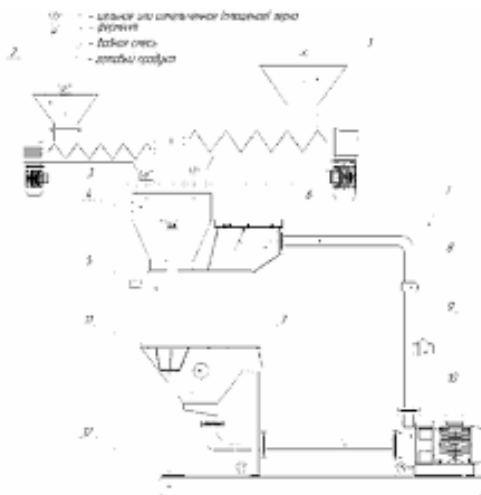


Рисунок – Конструктивно-технологическая схема установки приготовления патоки из зернового сырья

Установка оснащена шнековыми дозаторами зерна 1 и фермента 2 и состоит из бункера-накопителя с шиберной заслонкой 3, установленного на тензодатчиках веса 4, связанного с верхней частью технологической емкости 5, и пассивного измельчителя 6 с решёткой. Водяной контур установки состоит из техно-логической емкости 4, системы трубопроводов 7, кранов 8, 9 и центробежного насоса 10. На емкости 4 установлен датчик температуры 11, вся установка смонтирована на раме 12. Технология приготовления жидких сахаристых кормов заключается в следующем. Очищенное от механических примесей цельное или измельченное зерно подают дозатором 1 в бункер-накопитель 3, шиберная заслонка которого закрыта. При достижении необходимого количества зерна срабатывают тензодатчики веса 4 и отключают шнековый дозатор 1.

Затем автоматически включается шнековый дозатор 2 и насыпает необходимое количество фермента, после сигнала тензодатчиков веса 4 подача фермента прекращается. В технологическую емкость 5 наливают воду в объеме равном $2/3$ от общего объема водяной смеси и при закрытом кране 9 и открытом кране 8 включают центробежный насос 10. При постоянной циркуляции в замкнутом водяном контуре вода нагревается до $30...40^{\circ}\text{C}$, которая фиксируется на датчике температуры 11. Открывают шиберную заслонку бункера-накопителя 3 – зерно и фермент сыпается в технологическую емкость 5. В водяном конту-

ре начинает циркулировать вода, зерно и фермент. При взаимодействии водяной смеси с рабочим колесом центробежного насоса 10 и соударении с пластиной (решетом) пассивного измельчителя 6 происходит процесс разрушения зерна с образованием однородной суспензии с повышением температуры до необходимого значения 58...60°C. Затем центробежный насос 10 выключают и начинается процесс ферментации порядка 1 часа. Такие условия способствуют максимально-му высвобождению легкоусвояемых сахаров из крахмала. Полученные жидкие сахаристые корма выгружают через кран 9 при закрытом кране 8 и включенном центробежном насосе 10.

Применение принципа весового дозирования зерна и фермента повышает точность дозировки компонентов сырья и таким образом повышает качество сахаросодержащего корма. Установка пассивного измельчителя с решёткой в верхней части технологической ёмкости дает возможность использовать для приготовления корма как измельченное, так и цельное зерно, что значительно снижает энергозатраты на осуществление всего технологического процесса получения патоки.

Заключение

Разработана технология и установка для приготовления жидких сахаристых кормов (патоки) из зернового сырья, которая за счет применения новых операций и усовершенствования конструктивного исполнения установки для осуществления данной технологии обеспечивает повышение качества готового продукта, снижает энергоемкость и увеличивает надежность технологического процесса получения жидкого сахаристого корма из зернового сырья. Новизна технологии и установки подтверждена патентом RU №2803540 от 31.01.2023 г.

Список использованной литературы

1. Шпаков А.С. Основные задачи научного обеспечения производства зернофуражных культур в российской федерации / Кормопроизводство №4, 2005. С. 2–5.
2. Шакиров Ш.К. Производство и использование собственных БВМД и премиксов / Кормопроизводство №12, 2000. С. 19–22.
3. Косолапов В.М. Современное кормопроизводство – основа успешного развития АПК и продовольственной безопасности России // Земледелие, №6. С. 3–5.
4. Пат. №2803540 Российская Федерация, С1 МПК А23К 10/30. Способ приготовления жидких сахаристых кормов из зернового сырья / П.А. Савиных, В.А. Казаков, и др.; заявка 2023102161; Заявлено 31.01.2023; опубл.14.09.2023. Бюл. № 26.

УДК 377

**ЦЕННОСТНО-СМЫСЛОВАЯ ОРИЕНТАЦИЯ МОЛОДЕЖИ
В ПРОЦЕССЕ НЕПРЕРЫВНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ**

А.И. Попов, канд. пед. наук, доцент,

Н.В. Майстренко, канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

г. Тамбов, Российская Федерация

popov.ai@tstu.ru

Аннотация: Выявлены требования к системе современного профессионального образования, сформулированы психолого-педагогические условия и описана на их основе модель совершенствования непрерывного образования.

Abstract: The requirements for the system of modern vocational education are identified, psychological and pedagogical conditions are formulated and a model of continuous education improvement is described on their basis.

Ключевые слова: аксиология, кадровый потенциал, практическая подготовка.

Keywords: axiology, human resources, practical training.

Введение

Анализ запросов различных групп потребителей (обучающихся, работодателей, общества) к системе профессионального образования позволил выявить основные требования, предъявляемые к системе подготовки специалистов и общественным условиям его окружения:

- более ранняя профессиональная ориентированность образовательного процесса;
- приобретение навыков выполнения востребованных экономикой трудовых функций, обеспечивающих достойную оплату труда;
- формирование способностей и личностных потребностей в саморазвитии и совершенствовании;
- взаимосвязь между карьерным ростом и уровнем квалификации и образованности;

- учет стремления молодежи к ранней финансовой независимости;
- наличие возможности менять вектор профессионального развития в зависимости от конъюнктуры рынка труда.

Основная часть

Приоритетной в современном образовании должна стать аксиологическая составляющая, обеспечивающая устойчивую внутреннюю мотивацию к осознанной образовательной деятельности. Чем раньше молодые люди определятся с целевыми ориентирами в деятельности, сделают выбор в сторону активной гражданской позиции и готовности оптимально сочетать личностные цели с направленностью развития общества, тем выше будет качество профессионального образования и стоимость человеческого капитала страны.

В результате исследования были выявлены психолого-педагогические условия совершенствования непрерывного профессионального образования, позволяющие усилить его субъектность:

- развитие системы объективного информирования с использованием потенциала цифрового пространства (в т.ч. и социальных сетей) о сущности каждой профессиональной области и ее роли для достижения целей общественного развития;

- включение обучающихся на ранних этапах в профессиональную деятельность в рамках практической подготовки и мероприятий профессиональных проб при уменьшении их «рекламного характера» и предоставление реальной возможности увидеть все достоинства и недостатки профессии;

- разделение содержания обучения на всех уровнях на фундаментальное (обеспечивающее формирование основы для понимания общественно-экономических и профессиональных процессов), профессионально-ориентированное (предоставляющее возможность выполнять трудовые функции) и общеразвивающее (направленное на воспитание различных качеств личности и предполагающее, с одной стороны, свободу их выбора для освоения, с другой – широкое использование дистанционных технологий).

Разработанная модель непрерывного профессионального образования на основе формирования ценностно-смысловых ориентаций включает следующие этапы.

1. Формирование осознанного профессионального самоопределения на основе включения в этапы деятельности в реальном сек-

торе экономики и раннего информирования об особенностях различных профессий.

2. Получение среднего профессионального образования при соблюдении паритета освоения фундаментальных знаний и практической подготовки на предприятиях отрасли. Обучающимися приобретаются рабочая профессия и (или) квалификация специалиста среднего звена, что обеспечивает возможность трудоустройства и финансовой самостоятельности. Формирование готовности к личностному саморазвитию посредством неформального и информального образования.

3. Освоение уровня высшего образования по заочной форме с преимущественным использованием дистанционных образовательных технологий. Формирование внутренней нацеленности на повышение собственной конкурентоспособности через освоение дополнительных компетенций в течение всей жизни.

Заключение

Разработанная модель реализована в университете при подготовке кадров для региональной экономики, и прежде всего для агропромышленного комплекса.

Список использованной литературы

1. Попов, А.И. Организация профессионального становления специалистов с учётом социально-экономических реалий / А.И. Попов, Н.В. Майстренко // Актуальные проблемы и перспективы развития сельских территорий и кадрового обеспечения АПК: сб. научных статей Межд. научн.-практ. конф. – 2022. – С. 584–588.

2. Попов, А.И. Методика индивидуальной подготовки инженерных кадров в условиях цифровизации образования / А.И. Попов, Н.В. Майстренко, А.А. Букин // Научно-педагогическое обозрение. Pedagogical Review. – 2020. – №3(31). – С. 135–143.

3. Букин, А.А. Аксиологические аспекты организации профессионального образования / А.А. Букин, А.И. Попов, Н.В. Майстренко // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Лингвистика и педагогика. – 2020. – Т.10. – №2. – С. 150–161.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТВОРЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПО МЕХАНИКЕ

А.И. Попов, канд. пед. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический
университет»*

г. Тамбов, Российская Федерация

popov.ai@tstu.ru

Аннотация: Показана роль механики для формирования инженерного мышления, описана методика углубленного изучения механики в процессе составления обучающимися творческих задач.

Abstract: The role of mechanics for the formation of engineering thinking is shown, the methodology of in-depth study of mechanics in the process of drawing up creative tasks by students is described.

Ключевые слова: инженерное мышление, практическая подготовка, методика обучения.

Keywords: engineering thinking, practical training, teaching methods.

Введение

Эксперименты со структурой и содержанием высшего образования привели к ослаблению формирования инженерного мышления у будущих специалистов технического профиля. Свобода образовательной организации при разработке образовательных программ и доминирование практической направленности, связанной с текущими задачами промышленных и сельскохозяйственных предприятий, значительно сократили время освоения ключевых инженерных дисциплин: математики, теоретической механики, сопротивления материалов, деталей машин. Это приводит к тому, что часть выпускников может выполнять только актуальные на данный момент трудовые функции, но испытывает существенные трудности при вовлечении в инновационную деятельность по созданию новых технических систем.

Основная часть

Системообразующей учебной дисциплиной при подготовке инженеров является теоретическая механика. Сокращение времени контактной работы на ее изучение и распространение цифровых технологий предполагает активное использование инновационных

педагогических методик, и, прежде всего, за счет усиления аксиологического акцента познавательной деятельности. Достаточно часто обучающиеся, поступившие в технический вуз, не сделали осознанного профессионального выбора, и у них даже может отсутствовать полное понимание предметной области, в которой им предстоит трудиться. Поэтому очень важно уже на первом курсе организовать реальную практическую подготовку на предприятиях и в организациях отрасли (например, в виде распределенной учебной практики – один день в неделю). Это позволит сформировать правильные целевые ориентиры для освоения фундаментальных дисциплин (в т.ч. теоретической механики).

Вторым важным элементом в процессе развития инженерного мышления будет побуждение обучающегося к проявлению эвристического уровня интеллектуальной активности, когда учебная проблема, поставленная извне, приобретает личностный смысл, и появляется потребность к выходу в ее исследовании за очерченные границы, а затем и способность к самостоятельной постановке проблемы.

Наличие практической подготовки на предприятиях отрасли и как минимум эвристический уровень интеллектуальной активности являются необходимыми условиями для использования методики «проектирования творческих задач» в условиях ограниченной трудоемкости в целях лучшего изучения механики. Отметим, что в проектную деятельность каждый обучающийся должен включаться на максимальном для своих возможностей и потребностей уровне.

На подготовительном к проектированию новых задач этапе целесообразно рассмотреть уже имеющиеся задачи, предполагающие нестандартную мыслительную деятельность, и выявить возможные варианты их трансформации посредством изменения условий и ограничений, а также целевой функции. Обучающиеся при этом формируют готовность и выходить на новый уровень анализа технических систем, и правильно формулировать свои мысли (что важно в дальнейшем для составления технического задания).

На следующем этапе обучающимся предлагается составить модель интересной для них жизненной или производственной ситуации, допускающей анализ с использованием методологического аппарата теоретической механики. Целесообразно организовать дискуссию в малой группе, в результате которой будут определены в проблемной ситуации те компоненты технической системы и ок-

ружения, влиянием которых на этапе теоретического анализа можно пренебречь.

На третьем этапе студенты работают над формулировкой задачи, при которой все составные части условия и конечная цель не допускаются двусмысленного понимания. Эта работа может проходить в несколько итераций в рамках малых групп до получения оптимального варианта условия задачи. На данном этапе сами авторы задачи не обязаны полностью представлять ход решения, а лишь предполагать последовательность мыслительной деятельности.

Четвертый этап предполагает поиск решения задачи как автором, так и другими обучающимися. Возможно, что сложность взятой за основу проблемной ситуации не позволит получить окончательное решение. В этом случае на основе рефлексии или организуется дополнительное изучение теоретического материала, или происходит возврат к третьему этапу для упрощения условия задачи.

Пятый этап предполагает анализ различных решений (как автора, так и других студентов) для окончательного совершенствования текста задачи.

Заключительный этап включает мозговой штурм по тексту задачи с целью приближения ее условий к реальной производственной ситуации и выхода в исследовании на эвристический или креативный уровни интеллектуальной активности.

Заключение

Описанная методика реализована на основе разработанного сборника олимпиадных задач по теоретической механике и показала свою эффективность для развития инженерного мышления технических специалистов.

Список использованной литературы

1. Попов, А.И. Теоретическая механика: сборник задач для творческого саморазвития личности студента / А.И. Попов. – Тамбов, 2010. – 188 с.
2. Попов, А.И. Развитие аналитических способностей студентов технических специальностей в олимпиадном движении по теоретической механике / А.И. Попов // Социальная компетентность. – 2020. – Т.5. – №4. – С. 505–518.
3. Попов, А.И. Методологические аспекты подготовки студентов технических вузов к творческому саморазвитию / Н.П. Пучков, А.И. Попов // Инновации в образовании. – 2013. – №7. – С. 53–60.

**РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО
ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА
ДЛЯ ОЦЕНКИ И МОНИТОРИНГА НАЛИЧИЯ
ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ
В ЗАМКНУТОМ ПРОСТРАНСТВЕ**

**А.В. Мироненко, ст. преподаватель,
Д.Н. Клесов, канд. техн. наук, доцент,
В.В. Баскакова, ст. преподаватель,**

Р. В. Ткаченко, студент

*ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ им. В.Я. Горина»
пос. Майский, Россия
golochalova_av@bsaa.edu.ru*

Аннотация: предлагается разработка мобильного программно-аппаратного комплекса для оценки и мониторинга наличия опасных факторов производственной среды в замкнутом пространстве, обладающий функционалом, который не имеет ни один из известных аналогов.

Abstract: We have developed our own hardware and software complex for measuring and changing climate in a production environment in a confined space, which has functionality that has no known analogues.

Ключевые слова: программно-аппаратный комплекс, датчики, управляющая программа, передача данных.

Keywords: hardware and software complex, sensors, control program, data transmission.

Введение

Управление безопасностью на сегодняшний день – сложнейшая задача, состоящая из комплекса требований и параметров, которая требует новых витков к развитию и созданию системного подхода. Вопросы по обеспечению промышленной безопасности становятся актуальнее, поскольку масштабы существующих угроз велики. Функционирование большинства промышленных предприятий диктует незамедлительное решение вопросов по обеспечению технологической безопасности. Прежде всего, это касается жизни и здоровья людей и животных, а также окружающей среды. Помимо этого, промышленные аварии и катастрофы наносят многомиллионный материальный ущерб как для государства в целом, так и для работников производств в отдельности [1].

Основная часть

Нами предложена разработка мобильного программно-аппаратного комплекса для оценки и мониторинга наличия опасных факторов производственной среды в замкнутом пространстве, главной целью которой является разработка портативного мобильного устройства для оценки и мониторинга параметров окружающей среды для замкнутых пространств: уровня влажности, температуры с функцией передачи уведомлений, уровня освещенности, уровня монооксида углерода (CO), содержания частиц PM2.5, PM10 в воздухе.

При разработке такого комплекса ставятся следующие задачи:

Проектирование аппаратной части устройства, выбор датчиков, разработка схемы соединений.

Создание управляющей программы (кода на языке программирования) для обработки полученных с датчиков данных и передачи в систему сбора, анализа и визуализации.

Создание экспериментального образца мобильного устройства с функцией передачи данных.

Заключение

Таким образом, мы получим готовый мобильный программно-аппаратный комплекс для оценки и мониторинга наличия опасных факторов производственной среды в замкнутом пространстве, обладающий следующими функциями:

- выявления содержание частиц PM2.5, PM10 в воздухе – диапазон 0–100 мкг/м³ (среднесуточный уровень не больше 25 мкг/м³);
- измерение уровня монооксида углерода (CO) – 0–100 мг/м³ (среднесуточный уровень в помещении не больше 20 мг/м³);
- измерения освещённости – 0–100 лк;
- измерения уровня влажности – 0–99 %;
- измерения температуры – 0–60 °C.

Стоит отметить, что точных аналогов такого устройства не существует на отечественном рынке или аналоги не имеют такого большого функционала.

Данная разработка будет проходит конкурсный отбор в программу «УМНИК» в Белгородской области.

Список использованной литературы

1. Economics, organization and management of environmental engineering in farms and rural individual entrepreneurs of environmental

orientation / Kapinos R.V., Chovgan N.I., Akupiyani O.S., Kravchenko D.P. В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Krasnoyarsk, Russian Federation, 2020. С. 52075.

УДК 629.331.5

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ НОВЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

И.А. Серебряков¹, ст. преподаватель,

А.Э. Волосевич², учащийся,

И.И. Матюш², учащийся

¹*Белорусский национальный технический университет,*

²*УО «Национальный детский технопарк»,*

г. Минск, Республика Беларусь

serabrakovtea@bntu.by

Аннотация: Проанализированы современные подходы к разработке новых транспортных средств и современные тенденции в сфере автомобилестроения и инжиниринга.

Abstract: Modern approaches to the development of new vehicles and current trends in the field of automotive manufacturing and engineering are analyzed.

Ключевые слова: транспортное средство, электромобиль, гибридный автомобиль, беспилотные транспортные средства.

Keywords: vehicle, electric car, hybrid car, autonomous vehicles.

Введение

Подходы к разработке новых транспортных средств концептуально включают в себя различные стратегии и идеи, направленные на создание инновационных и эффективных транспортных средств. Эти подходы могут быть связаны с использованием новых технологий, экологическими требованиями, улучшением безопасности и комфорта пассажиров, а также повышением эффективности использования ресурсов. Следует остановиться на некоторых характерных тенденциях, актуализировавшихся в сфере автомобилестроения в последнее время.

Основная часть

Разработка новых электрических транспортных средств. Электромобили становятся все более популярными в свете растущей озабоченности общества проблемами загрязнения окружающей среды и изменения климата. Кроме того, значительную роль играют стимулирующие меры развития электротранспорта, принятые во многих государствах. Электромобили работают на электрической энергии, что позволяет снизить выбросы вредных веществ при эксплуатации и уменьшить зависимость от нефтепродуктов.

Разработка автономных (беспилотных) транспортных средств. Автономные транспортные средства, такие как автомобили без водителя, используют современные технологии и искусственный интеллект для самостоятельного управления на дорогах. В перспективе они должны повысить безопасность и эффективность дорожного движения, а также сократить количество аварий, связанных с человеческим фактором.

Также существуют концептуальные подходы, связанные с использованием альтернативных источников энергии, такие как водородные транспортные средства. В двигателях таких автомобилей водород преобразуется в электрическую энергию в топливных элементах. Это позволяет почти полностью исключить выбросы вредных веществ и уменьшить зависимость от нефтепродуктов, а также обеспечить большую дальность поездок по сравнению с электромобилями. Взрывной рост популярности таких транспортных средств может случиться внезапно при изобретении недорогой и производительной технологии синтеза водорода.

Заключение

Перспективным направлением является разработка гибридных транспортных средств. Гибридные транспортные средства комбинируют использование двух или более источников энергии. Как правило, в их роли выступают двигатели внутреннего сгорания и электродвигатели. Это позволяет, с одной стороны сократить выбросы вредных веществ и повысить топливную экономичность, с другой стороны, устраняет такие недостатки электромобилей как недостаточный запас хода, понижает требования к батарее.

Все упомянутые подходы имеют свои преимущества и недостатки, и выбор того или иного подхода зависит от конкретных потребностей и запросов общества. Однако все они направлены на

разработку более экологически чистых, безопасных и эффективных транспортных средств в будущем.

Список использованной литературы

1. Иванов, А.М. Проектирование автомобиля: конспект лекций для направления подготовки специалистов 190109 – специализация «Автомобильная техника в транспортных технологиях» / А.М. Иванов, В.И. Осипов. – М.: МАДИ, 2014. – 40 с.

2. Пасько, А.В. Мировое автомобилестроение в текущем ракурсе экономических отношений: проблемы адаптации / А.В. Пасько // Вестник Евразийской науки. – 2019. – Т.11, №4. – С. 1–7.

УДК 377.35

МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕРАКТИВНЫХ ДИДАКТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В ФОРМИРОВАНИИ ИННОВАЦИОННО-ПРОЕКТИРОВОЧНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩЕГО ИНЖЕНЕРА ПО АВТОМАТИЗАЦИИ

Е.С. Якубовская, ст. преподаватель

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: В статье раскрыты возможности интерактивных дидактических средств, изложены условия включения таких средств в образовательный процесс, показана необходимость оптимального сочетания традиционных и цифровых средств обучения.

Abstract: The article reveals the possibilities of interactive didactic tools, sets out the conditions for including such tools in the educational process, and shows the need for an optimal combination of traditional and digital teaching tools.

Ключевые слова: интерактивные дидактические средства, инновационно-проектировочная компетентность, инженер по автоматизации.

Keywords: interactive didactic tools, innovative design competence, automation engineer.

Введение

Современное сельскохозяйственное производство характеризуется внедрением высокотехнологичного оборудования, требующе-

го использования интеллектуальных систем управления технологическими процессами. Это в свою очередь обуславливает требования к компетентности инженера по автоматизации, который должен обеспечить эксплуатацию, разработку и внедрение таких автоматизированных систем управления технологическими процессами. Современный инженер по автоматизации должен знать принципы реализации автоматизированных и компьютеризированных систем управления производством, уметь использовать современные технические средства автоматизации, программировать, настраивать, перенастраивать современные устройства управления. Это накладывает специфику на содержание подготовки специалиста, которое должно интенсивно обновляться, быть практикоориентированным и доступным. В этих условиях необходима поддержка образовательного процесса не только традиционными дидактическими средствами обучения, но и электронными интерактивными средствами.

Основная часть

Бесспорными преимуществами электронных интерактивных средств разнообразие форматов подачи материалов и контроля его усвоения; возможность отрабатывать практические навыки с помощью тренажеров, различных видов тестов и контрольных работ, а также специальных технических приспособлений; удобный доступ к учебным материалам. Однако имеются и минусы: умение работать с техническими средствами и их наличие, отсутствие эмоционального контакта, общения, невозможность получения полных практических навыков. Поэтому необходимо искать оптимальное сочетание в образовательном процессе традиционных и интерактивных средств обучения.

Такая модель, которая объединяет технологии «классно-урочной системы», электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, получившая название «смешанной» технологии обучения [1], требует анализа возможностей традиционных и интерактивных средств обучения, способов их использования при формировании компетентности современного инженера по автоматизации.

Для разъяснения сложного теоретического материала в вопросах проектирования современных систем автоматического управления целесообразно использовать видеофрагменты, поясняющие

принципы автоматизации того или иного процесса, для создания которых подходит среда Hippo Video [2]. В видеоролик можно вставить текст, теги, добавить вступительные и заключительные карточки. Оперативный контроль усвоенного материала можно обеспечить в игровой форме с помощью среды LearningApps - это конструктор интерактивных заданий, которые помогут закрепить знания в игровой форме [3]. В конструкторе можно создать упражнение самостоятельно по шаблону или выбрать подходящее из каталога и добавить его в свой курс.

На практических занятиях также можно использовать интерактивные задания, созданные в LearningApps, но более эффективно использовать тренажеры для отработки практических навыков. Организовать тренажер можно средствами программирования в PowerPoint. Тренажер проводит по шагам выполнения практического задания с одновременным контролем правильности выполнения той или иной операции.

Для обеспечения различных форм представления учебного материала, а также оперативного контроля усвоения также эффективно использование интерактивных досок – padlet, linoid и др., интерактивного представления материала – prezі, конструктора дидактических игр – WORDWALL. Нужно отметить, что не все перечисленные платформы являются бесплатными, но все платформы дают возможность опробовать предоставляемые средств, что позволяет определиться с возможностью их использования для решения конкретной дидактической задачи.

Заключение

Повысить качество формирования инновационно-проектировочной компетентности будущего инженера по автоматизации позволяют интерактивные дидактические средства при их оптимальном сочетании с традиционными средствами обучения при использовании «смешанной» образовательной технологии. Применение такой технологии требует анализа содержания учебных дисциплин для разработки интерактивной составляющей дисциплины.

Список использованной литературы

1. Нагаева, И.А. Смешанное обучение в современном образовательном процессе: необходимость и возможности традиционное [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://cyberleninka.ru/article/n/smeshannoe-obuchenie-v-sovremennom-obrazovatelnom-protsesse-neobhodimost-i-vozmozhnosti/viewer>. – Дата доступа: 02.10.2023.

2. Hippo video [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.hippovideo.io/>. – Дата доступа: 02.10.2023.

3. Что такое LearningApps.org? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://learningapps.org/impressum.php>. – Дата доступа: 02.10.2023.

УДК 378.14: 378.4

ФОРМИРОВАНИЕ ЛИЧНОСТИ СТУДЕНТА В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

И.Н. Казаровец, канд. с.-х. наук, доцент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
ktmg@bgaty.edu.by*

Аннотация: Рассматриваются вопросы актуализации мотивационных ресурсов для формирования профессиональной самостоятельности, ответственности, компетентности, служащие ценностной основой профессионального сознания личности будущего специалиста аграрного производства.

Abstract: The issues of updating motivational resources for professional independence, responsibility, competence, employee value professional consciousness of a future specialist in agricultural production are considered.

Ключевые слова: профессиональная компетентность, профессиональное сознание, ценности профессиональной деятельности, ценностные отношения.

Keywords: professional competence, professional consciousness, values of professional activity, value relations.

Введение

Одной из актуальных проблем настоящего времени является проблема синтеза традиционных ценностей и модернизации Республики Беларусь, включая образование. Особого внимания заслуживает осмысление ценностных основ воспитания,

социокультурного программирования и свободного самоопределения личности, духовно-нравственных основ правосознания и государства, православного понимания духовного воспитания, проблем преемственности отечественных ценностей современным поколением студентов.

Основная часть

Целью высшего аграрного образования сегодня является не просто подготовка студентов к работе в сельском хозяйстве, а обеспечение профессионального становления будущего агрария, развития его личности, профессиональной позиции, способности к самопознанию, саморазвитию и самосовершенствованию. Определяющее воздействие социальных, природных, культурных факторов на формирование и развитие личности студента происходит через ее субъективность.

Субъективный мир личности, ее внутреннее содержание представляет собой итог внутренней работы самой личности, в процессе которой внешнее, пройдя через субъективность личности, перерабатывается, осваивается и применяется ею в практической деятельности. Сложившаяся таким образом система самостоятельно выработанных и воспитанных молодежью социальных, духовных и культурных качеств проявляется в субъективной форме, отражающей взаимодействие личности с реальным миром.

Высшая школа воспитывает главным образом посредством личного контакта. Основные составляющие воспитательного процесса – профессионализм, имидж (внешний образ), состояние учебной, научной и материальной базы, строгое соблюдение академической дисциплины, высокие требования к их соблюдению. Проблема развития личности, ее самосовершенствования сегодня является очень важной. Самосовершенствование направлено на освоение способов физического, духовного и интеллектуального развития саморегуляции и самоподдержки.

Студент овладевает способами деятельности в собственных интересах и возможностях, что выражается в его непрерывном самопознании, необходимых ему личностных качеств, формировании культуры мышления, поведения и духовности [1, 2, 3, 4].

Профессиональная компетентность и эрудированность – это свойства, без которых настоящий специалист даже немислим, но этого недостаточно. В нынешнем мире мало уметь ориентировать-

ся в потоках профессиональной информации, необходимо уметь ее анализировать, перерабатывать, самому искать новые знания, стремиться к новому творческому преобразованию действительности.

БГАТУ как образовательное учреждение стремится воспитать в студенте те качества и способности, которыми необходимо обладать для работы в аграрной сфере. Это умение организовывать и координировать производственный процесс; разбираться в человеческой психологии, поскольку атмосфера в коллективе оказывает огромное влияние на деятельность людей, и создание благоприятного социально-психологического климата способствует эффективности рабочего процесса; умение проявлять инициативу, самостоятельность, творчески мыслить, формулировать задачи и находить новые пути их решения. Профессионал, обладающий такими качествами, ориентирован на будущее. Ценностной основой профессионального сознания личности будущего агрария является план личностного генезиса в профессиональной деятельности – «Я в будущем» [2, 3].

Ценности профессиональной деятельности, принимая форму мотивов и целей, в своей совокупности образуют «временную перспективу» личности студента. Они выступают в качестве предпосылок и становятся критериями профессионального самоутверждения, самосовершенствования будущего профессионала аграрного производства. Появление в сознании будущего агрария ценностного отношения к своей профессиональной деятельности может служить показателем не только его профессионализма, но и характеризовать личность будущего агрария с точки зрения приобретения им независимости и самостоятельности, приобретая устойчивость и определенность в поведении. Ценностные отношения, согласно Кону И.С., можно рассматривать как жизненный профессиональный план, в котором можно выделить общие профессиональные ценности и специфические ценности человека [4].

Студенческий возраст – решающий этап становления мировоззрения, потому что именно в это время созревают и его когнитивные, и его эмоционально-личностные предпосылки (И. Кон). В этой связи необходима психологическая предпосылка формирования личности будущего специалиста аграрного производства. Важным является тот факт, что для субъекта (будущего специалиста аграрного производства) ситуация планирования будущего должна

выступать подчиненной, управляемой, в которой он может проявлять активность и сознательность в постановке и реализации целей, т.е. сознательно определять смысл деятельности, действовать в направлении реализации поставленной цели. Несмотря на неконкретность, диффузность, несформированность жизненных ориентиров в этом возрасте, чаще всего с успехом в будущем молодежь связывает такие ценности как работа, свобода, власть [1, 4].

Для всего этого нужно образование, компетентность, развитые личностные качества. Нацелить будущего агрария, помочь осознать необходимость получения хорошего образования, обозначить перспективы успешной профессиональной карьеры, поставить все это в зависимость от овладения знаниями в период обучения – это значит мобилизовать «Я в будущем», актуализировать мотивационные ресурсы для формирования профессиональной самостоятельности и других профессионально-значимых качеств будущего специалиста аграрного производства [1, 3].

Заключение

Формирование профессиональной ответственности, самостоятельности, компетентности является реализацией плана личностного генезиса в профессиональной деятельности, ценностной основой профессионального сознания личности будущего специалиста аграрного производства.

Список использованной литературы

1. Голуб Л.Н. О необходимости и путях развития познавательной активности обучающихся // Вестник Брянской ГСХА. 2017. №5 (63). С. 59–62.
2. Семышева В.М., Семышев М.В., Поцепай С.Н. Интеграция коммуникативной культуры студента аграрного вуза в конкурентоспособность профессионала // Проблемы энергообеспечения, автоматизации, информатизации и природопользования в АПК: сборник материалов международной научно-технической конференции. Брянск, 2021. С. 181–186.
3. Плеханов Е.А. Гуманизм в образовании: феноменологические перспективы. В 7 т. Т. 7. Философия и проблемы человека. СПб., 1997. С. 121–122.
4. Кон И.С. Психология ранней юности. М., 1989.

РЕШЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ КАК ПОИСК КОНЕЧНОГО РЕЗУЛЬТАТА

А.А. Нехайчик, ст. преподаватель

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
chemistry@bsatu.by*

Аннотация: Рассмотрены особенности решения задач.

Abstract: The features of solving problems are considered.

Ключевые слова: сборник задач, решение задач.

Keywords: problem book, problem solving.

Введение

Решение большинства специальных сельскохозяйственных задач базируется на применении основных законов естествознания, поэтому успешная деятельность специалистов АПК немыслима без освоения в той или иной степени без математики, физики и химии. Химия составляет теоретическую основу биологических и агрономических наук. Химические знания необходимы для понимания вопросов экологии, почвоведения, агрономической химии, физиологии растений, микробиологии, химической защиты растений и процессов переработки продукции сельского хозяйства.

Химия – наука о составе, строении, свойствах и превращениях веществ. Цель ее изучения – обеспечить будущих специалистов знаниями о свойствах химических элементов, веществ, химических реакциях, получении и превращении веществ, методах химического анализа и исследования растений, почв, удобрений. Знание всех разделов химии позволяет создать прочный фундамент для изучения биологических и сельскохозяйственных наук.

Основная часть

Изучение курса химии обязательно сопровождается выполнением упражнений и решением задач. Решение задач – один из лучших методов прочного усвоения, проверки и закреплении теоретического материала [1]. Поиск ответов на возникшие и сформулированные вопросы способствует формированию навыков самостоятельного поиска нужной информации и умения с ней работать, что подразумевает развитие умений самостоятельной постановки целей деятельности.

Студенты не должны ограничиваться только решением задачи. Они должны провести ее всесторонний анализ, причем как до ее решения, так и после него. Схема анализа задачи, составленная на основе работ Д. Пойа и Г.Е. Пустовалова, включает в себя следующие этапы: 1) идеализация условия; 2) проверка решения; 3) нахождение частных случаев; 4) формулирование дополнительных вопросов задачи; 5) видоизменение условия задачи; 6) обобщение решения задачи; 7) практическое применение решения задачи [2].

Проработанный таким образом материал усваивается глубоко и надолго, а объем информации, получаемой студентами, намного расширяется по сравнению с обычно получаемой и изучаемой. При этом студенты учатся видеть проблемные аспекты, казалось бы, привычных утверждений, анализировать явление, утверждение с различных сторон, выявлять скрытые потенциальные возможности, заложенные в том или ином тексте (здесь текст понимается в смысле методологии гуманитарного познания, т.е. текст – это утверждение, формула и т.д.). Умение видеть в привычном, обыденном новые грани и возможности способствует развитию общей креативности, что ценится в любой области деятельности.

Решить химическую задачу – значит применить общие законы, правила, закономерности к конкретному случаю и получить конечный результат. Прежде чем приступить к решению следует тщательно изучить теорию вопроса. По способу решения различают устные (обычно качественные), экспериментальные, вычислительные и графические задачи. Деление это условно, обычно рекомендуется сначала решать качественные или экспериментальные задачи, а затем вычислительные и графические. Одну и ту же задачу можно решить несколькими способами. Целесообразность выбора способа должна быть определена самим студентом или указана преподавателем.

Решить большинство задач можно в четыре этапа: а) анализ условия задачи [3], построение схемы; б) составление химических реакций, написание формул, которые связывают физические или химические величины между собой; в) решение полученных выражений (уравнений) и получение результата численного расчета; г) анализ полученного результата.

Для привития навыков работы со справочной литературой разрабатываются специальные приложения, которые помогают найти необходимые данные.

Заключение

Таким образом, при решении задач формируются такие элементы творческой деятельности, как самостоятельный перенос знаний и умений в новую ситуацию, видение задачи в знакомой ситуации, выявление новой функции и структуры объекта, самостоятельное комбинирование из известных способов деятельности нового, альтернативный подход к поиску решения проблемы.

Список использованной литературы

1. Цыганов, А.Р. Сборник задач и упражнений по химии [Текст]// А.Р. Цыганов, О.В. Поддубная. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 235 с.
2. Елканова Т.М. Решение задач как метод креативности// Современные наукоемкие технологии. – 2015. – № 12-2. – С. 317–321 [Электронный ресурс] // <http://top-technologies.ru/ru/article/viewid=35262> (26/05/2023)
3. Самойленко П.И. Практические занятия по физике [Текст]// П.И. Самойленко. – М.: Высшая школа, 2005. – 269 с.

УДК 159.9

ОСОБЕННОСТИ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ СТУДЕНТОВ ПЕРВОГО КУРСА

Д.С. Праженик, ст. преподаватель,

В.В. Носко, ст. преподаватель

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
prazhenik@bsatu.by*

Аннотация: Самовоспитание студентов первого курса путем раскрытия перед ним поля возможных выборов и их последствий.

Abstract: self-education of first-year students by revealing to them the field of possible choices and their consequences.

Ключевые слова: студент, преподаватель, куратор учебной группы.

Keywords: student, teacher, study group supervisor.

Введение

Учеба в вузе требует больших затрат времени и энергии, что обуславливает некоторую задержку социального становления студента по сравнению с другими группами молодежи. Этот факт часто порождает у преподавателей и кураторов учебных групп ошибочное представление о студентах как о социально незрелых личностях, нуждающихся в постоянной опеке, снисходительном отношении. Сам того не осознавая, преподаватель или куратор в этом случае как бы ставит планку, ограничивает уровень, до которого студент, по его представлению, может развить свои личностные качества, такие как ответственность, инициативность, самостоятельность. Студент неосознанно воспринимает такую программу и, что особенно огорчительно, внутренне принимает ее. Человеку свойственно легко адаптироваться к сниженным требованиям: в этих условиях способности студента не только не развиваются, но и часто деградируют.

Отношение же педагога к студенту как к социально зрелой личности, напротив, как бы отодвигает планку, раскрывает новые горизонты, тем самым не ограничивая возможности развития личности, усиливая их своей верой, внутренней поддержкой.

Основная часть

Как правило, именно в студенческом возрасте достигают максимума в своем развитии не только физические, но и психологические свойства и высшие психические функции: восприятие, внимание, память, мышление, речь, эмоции и чувства. Этот факт позволил сделать вывод о том, что данный период жизни максимально благоприятен для обучения и профессиональной подготовки. В этот период происходит активное формирование индивидуального стиля деятельности. Преобладающее значение в познавательной деятельности начинает приобретать абстрактное мышление, формируется обобщенная картина мира, устанавливаются глубинные взаимосвязи между различными областями изучаемой реальности.

Если преподаватель не развивает именно эти способности, у студента может закрепиться навык полумеханического запоминания изучаемого материала, что ведет к росту показной эрудиции, но тормозит развитие интеллекта.

Преподавателю или куратору учебной группы зачастую приходится прилагать большие усилия, чтобы преодолеть школярское

отношение к учебе: ориентацию только на результат интеллектуальной деятельности и равнодушие к самому процессу движения мысли.

Важнейшая способность, которую должен приобрести студент это, способность учиться, которая радикальным образом скажется на его профессиональном становлении, ибо определяет его возможности в послевузовском непрерывном образовании научиться учиться важнее, чем усвоить конкретный набор знаний, которые в наше время быстро устаревают. Еще важнее способность самостоятельного добывания знаний, основанная на творческом мышлении.

Эмоциональная сфера в студенческом возрасте приходит к уравновешенному состоянию, успокаиваясь после своего бурного развития в подростковый период. Но определенные отголоски прошедших бурь иногда дают о себе знать, особенно у студентов, страдающих инфантилизмом. Часто может наблюдаться гипертрофированная и несколько абстрактная неудовлетворенность жизнью, собой и другими людьми. При неадекватном педагогическом воздействии такие состояния могут стать причиной деструктивных тенденций в поведении. Но при обращении энергии этого эмоционального состояния на решение сложной и значимой для студента задачи неудовлетворенность может стать стимулом к конструктивной и плодотворной работе.

Заключение

Подводя итог обсуждению условий успешной воспитательной работы, следует напомнить, что выраженный и часто подчеркнутый рационализм в обращении преподавателей или кураторов учебных групп со студентами негативно сказывается на развитии их эмоциональной сферы в целом. Поэтому преподавателю необходимо сознательно следить за тем, не переходит ли опасную черту почти неизбежный дисбаланс рационального и эмоционального в стиле его общения со студентами. В этом случае без некоторой эмоциональной теплоты эффективность его работы со студентами может сильно снизиться даже при ее очень высоком содержательном уровне. Без принятия таких мер у преподавателя или куратора учебной группы могут возникнуть эмоциональные перегрузки, еще более усиливающие трудности нахождения верного эмоционального тона в общении со студентами.

Список использованной литературы

1. Д.С. Праженик, В.В. Носко, Н.Г. Серебрякова, Т.М. Чумак Особенности студенческого возраста // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 24– 25 ноября 2022 г. – Минск: БГАТУ, 2022. – С. 442–454.
2. Макаров, А.В. Особенности проектирования универсальных компетенций в белорусских стандартах высшего образования поколения 3+ // Высшая школа. – 2016. – № 5. – С. 3–8.

УДК 004.4:63

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ КАЧЕСТВЕННОЙ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРА

А.Г. Вабищевич, канд. техн. наук, доцент,

П.В. Авраменко, канд. техн. наук, доцент,

Н.Д. Янцов, канд. техн. наук, доцент,

М.А. Курмыса, студент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: В статье рассматриваются возможности использования компьютерного моделирования малогабаритных машин для качественной подготовки инженерных кадров.

Abstract: The article discusses the possibilities of using computer modeling of small-sized machines for high-quality training of engineering personnel.

Ключевые слова: малогабаритный агрегат, моделирование, трехмерная модель, редактор КОМПАС-3Д.

Keywords: small-sized unit, modeling, three-dimensional model, KOMPAS-3D editor.

Введение

В системе профессиональной подготовки инженера любого профиля важное место занимает графическая подготовка, во многом определяющая уровень инженерно-технического образования специалиста. Причем крайне необходимо формирование нового

типа графической культуры, технического мышления, адаптированного к конструкторско-технологическим инновациям современного производства [1].

Моделирование объектов с помощью средств компьютерной графики имеет ряд преимуществ: простота, многоплановость, быстрота выполнения, возможность гибкого изменения разрабатываемых моделей, а наглядность делает его предпочтительным методом в сравнении с другими способами.

Основная часть

Рассмотрим в качестве прототипа (примера) для 3D моделирования экспериментальный малогабаритный агрегат для заготовки кормов (рис. 1), состоящий из мини-трактора, навесной волокуши, расположенной спереди, колесно-пальцевых граблей, расположенных сзади и смещенных сбоку справа мини-трактора.

Для составления трехмерных моделей малогабаритных сельскохозяйственных агрегатов использован графический редактор КОМПАС-3Д.



Рисунок 1 – Агрегат для заготовки кормов

Однако для решения специфических вопросов недостаточно базовых знаний начертательной геометрии, требуются необходимые знания по специальности.

Для наглядной демонстрации процесса сборки облегчения понимания назначения, устройства и принципа действия создается библиотека (банк данных) из деталей, узлов, агрегатов.

На основании банка данных библиотеки методами компьютерного моделирования выполнена 3D модель усовершенствованного комбинированного агрегата (рис. 2). В состав комбинированного агрегата входит мини-трактор, волокуша, грабли и дополнительно установлена косилка между передними и задними колесами. Данная компоновка агрегата не имеет аналогов и может претендовать как изобретение.

В ходе определенной творческой работы по созданию трехмерных моделей студенты приобретают знания и умения практического решения инженерных задач графическими методами.

Таким образом, выполняются задания различного уровня сложности и совершенствуются навыки использования инструментария моделирования, заложенного в КОМПАС, стимулирующего мыслительную деятельность обучаемого.



Рисунок 2 – 3D модель комбинированного агрегата для заготовки кормов

Изучение графических дисциплин совместно с компьютерным моделированием в значительной степени способствует более быстрому усвоению материала, благодаря простоте и наглядности, за счет чего и достигается выполнение главной задачи графического образования – сформировать у будущих инженеров абстрактное мышление и пространственное воображение, развивать творческие способности обучаемых.

Заключение

В ходе определенной творческой работы по созданию технологических схем агрегатов студенты приобретают знания и умения практического решения инженерных задач графическими методами.

Знание и использование компьютерных технологий по графическим дисциплинам в сочетании со знаниями по специальности становятся важным условием качественного обучения и подготовки будущих специалистов.

Список использованной литературы

1. Шабека, Л.С. Принципы построения и реализации графической подготовки инженера в современных условиях / Л.С. Шабека. // Известия Международной академии технического образования. – Минск: БИТУ, 2003. С. 63–75.

ИННОВАЦИОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Н.Д. Янцов, канд. техн. наук, доцент,

А.Г. Вабищевич, канд. техн. наук, доцент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: В статье проанализировано содержание основных компонентов процесса обучения студентов и слушателей и их необходимое наполнение с позиций современных обучающих инновационных технологий.

Abstract: The article analyzes the content of the main components of the process of teaching students and trainees and their necessary content from the standpoint of modern teaching innovative technologies.

Ключевые слова: образование, инновации, компоненты образовательного процесса.

Keywords: education, innovation, components of the educational process.

Введение

Происходящие в современном обществе социально-экономические изменения выдвигают высокие требования к системе образования, к обучению и воспитанию различных ступеней подготовки. Одним из приоритетов государственной политики Республики Беларусь в области образования, является повышение его качественного уровня, который должен соответствовать сегодняшним требованиям всех направлений материальной и общественной деятельности в стране.

Основная часть

Инновационное развитие государства на современном этапе предполагает, что выпускник ВУЗа должен обладать не только определенной суммой профессиональных знаний, но и определенными личностными качествами, такими как, например, способностью к реализации «нового» в производственных процессах, внедрению научных достижений, повышающих эффективность производства, другими словами, – уметь делать одну и ту же работу лучше и качественнее других.

Понятие «инновация» в переводе с латинского языка означает «обновление, новшество или изменение». В начале XX века возникла новая область знания, инноватика – наука о нововведениях, в рамках которой стали изучаться закономерности технических нововведений в сфере материального производства [1, 2].

Применительно к педагогическому процессу инновация означает введение нового в цели, содержание, методы и формы обучения, контроль знаний, а также воспитания и организации совместной деятельности преподавателя и обучаемого. Упор делается на достижение образовательного результата, выражаемого перечнем универсальных (общих, общекультурных) и профессиональных компетенций и компетентностей.

При этом, инновационные изменения затрагивают все основные компоненты [4] любого образовательного процесса: целевой (для чего учить), содержательный (чему учить), технологический (как учить), контрольно-диагностический (как оценить образовательный результат). Согласно новым образовательным стандартам целевой компонент обучения должен формироваться с учетом актуальных социально-экономических условий, преимущественно, отраслевого и регионального характера, а также потребностей и интересов личности.

Содержание предметной подготовки определяется участием заказчика (работодателя), при этом акцент делается на новейшие технологии в отрасли и практическую составляющую, за счет разгрузки теории. Программный материал дифференцирован – для обязательного обучения, подлежащего контролю и для ознакомительного – не подлежащего контролю и оценке. При этом фундаментализация образования призвана создать необходимые условия для развития научно-исследовательской деятельности студентов и формирования соответствующего набора компетенций и компетентностей. Преемственность уровней образования в предметной области обеспечивается как содержательной интеграцией предметов с курсами профессиональной подготовки, так и содержательной дифференциацией по характеру будущей профессиональной деятельности специалистов конкретной профессии, начиная в профильной школе (лицее) и, затем, в среднем (колледж) и, соответственно, в высшем профессиональном образовании (ВУЗ).

Технологический компонент образовательного процесса определяется взаимодействием субъектов обучения (преподавателя и студента), методами обучения, средствами и формами организации учебных занятий. Обучение приобретает деятельностный характер, акцент делается на обучение через практику, продуктивную работу преподавателя и студентов, выстраивание индивидуальных учебных траекторий, использование межпредметных связей, развитие самостоятельности студентов и личной ответственности за принятие решений. Участники образовательного процесса ставятся в позицию взаимодействия, сотрудничества, развития способности к самоуправлению. Приоритетным становится свободный доступ к информационным ресурсам, самообучение, дистанционное обучение, применение мультимедийных средств, использование модульно-рейтинговых и кредитно-рейтинговых обучающих технологий.

Контрольно-диагностический компонент непрерывного образования в контексте компетентностного подхода должен основываться на сочетании внутреннего и внешнего контроля на всех ступенях образования, как правило, с использованием профессионально разработанных тестов, а также использование новых форм оценки учебных достижений, в том числе технологии портфолио.

Заключение

Модульно-рейтинговые формы обучения, широко используемые сегодня в БГАТУ, позволяют оценивать знания всех студентов по конкретной дисциплине несколько раз в семестр – по окончании каждого модуля и это усиливает эффективность обучения.

Список использованной литературы

1. Управление качеством образования: Практико-ориентированная монография и методическое пособие // под ред. М.М. Поташника. – М.: Педагогическое общество России, 2004. – 448 с.
2. Беспалько В.П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения. М., 1995.
3. Елизарова Л.Е., Холодкова Л.А., Чернолес В.П. Инновационная культура личности и общества: сущность и условия формирования//Инновации в образовании. – 2006. – №3. – С. 74–83.
4. Коржуев А.В. Традиции и инновации в высшем профессиональном образовании / А.В. Коржуев, В.А. Попков. – М.: Изд-во МГУ, 2003. – 300 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ-ЭНЕРГЕТИКОВ ДЛЯ АПК

Ю.Н. Селюк, ст. преподаватель,

О.В. Бондарчук, ст. преподаватель

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»

г. Минск, Республика Беларусь

guloks82@mail.ru

Аннотация: Изложена методика проведения лабораторных занятий по монтажу электрического оборудования и средств автоматизации. Предложена концепция применения порождающих игр как одного из методов активного обучения.

Abstract: Outlines the methodology of laboratory classes on installation electrical equipment and automation means. The concept of using generating games as one of the methods of active learning is proposed.

Ключевые слова: обучение, порождающие игры, монтаж электрооборудования, активные методы обучения

Keywords: training, generative games, installation of electrical equipment, active learning methods.

Введение

В структуре образовательного процесса подготовки инженерных кадров в области эксплуатации электрического оборудования сельскохозяйственных предприятий особое место занимают общепрофессиональные и специальные дисциплины. Именно в ходе их освоения студенты приобретают знания и навыки, необходимые в профессиональной деятельности и формирующие основу компетенций будущего специалиста. В качестве базовых для подготовки высококвалифицированного эксплуатационного персонала следует рассматривать дисциплины, связанные с монтажом и обслуживанием электрооборудования и средств автоматизации, применяемых на предприятиях АПК.

Основная часть

В современной системе подготовки инженерных кадров для агропромышленного комплекса РБ ведущая роль отводится широкому применению активных методов обучения.

В качестве одного из активных методов обучения при выполнении лабораторных и практических работ по монтажу и обслуживанию электрического оборудования и установок могут быть использованы так называемые порождающие игры [1].

Эти деловые игры были впервые использованы в 1986 г. как этап соревнований профессионального мастерства персонала электростанций. В настоящее время данный метод работы с персоналом используется в странах СНГ, США, Германии и др. В 2015 г. порождающие игры были внесены в официальный список методов работы с персоналом МАГАТЭ [2].

Согласно приведенной в [3] классификации, данный вид деловых игр относится к «свободным». С точки зрения объёма предварительной работы порождающие являются блиц-играми без домашней подготовки, что способствует формированию навыков принятия решений и оперативной их реализации. Длительность игры соответствует продолжительности учебного занятия.

Изложенный вид деловой игры может быть использован для подготовки студентов в области эксплуатации электрооборудования АПК. Для организации игрового процесса и оценки результатов изменения практически не требуются. В качестве выступают малые группы студентов. При этом следует предусмотреть реализацию полученных сценариев в форме расчётов (на практических занятиях) либо на стендах и установках (на лабораторных занятиях). В процессе обучения сценарии порождающих игр должны предусматривать выполнение соответствующих плановых работ. При этом команда самостоятельно выбирает вид и сложность, сценарий, а также материальное обеспечение. В связи с этим предлагается использовать набор карт для порождающей игры:

- карты-задания, содержащие вид выполняемой работы в пределах изучаемой на занятии темы с учётом имеющейся материальной базы;
- карты-модификаторы, содержащие ограничения и уточнения по выполняемой работе;
- карты-действия, содержащие краткое описание отдельных этапов выполнения работы с полем для развёрнутого описания, которое заполняется участниками игры;
- карты-заявки, содержащие перечень материалов, инструментов и приспособлений для выполнения работы;
- карты-джокеры (чистые карты).

При выполнении лабораторных либо практических работ по монтажу и ТО сельскохозяйственного электрооборудования и средств автоматизации малые группы студентов самостоятельно выбирают карты из предложенного набора, формируя тем самым задание (с возможностью его упрощения либо усложнения), сценарий его выполнения (последовательность действий), а также перечень необходимых материалов и инструментов. При этом обучающиеся отделяют ошибочные и ложные карты и при необходимости используют карты-джокеры. Далее согласно составленному (порождённому) сценарию, студенты выполняют вычисления либо работы на стендах в лаборатории. При оценивании выполненной работы преподаватель обязательно учитывает изложенные выше критерии, установленные для порождающих игр (включая итоговую сложность задания), а также качество и практическую реализацию разработанного сценария.

Заключение

Таким образом, использование порождающих игр в процессе выполнения лабораторных и практических работ студентами энергетических специальностей будет способствовать созданию, разделению и сохранению профессиональных знаний, т. е. повышению уровня инженерно-технической подготовки. Кроме этого. В процессе порождающей игры происходит более интенсивное формирование у будущих специалистов не менее важных гибких навыков. Оценка результатов применения указанного подхода будет получена в процессе дальнейших исследований.

Список использованной литературы

1. Третьяков В.П. Порождающие игры. – Харьков: Изд-во «Гуманитарный центр», 2016. – 240 с.
2. Борисов Ю.А., Жук В.В., Третьяков В.П. Применение порождающей игры на соревнованиях профессионального мастерства электромонтёров распределительных электрических сетей// Энергетик, 2020, № 3, с. 12–15.
3. Цыркун, И.И. Инновационное образование педагога: на пути к профессиональному творчеству: учебно-методическое пособие/ И.И. Цыркун, Е.И. Карпович. – Минск: БГПУ, 2011. – 311 с.

**ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ
КОМПЕТЕНЦИЙ СПЕЦИАЛИСТОВ АПК
В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

В.В. Чуешков¹, канд. техн. наук, ведущий инженер,

Е.А. Давыдова², канд. техн. наук, доцент

¹*РУП «Научно-практический центр по продовольствию Национальной
академии наук Беларуси»,*

²*Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
eldav2000@gmail.com*

Аннотация: Подготовка квалифицированных кадров в области обеспечения качества и безопасности пищевой и сельскохозяйственной продукции для предприятий АПК является важнейшей задачей. При реализации образовательных программ дополнительного образования взрослых для обеспечения кадрами предприятий учитываются требования рынка и необходимость получения новых знаний.

Abstract: The training of qualified personnel in the field of ensuring the quality and safety of food and agricultural products for agroindustrial enterprises is the most important task. When implementing educational programs for additional adult education to provide personnel for enterprises, market requirements and the need to acquire new knowledge are taken into account.

Ключевые слова: специалисты, компетенции, пищевая безопасность.

Keywords: specialists, competencies, food safety.

Введение

Одним из приоритетов государства является развитие конкурентоспособного экологически безопасного сельского хозяйства и его интеллектуализация на основе перехода к цифровой модели развития сельскохозяйственного производства, позволяющих снизить его ресурсоемкость, нарастить объемы выпуска и экспорта высококачественной продукции в соответствии с «Национальной стратегией устойчивого социально экономического развития Республики Беларусь на период до 2035 года» [1].

Достичь целей по развитию аграрной экономики, намеченных в Программе социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы, Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы, Доктрине Национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года возможно только на основе достаточного обеспечения агропромышленного комплекса страны квалифицированными кадрами. Освоение требований при поставках на экспорт в третьи страны будет способствовать наращиванию экспортного потенциала, привлечению валютных средств в страну и стабилизации экономики Республики Беларусь.

Основная часть

Анализ порядка, правил и процедур технического регулирования в государствах международного сообщества, по обеспечению устранения технических барьеров во взаимной торговле показывает, что техническое регулирование может и должно стать тем базовым инструментом, который может в определенной степени минимизировать риски во взаимной торговле.

Объем экспорта продукции предприятий Республики Беларусь в государства международного сообщества во многом определяются видами, многообразием и «жесткости» применяемых этими государствами технических мер (барьеров) в торговле. Такое многообразие, обуславливается как национальными критериями или интересами, так и участием стран в различных международных и региональных экономических образованиях/союзах, где устанавливаются критерии, правила и процедуры с учетом экономических интересов стран участников.

Анализ систем технического регулирования государств международного сообщества, выявил черты сходства, так и отличия этих систем. Одним из важных условий снятия технических мер (барьеров) в торговле является создание условий о взаимном признании, основанных на достигнутой эквивалентности технических требований, процедур оценки соответствия и компетентности органов, выполняющих эти процедуры.

В Евразийском экономическом союзе в качестве основополагающего принципа, принят принцип, направленный на обеспечение свободы движения товаров, услуг, капитала, рабочей силы на осно-

ве проведения скоординированной, согласованной или единой политики в отраслях экономики стран-участников Союза. Этому способствует создание и принятие единых технических регламентов, межгосударственных стандартов, системы оценки соответствия, признание национальных органов по аккредитации, обеспечение единства измерений, установление единых принципов надзора [2].

При подготовке кадров в области обеспечения качества и безопасности пищевой и сельскохозяйственной продукции необходимо учитывать требования рынка. Кроме того, на сегодняшний день актуальными являются знания в области системного менеджмента, зачастую необходимого опри поставках продукции на экспорт.

Заключение

Для Республики Беларусь экспорт является одним из основных приоритетов развития экономики, поэтому созданию эффективной системы его поддержки уделяется повышенное внимание. Механизмы стимулирования экспорта постоянно совершенствуются и развиваются, создавая условия для наращивания экспортного потенциала страны. Освоение требований при поставках на экспорт в третьи страны будет способствовать наращиванию экспортного потенциала, привлечению валютных средств в страну и стабилизации экономики Республики Беларусь.

Список использованной литературы

1. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2035 г. // Экономический бюллетень Научно-исследовательского экономического института Министерства экономики Республики Беларусь. – 2019. – № 2.
2. Лабодаев, В.И. Анализ систем технического регулирования в государствах международного сообщества для устранения технических барьеров в торговле и содействия экспорту / В.И. Лабодаев, Е.А. Давыдова // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции : сборник статей VI Международной научно-практической конференции. Минск, 30–31 марта 2023 г. / под общ. ред.: В.Я. Груданова. – Минск: БГАТУ, 2023. – С. 358–360.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ PROTEUS ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ АПК

И.П. Матвеевко, канд. техн. наук, доцент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

г. Минск, Республика Беларусь

mira37@tut.by

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы компьютерного моделирования с использованием программы схемотехнического моделирования и проектирования Proteus для изучения микроконтроллеров при подготовке специалистов аграрно-технического профиля.

Abstract: The article discusses issues of computer modeling using the Proteus circuit modeling and design program for studying microcontrollers in the training of agricultural technical specialists.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, программное обеспечение, схемотехническое моделирование и проектирование, микроконтроллер, сельское хозяйство.

Keywords: computer modeling, software, circuit modeling and design, microcontroller, agriculture.

Введение

Наиболее эффективный способ развития агропромышленного комплекса – развитие информационных технологий, автоматизации и комплексной механизации, что требует подготовки специалистов соответствующей квалификации.

Современная сельскохозяйственная техника и технологические процессы в сельском хозяйстве основываются на применении сложных электронных и микропроцессорных устройств, в том числе микроконтроллеров. При этом техника постоянно совершенствуется, что также требует постоянного повышения квалификации специалистов в сельском хозяйстве.

Для того, чтобы изучать принципы работы таких устройств обязательно иметь их в физическом виде. По мере совершенствования технических характеристик компьютера и программного

обеспечения, появилась возможность использовать для этих целей компьютер. Это позволило совершенствовать образовательный процесс. Кроме того, использование современного программного обеспечения не требует значительных затрат, связанных с приобретением, размещением и обслуживанием сложного лабораторного и измерительного оборудования.

Основная часть

Основой для изучения микроконтроллеров может служить программа математического моделирования Proteus.

Proteus (by Labcenter Electronics) – симулятор принципиальных электронных схем. Proteus содержит большую библиотеку электронных компонентов и основные типы микроконтроллеров: AVR, ARM, PIC. Основное преимущество и особенность этого пакета прикладных программ – возможность моделировать работу различных программируемых микроконтроллеров.

Для изучения работы микроконтроллера с помощью программы Proteus необходимо сначала установить программу, затем спроектировать простейшую электрическую схему с микроконтроллером и проверить её работу в соответствии с заданным алгоритмом и написанным кодом.

Выбираем достаточно распространенный тип микроконтроллеров при создании различных схем управления – микроконтроллеры Atmel AVR [1].

Запустив установленную программу, выбираем элементы схемы. Меню выбора элементов - кнопка P, расположенная на панели DEVICE (устройство). В открывшемся окне выбираем в меню Category (Категории) Microprocessors ICs (микропроцессоры), в Sub-Category (Подкатегории) – AVR Family. Далее в окне Results выбирается тип микроконтроллера (например, ATMEGA16). Он появится в меню окна DEVICE и его можно перетянуть в рабочую область.

Выводы микроконтроллера в Proteus для удобства объединены в отдельные группы по портам. Аналогичным образом добавляются и другие элементы схемы, например, резисторы и светодиоды. Затем собирается схема, как показано на рисунке 1.

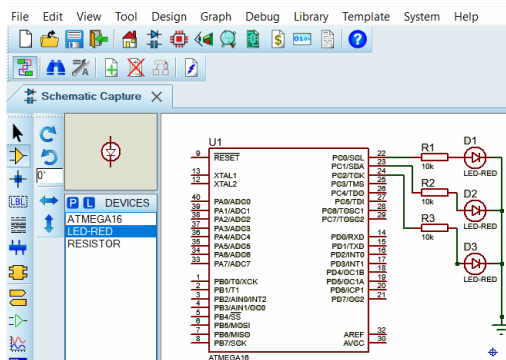


Рисунок – Фрагмент схемы для изучения микроконтроллера AVR в программе Proteus

К выводу микроконтроллера PC0 подсоединяется резистор R1, который соединяется с анодом светодиода D1. Катод светодиода подключается к «земле» и т.д. Затем записываем код в виртуальный микроконтроллер, указав путь к файлу с кодом, который расположен в Program File и имеет расширение HEX. Запускаем симуляцию (кнопка Run the simulation) [2].

Таким образом проверяем работоспособность схемы в соответствии с написанным кодом. И потом можно записывать код в реальный микроконтроллер ATMEGA16 через программатор.

Заключение

Изучение микроконтроллеров AVR в программе Proteus позволяет без использования реального устройства виртуально изучить структуру и архитектуру микроконтроллера, основы системы программирования, и использовать эти знания для разработки систем управления и диагностики технического состояния устройств, что является важным аспектом в работе технических специалистов АПК.

Список использованной литературы

1. Евстифеев, А.В. Микроконтроллеры AVR семейства Mega. Руководство пользователя. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2007. – 592 с.
2. Матвеев, И.П. Методика изучения микроконтроллеров AVR/ И.П. Матвеев. // Информатизация образования. 2013. №2. С. 86–95.

ИЗУЧЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДОВ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ ДЛЯ АПК

С.В. Жилич, ст. преподаватель

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
zhsv85@mail.ru*

Аннотация: В работе проанализировано насколько важно и необходимо в настоящее время выявлять перспективные направления и методы совершенствования подготовки специалистов в соответствии с развитием агропромышленного комплекса, а также, какая работа ведется по этим направлениям в ведущем аграрном ВУЗе республики.

Abstract: The paper analyzes how important and necessary it is to identify promising areas and methods of improving the training of specialists in accordance with the development of the agro-industrial complex, as well as what work is being done in these areas in the leading agricultural university of the republic.

Ключевые слова: аграрное образование, инновационные методы
Keywords: agricultural education, innovative methods

Введение

Сельское хозяйство в нашей Республике – это движущий локомотив экономики. Поэтому его развитие предъявляет высокие требования к трудовым ресурсам, что обусловлено качеством подготовки и обучения в высшей школе специалистов и руководителей агропромышленного комплекса.

При этом, следует отметить, что специалистов инженерного профиля, в том числе и в Белорусском государственном аграрном техническом университете (БГАТУ), готовят достаточно много. Но, наряду с этим уровень трудоустройства, в том числе, и по аграрным учебным заведениям достаточно низкий. В агропромышленном комплексе все хуже и хуже обеспеченность кадрами. На наш взгляд, причина этому – в том, что работодатели предлагают плохие условия. Другая причина – качество подготовки, особенно, что касается практических навыков у выпускников вузов. Да и сами абитуриенты, поступив в сельскохозяйственный вуз, не всегда планируют

идти работать в хозяйство. Проблема эта должна решаться совместно с областными или районными органами власти.

Основная часть

Являясь ведущим высшим учебным заведением, которое готовит специалистов для АПК, Белорусский государственный аграрный технический университет создал на своей базе систему непрерывного аграрного образования, предполагающую интеграцию образовательных учреждений всех уровней, научных организаций агропромышленного производства области, основных работодателей в единое образовательно-научно-производственное пространство, что позволило сделать систему обучения, повышения квалификации и переподготовки кадров АПК значительно более эффективной и комплексной [1].

В рамках создания этой системы университетом ведется работа по оптимизации сети существующих учреждений высшего профессионального и дополнительного аграрного образования. Делается это с учетом потребностей республики в кадрах на ближайшие 10 лет, для чего создается механизм координации действий структур АПК, которые нуждаются в повышении квалификации и переподготовке своих работников.

В образовательной структуре этой системы ведется работа на всех этапах обучения – от агроклассов школ, аграрных колледжей до получения высшего образования, включая и послевузовскую подготовку в том числе, с участием на основе целевых договоров работодателей с учетом их пожеланий. Университет традиционно использует обучение большого процента студентов на условиях целевой подготовки. Это дает нам возможность отладить систему отбора абитуриентов и последовательно готовить высокопрофессиональных специалистов.

В рамках системы непрерывного образования принята и реализуется республиканская программа подготовки кадров для АПК. В настоящее время в разных районах функционируют агроклассы, где профессиональная направленность сочетается с подготовкой в университет. На сегодняшний день в университете обучаются около 160 студентов из числа выпускников агроклассов, где с первого дня будущие специалисты знают, где и на каких условиях они будут работать.

Входящий в структуру БГАТУ, Институт повышения квалификации и переподготовки кадров для агропромышленного комплекса фактически замыкает цепь непрерывного аграрного образования и значительно расширяет возможности университета в вопросе подготовки высококвалифицированных специалистов.

Наглядное представление имеют посетители выставочного павильона и лабораторий о современных технологиях в сельском хозяйстве, на базе которого осуществляется практическое обучение студентов. Материальная база университета регулярно обновляется. В нынешнем году появился специализированный учебный кабинет по охране труда. Там смогут повысить свою квалификацию «повышенцы», да и для студентов занятия будут более наглядными.

Ежегодно студенты старших курсов помогают хозяйствам в уборке урожая, показывают высокие результаты. На имя ректора поступают благодарности и положительные отзывы от сельскохозяйственных предприятий, что свидетельствует о высоком уровне теоретической и практической подготовки наших выпускников. Руководители АПК отмечают «высокую мотивацию, «инициативность» наших выпускников, «способность в короткие сроки адаптироваться к требованиям производства».

О высокой конкурентоспособности наших выпускников на рынке труда свидетельствуют следующие факты. Ежегодно увеличивается спрос на специалистов – выпускников БГАТУ.

Заключение

Практическое применение полученных результатов направлено на подготовку специалистов с высшим техническим образованием на базе инновационных моделей и образовательных технологий, что заложит основы формирования кадрового потенциала для реализации в АПК.

Список использованной литературы

1. Жилич С.В., Галенюк Г.А., Особенности подготовки инженеров для АПК в системе дистанционного обучения // Модернизация аграрного образования: Сб. науч. тр. по материалам VII Международ. научн.-практ. конф. (14 декабря 2021 г.) – Томск-Новосибирск: ИЦ Золотой колос, 2021. – 173.

УДК 631.145:0049(476)

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ АГРАРНЫМ БИЗНЕСОМ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

А.Э. Шибeko, канд. экон. наук, доцент,

Н.Н. Быков, канд. техн. наук, доцент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: В статье показаны преимущества и раскрыты основные проблемы цифровизации сельскохозяйственного производства в Республике Беларусь.

Abstract: The article shows the advantages and reveals the main problems of digitalization of agricultural production in the Republic of Belarus.

Ключевые слова: АПК, система управления, инновации, цифровая экономика, аграрный бизнес, инфраструктура цифровой экономики, производительность труда,

Keywords: agro-industrial complex, management system, innovation, digital economy, agriculture business, digital economy infrastructure, labor productivity, competitiveness.

Введение

Современные глобальные вызовы в сфере продовольственной и экономической безопасности привели к очевидной необходимости формирования аграрного сектора нового типа, соответствующей принципам устойчивого развития.

Приоритетность целей устойчивого развития определены ООН (на 2016–2030 годы) где, развитие в различных отраслях и видах деятельности на всех уровнях управления в области новых технологий, использования современных форм управления и инновационных инструментов воздействия на имеющиеся ресурсы [1].

Основная часть

Сельское хозяйство Беларуси является одной из важнейших отраслей экономики и главной составляющей агропромышленного комплекса страны. Это обусловлено значимостью отрасли, обеспечивающей продовольственную безопасность, основы воспроизвод-

ства трудовых ресурсов для развития сельских территорий и производства сырья для выпуска потребительских товаров.

В отрасли занято 7,1 % трудоспособного населения страны. К тому же следует учитывать, что 1 работник, занятый в аграрной сфере, обеспечивает занятость 6–7 человек в других сферах экономики. Удельный вес сельскохозяйственного производства во внутреннем валовом продукте за последние годы составляет 6,8 %.

Традиционные крупнотоварные сельскохозяйственные организации республики развиваются на основе интенсификации производства. В них активно внедряются инновационные технологии производства сельскохозяйственной продукции.

Беларусь является крупнейшим мировым экспортером молочной продукции, мяса птицы, масла рапсового, льноволокна, колбасных изделий и сахара. География экспорта охватывает более чем 100 стран мира. Экспорт продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья в 2022 г. впервые превысил 8,3 млрд. долл., что на 24,2 % выше уровня 2021 года.

В условиях растущей конкуренции на мировых агропроизводственных рынках сельскохозяйственной продукции и быстро меняющихся потребительских предпочтений, решение возникающих проблем в аграрном секторе станет возможным на основе перехода к цифровому сельскому хозяйству, которое предусматривает [2, 3]. Цифровые технологии активно используются аграриями развитых стран мира.

Так, в настоящее время в странах Евросоюза 80 % аграриев освоили точное земледелие. В последние годы в сельском хозяйстве республики внедряются элементы системы точного земледелия (параллельное вождение, GPS – навигации, учет расхода топлива и другие). Разработана концепция цифровой платформы «Точное земледелие».

В отдельных крупнотоварных сельскохозяйственных организациях и хозяйствах после внедрения элементов цифровых технологий управления достигаются высокие производственно-экономические результаты сельскохозяйственного производства (таблица).

Несмотря на неоспоримые преимущества цифровизации сельскохозяйственного производства в отрасли имеется ряд нерешенных вопросов, сдерживающих ее дальнейшее развитие.

Таблица 1 – ТОП-10 сельскохозяйственных организаций Республики Беларусь по урожайности зерновых и зернобобовых культур в 2023 году.

Наименование организации	Район	Площадь, га	Намолочено зерна, т	Урожайность, ц/га
Гродненская область				
ПК им. В.И. Кремко	Гродненский	2457	28752	117,1
СПК «Гродненский»	Гродненский	1051	11774	112,0
СПК «Свислочь»	Гродненский	981	10886	111,7
СПУ «Протасовщина»	Щучинский	882	9786	111,2
СПК им. Деньщикова	Гродненский	3150	32448	103
ГП «Племзавод Кореличи»	Кореличский	704	7041	100,6
Ф-л «Скидельский ОАО «Агрокомбинат «Скидельский»	Гродненский	1717	17173	100,4
Минская область				
ОАО «Гастелловское»	Минский	913	9589	105
ОАО «Грицкевичи»	Несвижский	950	9961	104,9
СПК «Агрокомбинат «Снов»	Несвижский	2400	23965	99,9

Основными из них, на наш взгляд, являются: недостаточная информированность сельских товаропроизводителей о преимуществах цифровых технологий; несовершенство нормативно-правового регулирования освоения информационных технологий в АПК; низкая маржинальность аграрного бизнеса, которая является одной из причин низкой привлекательности для инвесторов при финансировании технологического и инфраструктурного секторов [5].

По данным международных влиятельных организаций экономический рост в странах с переходной экономикой более чем на 60 % обеспечивает за счет сформированного кадрового потенциала.

В контексте цифровизации отраслей аграрной экономики обучения включает два уровня: обучение слушателей компетенциям, востребованным в цифровой экономике и внедрения цифровых технологий в образовательный процесс [4].

Заключение

В ближайшей перспективе, с учетом перехода на цифровые технологии управления сельским хозяйством, необходимо активно развивать информационно-консультационные службы во всех регионах республики, поскольку внедрение в аграрное производство информационных технологий, однозначно, потребует более высо-

кого уровня компетентности специалистов, умеющих интегрировать образование и аграрную науку в производство.

Список использованной литературы

1. Цифровая трансформация отраслей агропромышленного комплекса Российской Федерации / С.А. Алексеева, С.В. Баранова // Цифровизация отраслей АПК и аграрного образования: Материалы III Международной научно-практической конференции АНДРЕЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ. – Москва: ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2022. С. 194–205.

2. Архипов А.Г., Косогор С.Н., Моторин О.А., Горбачев М.И., Суворов Г.А., Труфляк Е.В. Цифровая трансформация сельского хозяйства России: офиц.изд. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 80 с.

3. Гордеев А.В., Патрушев Д.Н., Лебедев И.В., Архипов А.Г., Буданов К.А., Гребеньков Д.В., Косогор С.Н., ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 48 с.

4 Подготовка кадров новой формации как ключевой фактор развития агробизнеса Беларуси / С.Л. Кулагин, А.Э. Шибeko, С.П. Чигирь // Актуальные проблемы и перспективы развития сельских территорий и кадрового обеспечения АПК: Сборник научных статей II Международного научно-практической конференции / Минск, 9–10 июня 2022 года/. – Минск: БГАТУ, 2022. С. 564–570.

5. Цифровизация как важнейший инструмент эффективного управления аграрным бизнесом в Республике Беларусь / Н.С. Яковчик, И.В. Брыло, А.Э. Шибeko // Цифровизация отраслей АПК и аграрного образования: Материалы III Международной научно-практической конференции АНДРЕЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ. – Москва: ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2022. С. 183–193.

Научное издание

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Сборник научных статей
Международной научно-практической конференции

(Минск, 23–24 ноября 2023 года)

Ответственный за выпуск *В. Б. Ловкис*
Компьютерная верстка *С. В. Занемонского*
Дизайн обложки *Д. А. Пекарского*

Подписано в печать 23.11.2023. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 31,15. Уч.-изд. л. 24,36. Тираж 50 экз. Заказ 655.

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.