

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 АПК**

Сборник научных статей
Международной научно-практической конференции,
посвященной 70-летию образования
агромеханического факультета

(Минск, 30–31 октября 2025 года)

Минск
БГАТУ
2025

Техническое обеспечение инновационных технологий в АПК : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию образования агрономического факультета (Минск, 30–31 октября 2025 года) / редкол.: Н. Н. Романюк [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2025. – 548 с. – ISBN 978-985-25-0303-7.

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:

Романюк Н. Н. – канд. техн. наук, доцент, ректор БГАТУ (научный редактор);
Гедроить Г. И. – канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой тракторов и автомобилей БГАТУ;

Григорьев Д. А. – канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой технологий и механизации животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции БГАТУ;

Ловкис В. Б. – канд. техн. наук, доцент, декан агрономического факультета 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;

Чеботарев В. П. – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой сельскохозяйственных машин БГАТУ

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

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

- 1 **СОВРЕМЕННОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ** (П.П. Казакевич¹, д.т.н., профессор, член-корр. НАН Беларуси, Д.И. Комлач², к.т.н., доцент, ¹Национальная академия наук Беларуси, ²РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь) 27
- 2 **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АПК** (С.К. Карпович¹, к.э.н., доцент, А.С. Сайганов², д.э.н., профессор, А.С. Матвейчук¹, к.т.н., А.В. Крупеня¹, ¹Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, ²ГП «Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь) 36
- 3 **ОСОБЕННОСТИ ОБНОВЛЕНИЯ ТРАКТОРНОГО ПАРКА В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ ПО МАТЕРИАЛАМ СТАТИСТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ** (А.Р. Горгодзе, руководитель комитета промышленной кооперации, науки и образования Союз промышленников «Прогресс», г. Москва, Российская Федерация) 41
- 4 **ПРОДУКТИВНЫЕ И ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА КОРОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ МОЛОЧНО-ТОВАРНЫХ ФЕРМ И КОМПЛЕКСОВ** (В.О. Китиков¹, д.т.н., профессор, Д.А. Григорьев², к.т.н., доцент, В.С. Журко³, ст. преподаватель, ¹ГНУ «Институт жилищно-коммунального хозяйства НАН Беларуси», ²БГАТУ, г. Минск, ³УО «Гродненский ГАУ», г. Гродно, Республика Беларусь) 46
- 5 **НАЦИОНАЛЬНАЯ РАМКА КВАЛИФИКАЦИЙ И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ: НАПРАВЛЕНИЯ АПРОБАЦИИ** (А.В. Миранович, к.т.н., доцент, Н.Г. Серебрякова, к.пед.н., доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 49

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

- 1 **ВЫБОР РАБОЧИХ ОРГАНОВ КОМБИНИРОВАННОГО АГРЕГАТА ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПОЧВ К ПОСЕВУ** (А.Р. Нормирзаев, к.т.н., доцент, Б.М. Нишанов, доктор философии по техническим наукам (PhD), Наманганский государственный технический университет, г. Наманган, Республика Узбекистан) 52

2	ЛУНКОВАТЕЛЬ ДЛЯ ПРОПАШНОГО КУЛЬТИВАТОРА-ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЯ (В.А. Ружьев, к.т.н., доцент, И.С. Дзбук, ст. преподаватель, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский ГАУ», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)	56
3	РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ ЛОПАТКИ ЗЕРНОСУШИЛКИ ДСП-32 С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРИКЛАДНОЙ БИБЛИОТЕКИ АРМ FEM (В.В. Шумаев, к.т.н., доцент, Д.В. Кураедов, студент, ФГБОУ ВО «Пензенский ГАУ», г. Пенза, Российская Федерация) . .	59
4	АНАЛИЗ ЗАКОНОВ ДВИЖЕНИЯ СЕМЕНИ ПАДАЮЩЕГО ИЗ ГНЕЗДЫ КАТУШКИ (А.Р. Нормирзаев, к.т.н., доцент, Бекмирзаев Шухрат Бекмирза углы, доктор философии по техническим наукам (PhD), Наманганский государственный технический университет, г. Наманган, Республика Узбекистан) . .	62
5	МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СОШНИКОВАЯ ГРУППА УНИВЕРСАЛЬНОЙ СЕЯЛКИ (А.Э. Богус, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ имени И.Т. Трубилина», г. Краснодар, Российская Федерация)	66
6	КОМБИНИРОВАННЫЙ ПЛАНЧАТЫЙ КАТОК ДЛЯ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕ-ПОСЕВНОГО АГРЕГАТА (М.А. Терёхин, к.т.н., АО «Радиозавод», г. Пенза, Российская Федерация)	68
7	АГРОТЕХНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ПОСЕВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ (Ш.А. Абдуллаев, ст. преподаватель, Андижанский государственный технический институт, г. Андижан, Республика Узбекистан) . . .	71
8	ИССЛЕДОВАНИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СЕЯЛКИ, ОСНАЩЁННОЙ СОШНИКАМИ С КАНАВКАМИ ПО КОНТОРУ В ВИДЕ ЭПИЦИКЛОИДЫ (В.В. Шумаев, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Пензенский ГАУ», г. Пенза, Российская Федерация)	74
9	АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КОСИЛКИ-ПЛОЩИЛКИ С ОДНОВРЕМЕННЫМ ВНЕСЕНИЕМ КОНСЕРВАНТА (М.А. Новиков, д.т.н., профессор, Н.П. Алдохина, к.т.н., доцент, А.С. Рожков, к.т.н., доцент, С.Г. Прокофьев, магистрант, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский ГАУ», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)	77
10	ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКОЙ (Р.Н. Сайфуллин, д.т.н., профессор, А.А. Козеев, к.т.н., доцент, Д.А. Капустин, магистр, ФГБОУ ВО «Башкирский ГАУ», г. Уфа, Российская Федерация)	80

11	ВЫСЕВАЮЩИЙ АППАРАТ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СЕЯЛКИ С ПОДПРУЖИНЕННЫМ КЛАПАНОМ (В.В. Шумаев, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Пензенский ГАУ», г. Пенза, Российская Федерация)	83
12	РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ДВУХДИСКОВОГО КОПИРУЮЩЕГО СОШНИКА ДЛЯ ЗЕРНОВОЙ СЕЯЛКИ (М.А. Терёхин, к.т.н., АО «Радиозавод», г. Пенза, Российская Федерация)	86
13	НАПЛАВКА ИЗНОШЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ СТАЛЬЮ ГАДФИЛЬДА И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ (А.И. Усмонов, стажёр-преподаватель, Андижанский государственный технический институт, г. Андижан, Республика Узбекистан)	90
14	АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ЗАГОТОВКИ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА ПЛОЩЕНИЕМ И КОНСЕРВИРОВАНИЕМ (В.А. Смелик ¹ , д.т.н., профессор, А.Н. Перекопский ^{1,2} , к.т.н., доцент, ¹ ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский ГАУ», ² Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)	92
15	ВИРТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: ВОЗМОЖНОСТИ, ПРОБЛЕМЫ И НАПРАВЛЕНИЯ НА БУДУЩЕЕ (A.Sh. Azimova, assistant, Andijan State Technical Institute, c Andijan, Respublika Uzbekistan) . .	94
16	РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ТУКОВОГО АНКЕРНОГО СОШНИКА ДЛЯ ПРОПАШНОЙ СЕЯЛКИ (М.А. Терёхин, к.т.н., АО «Радиозавод», г. Пенза, Российская Федерация)	97
17	СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН (Н.Х. Киргизалиев, ассистент, Андижанский государственный технический институт, г. Андижан, Республика Узбекистан)	100
18	ВЫСЕВАЮЩИЙ АППАРАТ ИЗБЫТОЧНОГО ДАВЛЕНИЯ СЕЯЛКИ ТОЧНОГО ВЫСЕВА (Н.Н. Романюк, к.т.н., доцент; В.Н. Еднач, к.т.н., доцент; В.А. Агейчик, к.т.н., доцент; М.В. Стрига, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) . .	102

- 19 **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА СОПРОТИВЛЕНИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЮ БАШМАКА НА ХАРАКТЕРИСТИКУ КОПИРОВАНИЯ РЕЛЬЕФА ПОЛЯ** (А.В. Котов¹, аспирант, Д.Г. Кроль², к.физ.-мат.н., доцент, ¹ОАО «Сейсмотехника», ²УО «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», г. Гомель, Республика Беларусь) 107
- 20 **ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИЙ МОДУЛЬНЫЙ АГРЕГАТ АМП-6** (Н.Д. Лепешкин¹, к.т.н., доцент, В.В. Мижурин¹, научный сотрудник, Ю.В. Синяк², аспирант, ¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», ²БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 109
- 21 **ПРЕДПОСЫЛКИ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ПОЛИАМИДНОГО ВОРСА В ПРОЦЕССЕ УБОРКИ ЛЬНА** (М.В. Цайц, к.т.н., И.И. Сергеева, к.с.-х.н., доцент, Е.Л. Ионас, к.с.-х.н., доцент, И.А. Гращенко, ст. преподаватель, И.А. Савченко, студент, БГСХА, г. Горки, Республика Беларусь) 112
- 22 **ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ УБОРКИ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР НА ЗЕРНО** (В.П. Чеботарев, д.т.н., профессор, Н.П. Гурнович, к.т.н., доцент, Г.А. Радищевский, к.т.н., доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 115
- 23 **РАСЧЕТ КОНИЧЕСКОЙ ЩЕТКИ ДЛЯ ОЧЕСЫВАНИЯ ОСОБЕЙ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА** (В.А. Бурдейко¹, м.пед.н., ст. преподаватель, В.Б. Ловкис², к.т.н., доцент, ¹УО «Барановичский государственный университет», г. Барановичи, ²БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 118
- 24 **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗУБЬЕВ ЗУБОВОЙ БОРОНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ** (Д.А. Яновский¹, А.А. Зенов¹, Д.Н. Бондаренко¹, ст. преподаватели, В.В. Болвонович², директор, А.А. Антонов¹, студент, ¹БГАТУ, ²ООО «СелАгро», г. Минск, Республика Беларусь) 120
- 25 **КОНЦЕПЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ УСЛОВИЙ ПРИ ОСНОВНОЙ БЕЗОТВАЛЬНОЙ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ ДЛЯ ВЛАГООБЕСПЕЧЕНИЯ ПОСЕВОВ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР** (А.А. Шупилов¹, к.т.н., доцент, Н.Д. Лепешкин², к.т.н., доцент, Ю.В. Синяк¹, аспирант, ¹БГАТУ; ²РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь) . . 123
- 26 **АНАЛИЗ НАПРАВЛЕНИЙ ПОВЫШЕНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОСТИ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНО-СУШИЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ** (В.П. Чеботарев, д.т.н., профессор, Д.Н. Бондаренко, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 126

27	ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ И ТИПА МАШИНЫ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ОТХОДОВ ТЕПЛИЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА ОВОЩЕЙ (А.Н. Юрин ¹ , к.т.н., доцент, И.О. Захарова ² , ассистент, ¹ РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», ² БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	128
28	ОПРЫСКИВАТЕЛЬ ДВУХРЯДНЫЙ ДЛЯ ЯГОДНИКОВ ОД-2 (В.В. Болгонович ¹ , директор, Д.А. Яновский ² , А.А. Зенов ² , Д.Н. Бондаренко ² , ст. преподаватели, ¹ ООО «Селагро», ² БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	131
29	ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ В ИЗМЕЛЬЧАЮЩЕМ АППАРАТА (В.П. Чеботарев ¹ , д.т.н., профессор, Г.А. Радишевский ¹ , к.т.н., доцент, Н.П. Гурнович ¹ , к.т.н., доцент, А.А. Лаппо ² , инженер, ¹ БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь, ² СФП «Яснево», Столбцовский район, д. Яснево, Республика Беларусь)	133
30	АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ПЛУГА С ДИСКОВЫМ ПРЕДПЛУЖНИКОМ (Е.В. Лещенко, аспирант, Ф.И. Назаров, к.т.н., доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	137
31	ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКИ ПРОХОДНОЙ ПРЕССОВАЛЬНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ЛИНИИ ВЫРАБОТКИ КОРОТКОГО ЛЬНОВОЛОКНА (В.П. Чеботарев ¹ , д.т.н., профессор, Г.А.Радишевский ¹ , к.т.н., доцент, Н.П. Гурнович ¹ , к.т.н., доцент, В.В. Зыбайло ² , Б.Л. Лавор ² , ¹ БГАТУ; ² РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь)	139
32	АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ ГРЯДИ ГРЕБНЕЙ (А.С. Зыкун, ст. преподаватель, В.П. Чеботарев, д.т.н., профессор, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	141
33	ПОДГОТОВКА ПОЧВЫ ПОД ПОСАДКУ КАРТОФЕЛЯ (В.П. Чеботарев, д.т.н., профессор, Д.Г. Зубович, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	144
34	К ВОПРОСУ ВЫБОРА ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА ДЛЯ ПОСЕВА СЕМЯН КУКУРУЗЫ В ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ГРУППОВОГО ДОЗИРОВАНИЯ (В.С. Астахов, д.т.н., профессор, А.А. Дралов, магистрант, БГСХА, г. Горки, Республика Беларусь)	146
35	ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ КАРТОФЕЛЕ-СОРТИРОВАЛЬНОЙ МАШИНЫ (Н.Н. Романюк, к.т.н., доцент; В.Н. Еднач, к.т.н., доцент; М.В. Стрига, А.А. Буров, студенты, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	149

- 36 **НАКЛОННЫЙ РАБОЧИЙ ОРГАН ДЛЯ ЯРУСНОГО ВНЕСЕНИЯ ТУКОВ** (С.О. Нукешев¹, д.т.н., профессор, Н.Н. Романюк², к.т.н., доцент, К. Шежау¹, докторант, В.Н. Еднач², к.т.н., доцент, А. Еркен¹, М.В. Стрига², А.А. Буров², студенты, ¹Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан, ²БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 154
- 37 **ВЫСЕВАЮЩИЙ АППАРАТ ДЛЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ** (С.О. Нукешев¹, д.т.н., профессор, Н.Н. Романюк², к.т.н., доцент, А.М. Сугирбай³, PhD, Е.Е. Назарбаев¹, докторант, Н.В. Бенкс¹, А.Е. Советов¹, М.В. Стрига², А.А. Буров², студенты, ¹Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан, ²БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь, ³Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан) 157
- 38 **ЗЕРНОТУКОТРАВЯНАЯ СЕЯЛКА – РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНО-ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ** (С.О. Нукешев¹, д.т.н., профессор, Н.Н. Романюк², к.т.н., доцент, В.Н. Еднач², к.т.н., доцент, А.А. Керейбаев¹, А.С. Жетписбай¹, М.В. Стрига², А.А. Буров², студенты, ¹Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан, ²БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 162
- 39 **ВЫБОР ТУКОВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА ДЛЯ ПОВЫШЕННЫХ ДОЗ** (С.О. Нукешев¹, д.т.н., профессор, Н.Н. Романюк², к.т.н., доцент, В.Н. Еднач², к.т.н., доцент, К.Г. Гафнер¹, А.А. Турсынбек¹, М.В. Стрига², А.А. Буров², студенты, ¹Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан, ²БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 167
- 40 **АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДОЗОЙ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ** (С.О. Нукешев¹, д.т.н., профессор, Н.Н. Романюк², к.т.н., доцент, А.Е. Сагдиев¹, А.Ж. Байзаков¹, М.В. Стрига², А.А. Буров², студенты, ¹Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан, ²БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) . . . 171
- 41 **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЧАСТИЦ ЗЕРНА ПО ДНУ И БОКОВОЙ ГРАНИ ПАЗА РОТОРА** (Д. Алижанов, Ш. Абдурахмонов, Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», г. Ташкент, Республика Узбекистан) 175

- 42 **О ПОВЫШЕНИИ ПОЛНОТЫ СБОРА ХЛОПКА ВЕРТИКАЛЬНО-ШПИНДЕЛЬНЫМИ МАШИНАМИ** (М. Шоумарова, профессор, Т. Абдиллаев, доцент, Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», г. Ташкент, Республика Узбекистан) 179
- 43 **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАБОЧИХ РАСТВОРОВ И СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ С НОВЫМ РАСПЫЛИТЕЛЕМ** (С.Н. Мищенко, инженер, С.В. Белоусов, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ имени И.Т. Трубилина», г. Краснодар, Российская Федерация) 184
- 44 **ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ** (В.С. Колесник, студент, Д.Г. Манучарян, аспирант, С.В. Белоусов, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ имени И.Т. Трубилина», г. Краснодар, Российская Федерация) 186
- 45 **ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА СУШКИ ХМЕЛЯ КОМБИНИРОВАННЫМ СВЧ-КОНВЕКТИВНЫМ СПОСОБОМ** (Н.Г. Горячева¹, к.т.н., доцент, Г.В. Новикова², д.т.н., профессор, О.В. Михайлова², д.т.н., профессор, М.В. Просвирякова², д.т.н., доцент, ¹ФГБОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России», г. Химки, ²ГБОУ ВО «Нижегородский инженерно-экономический университет», г. Княгинино, Российская Федерация) ... 188
- 46 **РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ НАУЧНОГО ЗАДАНИЯ ПО РАЗРАБОТКЕ ГРАБЛЕЙ-ВАЛКОВАТЕЛЕЙ ГВГ-9,5** (Э.В. Дыба¹, к.т.н., доцент, Л.И. Трофимович¹, старший научный сотрудник, А.И. Пунько², к.т.н., доцент, ¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», ²БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 191
- 47 **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ ГРАБЛЕЙ-ВАЛКОВАТЕЛЕЙ ЛЕНТОЧНОГО ТИПА** (Э.В. Дыба¹, к.т.н., доцент, Л.И. Трофимович¹, ст. научный сотрудник, В.Б. Ловкис², к.т.н., доцент, А.И. Пунько², к.т.н., доцент, ¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», ²БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 194
- 48 **ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КАЧЕСТВО ЗАГОТАВЛИВАЕМЫХ ТРАВЯНЫХ КОРМОВ** (Э.В. Дыба, к.т.н., доцент, Л.И. Трофимович, ст. научный сотрудник, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь) 197

Секция 2 «МОБИЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ»

- 1 **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ХОДОВЫХ СИСТЕМ КОЛЕСНЫХ
ТРАКТОРОВ «БЕЛАРУС»** (Г.И. Геодроитъ, к.т.н. доцент,
С.В. Занемонский, ст. преподаватель, Т.А. Варфоломеева,
ст. преподаватель, Н.В. Павлючук, к.б.н., БГАТУ, г. Минск, Республика
Беларусь) 201
- 2 **ПОТЕРИ МОЩНОСТИ ПРИ ЖЕСТКОМ СОЕДИНЕНИИ
СДВОЕННЫХ КОЛЕС ТРАКТОРА** (Г.И. Геодроитъ, к.т.н. доцент,
С.В. Занемонский, ст. преподаватель, Т.А. Варфоломеева,
ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 204
- 3 **ПРЫМЯНЕННЕ ЗМЕННЫХ КУЗАВАЎ НА ТРАКТАРНЫХ
ПРЫЧЭПАХ** (Г.І. Геодроіць¹, к.т.н., дацэнт, С.У. Занямонскі¹,
ст. выкладчык, Р.В. Паграбіцкі¹, студэнт, А.В. Бабрышоў², к.т.н.,
дацэнт, ¹БДАТУ, г. Мінск, Рэспубліка Беларусь, ²ФДБАУ ВА
«Стаўрапальскі дзяржаўны аграрны ўніверсітэт», г. Стаўрапаль,
Расійская Федэрацыя) 206
- 4 **ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ТРАКТОРНЫХ
ГЛУШИТЕЛЕЙ** (А.Ф. Безручко, к.т.н., доцент, Ю.Д. Карпиевич,
д.т.н., профессор, И.И. Бондаренко, к.т.н., доцент, БГАТУ, г. Минск,
Республика Беларусь) 209
- 5 **ОБЪЕМ ИЗРАСХОДОВАННОГО ДВИГАТЕЛЕМ ТОПЛИВА
КАК ПОКАЗАТЕЛЬ СТЕПЕНИ ВЫРАБОТКИ РЕСУРСА
МОТОРНОГО МАСЛА** (Ю.Д. Карпиевич, д.т.н., профессор,
В.В. Михалков, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика
Беларусь) 211
- 6 **НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТА
БЛОКИРОВКИ СИММЕТРИЧНОГО МЕЖКОЛЕСНОГО
ДИФФЕРЕНЦИАЛА АВТОМОБИЛЯ** (Ю.Д. Карпиевич, д.т.н.,
профессор, А.Ф. Безручко, к.т.н., доцент, В.В. Михалков,
ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 214
- 7 **СРЕДСТВА ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ КРАНА
УПРАВЛЕНИЯ ФРИКЦИОННОЙ МУФТЫ ВАЛА ОТБОРА
МОЩНОСТИ ТРАКТОРА** (А.В. Бобрышов¹, к.т.н., доцент,
С.Н. Капов¹, д.т.н., профессор, А.Н. Петенёв¹, к.т.н., доцент,
И.А. Орлянская¹, к.т.н., доцент, Г.И. Геодроитъ², к.т.н., доцент,
¹ФГБОУ ВО «Ставропольский ГАУ», г. Ставрополь, Российская
Федерация, ²БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 217

8	СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ С МНОГОТОЧЕЧНЫМ ВПРЫСКОМ (MPI) (А.Г. Белевич, ст. преподаватель, И.И. Бондаренко, к.т.н., доцент, К.М. Ракецкая, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	221
9	ПОЛУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДОРОДНОГО БИОГАЗА НА БОРТУ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ (И.З. Насиров, к.т.н., профессор, М.А. Хайдаров, ст. преподаватель, Андижанский государственный технический институт, г. Андижан, Республика Узбекистан)	224
10	АНАЛИЗ ДАННЫХ ВИБРОДИАГНОСТИКИ ТОПЛИВНОЙ ФОРСУНКИ С БОКОВЫМ ПОДВОДОМ ТОПЛИВА (В.Е. Тарасенко, к.т.н., доцент, А.В. Михолап, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	227
11	ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРИСТОСТИ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН (В.Г. Костенич ¹ , к.т.н., доцент, В.А. Белоусов ² , к.т.н., доцент, А.В. Гордеенко ² , к.т.н., доцент, Д.Д. Абрамович ¹ , студент, ¹ БГАТУ, г. Минск, ² БГСХА, г. Горки, Республика Беларусь)	230
12	СИЛОВОЙ РАСЧЕТ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ (А.Н. Орда ¹ , д.т.н., профессор, В.А. Шкляревич ¹ , ст. преподаватель, Н.Л. Ракова ¹ , к.т.н., доцент, Ж.И. Пантелеева ¹ , к.физ.-мат.н., доцент, А.С. Воробей ² , к.т.н., доцент, докторант, ¹ БГАТУ; ² РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь)	233
13	ВЛИЯНИЕ ПОДАЧИ НА ВПУСКЕ РАПСОВОГО МАСЛА НА ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ДИЗЕЛЯ Д-243 (В.А. Белоусов ¹ , к.т.н., доцент, В.Г. Костенич ² , к.т.н., доцент, А.В. Гордеенко ¹ , к.т.н., доцент, ¹ БГСХА, г. Горки, ² БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	236
14	СНИЖЕНИЕ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА (А.В. Гордеенко ¹ , к.т.н., доцент, В.А. Белоусов ¹ , к.т.н., доцент, В.Г. Костенич ² , к.т.н., доцент, ¹ БГСХА, г. Горки, ² БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	238
15	РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ МАЛОТОННАЖНЫХ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ (И.А. Серебряков, к.т.н., А.Э. Волосевич, Д.В. Дудко, студенты, БНТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	241

16	ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДГУ НА ОБЪЕКТАХ АПК (О.В. Бондарчук, к.т.н., доцент, Ю.Н. Селюк, ст. преподаватель, Е.А. Дерушко, магистрант, А.Р. Шкарупа, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	243
17	МАГНИТНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ УПРОЧНЕНИЕ С ПНЕВМОВИБРОДИНАМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВИНТОВЫХ НАСОСОВ (А.В. Миранович, к.т.н., доцент, Д.Е. Афанасенко, аспирант, А.А. Косак, магистрант, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	246
18	ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ЭКСПЕНТРИКОВЫХ ВИНТОВЫХ НАСОСОВ КОМБИНИРОВАННЫМИ МЕТОДАМИ УПРОЧНЕНИЯ (А.В. Миранович, к.т.н., доцент, А.А. Косак, магистрант, Д.Е. Афанасенко, аспирант, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	249
19	АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ДЕТАЛЕЙ ВИНТОВЫХ ОБЪЕМНЫХ НАСОСОВ (А.В. Миранович, к.т.н., доцент, А.А. Косак, магистрант, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	251

Секция 3 «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА»

1	ТЕЛЕМАТИКА ПЕРЕВОЗКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ГРУЗОВ: ЭКОНОМИЯ, БЕЗОПАСНОСТЬ, КОНТРОЛЬ (А.И. Фомичев ¹ , к.т.н., доцент, Е.А. Криштанов ¹ , к.т.н., доцент, В.И. Ветушко ¹ , ст. преподаватель, В.Б. Ловкис ² , к.т.н., доцент, ¹ ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский ГАУ», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, ² БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	255
2	УСЛОВИЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА (Т.Н. Кузьмина ¹ , ст. научный сотрудник, Н.И. Болтянская ² , к.т.н., доцент, ¹ ФГБНУ «Росинформагротех», р.п. Правдинский, ² Мелитопольский государственный университет, г. Мелитополь)	257
3	ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ В ЗАО «АГРОКОМБИНАТ НЕСВИЖСКИЙ» (Д.С. Праженик, В.В. Носко, ст. преподаватели, Ю.А. Нестеров, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	260
4	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРОНОВ И СПУТНИКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЦИФРОВОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ (А.С. Вороненко, ассистент, Т.А. Непарко, к.т.н., доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	262

5.	ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ЛЮЦЕРНЫ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ (И.В. Киричкова, д.с.-х.н., профессор, Ф.И. Вдовенко, к.с.-х.н., доцент, О.М. Воробьева, к.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ», г. Волгоград, Российская Федерация)	266
6	СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ ВРЕМЕНИ НА ХОЛОСТЫЕ ХОДЫ МТА (Т.А. Непарко, к.т.н., доцент, И.П. Прокопенко, магистрант, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	268
7	ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ МАШИН ДЛЯ УБОРКИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В УСЛОВИЯХ КАЗАХСТАНА (А.С. Рзалиев, к.т.н., доцент, С. Бекбосынов, к.т.н., ведущий научный сотрудник, В.П. Голобородько, к.с.-х.н., ведущий научный сотрудник, С.С. Калиева, докторант, ст. научный сотрудник, А.А. Ермекбаев, ведущий инженер, ТОО «НПЦ Агроинженерии», г. Алматы, Республика Казахстан)	271
8	МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ РАБОТ (Т.А. Непарко, к.т.н., доцент, И.П. Прокопенко, магистрант, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	275
9	ПРОЦЕССЫ АЗОТФИКСАЦИИ В АГРОЦЕНОЗАХ СОИ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ТИПИЧНОМ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ (И.Я. Пигорев, д.с.-х.н., профессор, К.В. Кузьминов, аспирант, ФГБОУ ВО «Курский ГАУ им. И.И. Иванова», г. Курск, Российская Федерация)	278
10	ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА: ГИДРОПОННЫЙ ПОДХОД К ВЫРАЩИВАНИЮ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ (А.А. Хатмуллин, магистр, И.Ю. Кузнецов, д.с.-х.н., профессор, ФГОУ ВО «Башкирский ГАУ», г. Уфа, Российская Федерация)	280
11	ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ МЕР БОРЬБЫ С ВЫЮНКОМ ПОЛЕВЫМ (Т.М. Дайнеко, к.с.-х.н., доцент, Н.А. Близнюк, к.с.-х.н., доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	283
12	ЭКОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ БИОМАССЫ И УРОЖАЙНОСТИ КАРТОШКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПЛОЩАДИ ПИТАНИЯ (А.А. Туреев, д.ф.-б.н. (PhD), НПО «Зерно и рис», Республика Каракалпакстан)	285
13	ОПЕРАТИВНЫЙ ВЫБОР ЭФФЕКТИВНОГО СПОСОБА ДВИЖЕНИЯ МТА (Т.А. Непарко, к.т.н., доцент, И.П. Прокопенко, магистрант, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	288
14	ЭКОЛОГИЯ ВЛИЯНИЕ ДОЗ БИОГУМУСА И НАВОЗА НА ГУСТОТУ СТОЯНИЯ И ФОРМИРОВАНИЕ БИОПОТЕНЦИАЛА У ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ КАРАКАЛПАКСТАНА (А.А. Туреев, д.ф.-б.н. (PhD), НПО «Зерно и рис», Республика Каракалпакстан)	293

15	СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР (А.С. Вороненко, ассистент, Д.И. Сушко, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) . . .	296
16	К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОЦЕССА ДРАЖИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРОРОЩЕННЫХ СЕМЯН ЛЬНА (А.В. Дранников, д.т.н., профессор, Е.М. Сухоруков, аспирант, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж, Российская Федерация)	298
17	УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ ТВЕРДОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ (А.А. Левченко, аспирант, ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ», г. Волгоград, Российская Федерация)	301
18	РОЛЬ ПРИЕМОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ В ОРОШАЕМЫХ УСЛОВИЯХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ (О.Г. Гиченкова, к.с.-х.н., Ю.А. Лаптина, д.с.-х.н., А.Ю. Лаптин, аспирант, ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ», г. Волгоград, Российская Федерация)	303
19	МЕТЕОСТАНЦИЯ КАИРО MINI ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД ГОРОХА (С.Н. Ватракиин ¹ , аспирант, С.А. Васильев ² , к.т.н., доцент, Г.Р. Абдулвалеева ¹ , аспирант, ¹ ФГОУ ВО «Башкирский ГАУ», г. Уфа, ² ФГБОУ ВО «Самарский ГАУ», г. Самара, Российская Федерация)	306
20	ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТЕОСТАНЦИИ КАИРО MINI НА ПОСЕВАХ ГОРОХА (С.Н. Ватракиин, аспирант, Е.Г. Ватракина, аспирант, ФГОУ ВО «Башкирский ГАУ», г. Уфа, Российская Федерация)	309
21	ПРИМЕНЕНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА ПОСЕВЕ ГОРОХА СО СКЛОНОМ ЮЖНОЙ ЭКСПОЗИЦИИ (Е.Г. Ватракина ¹ , аспирант, С.Н. Ватракиин ¹ , аспирант, А.А. Нигматьянов ² , к.с.-х.н., доцент, ¹ ФГОУ ВО «Башкирский ГАУ», ² ФГОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа, Российская Федерация)	312
22	ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ (Е.А. Ромашко, инженер, Д.В. Дуоко, А.Э. Волосевич, студенты, БНТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	314
23	ЭФФЕКТИВНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ЗАГОТОВКЕ КОРМОВ (Т.А. Непарко, к.т.н., доцент, И.П. Прокопенко, магистрант, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	317

- 24 **РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ В БОРЬБЕ С БОЛЕЗНЯМИ ЗЕРНОВОЙ КУКУРУЗЫ НА ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВАХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ** (А.Ю. Москвичев, д.с.-х.н., профессор, И.А. Корженко, к.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ», г. Волгоград, Российская Федерация) 319
- 25 **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА НА ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВАХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ** (О.В. Резникова, к.с.-х.н., доцент, А.Н. Сарычев, к.с.-х.н., доцент, Н.А. Задорожная, магистрант, Р.Г. Задорожный, магистрант, ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ», г. Волгоград, Российская Федерация) 322
- 26 **ПРОДУКТИВНОСТЬ СОВРЕМЕННЫХ РАЙОНИРОВАННЫХ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА НА ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВАХ** (А.Н. Сарычев, к.с.-х.н., доцент, О.В. Резникова, к.с.-х.н., доцент, Р.Г. Задорожный, магистрант, Н.А. Задорожная, магистрант, ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ», г. Волгоград, Российская Федерация) 325
- 27 **ВЛИЯНИЕ СОРТОВЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ И АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ** (О.В. Резникова, к.с.-х.н., доцент, А.А. Сарычев, студент, ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ», г. Волгоград, Российская Федерация) ... 327
- 28 **ПРОДУКТИВНОСТЬ РАЙОНИРОВАННЫХ СОРТОВ НУТА НА ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВАХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ** (А.Н. Сарычев, к.с.-х.н., доцент, К.С. Углянцев, магистрант, А.П. Дорохин, магистрант, ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ», г. Волгоград, Российская Федерация) 330
- 29 **ЛЕНТОЧНЫЙ ВАЛКОВАТЕЛЬ: ФОРМИРОВАНИЕ ВАЛКОВ** (Т.А. Непарко¹, к.т.н., доцент, В.Б. Ловкис¹, к.т.н., доцент, Н.Н. Быков¹, к.т.н., доцент, Э.В. Дыба², к.т.н., доцент, ¹БГАТУ, ²РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь) 332
- 30 **ЛЕНТОЧНЫЙ ВАЛКОВАТЕЛЬ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ** Т.А. Непарко¹, к.т.н., доцент, В.Б. Ловкис¹, к.т.н., доцент, Н.Н. Быков¹, к.т.н., доцент, Э.В. Дыба², к.т.н., доцент, ¹БГАТУ, ²РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь) 335
- 31 **ПРОДУКТИВНОСТЬ ГИБРИДОВ РЕПЧАТОГО ЛУКА НА КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ** (А.А. Федорова, аспирант, ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ», г. Волгоград, Российская Федерация) 338

32	ОРГАНИЗАЦИЯ УБОРКИ НЕЗЕРНОВОЙ ЧАСТИ УРОЖАЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР (Т.А. Непарко ¹ , к.т.н., доцент, Н.И. Болтянская ² , к.т.н., доцент, Е.А. Городецкая ¹ , к.т.н., доцент, ¹ БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь, ² Мелитопольский государственный университет, г. Мелитополь)	340
33	ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО (В.И. Филин, д.с.-х.н., профессор, А.Н. Сарычев, к.с.-х.н., доцент, Е.С. Сарычева, магистрант, А.А. Сарычев, студент, ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ», г. Волгоград, Российская Федерация)	343
34	РОЛЬ УДОБРЕНИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ЭЛЕМЕНТОВ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ И ПРОДУКТИВНОСТИ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ (В.И. Филин, д.с.-х.н., профессор, Е.С. Сарычева, магистрант, А.А. Сарычев, студент, ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ», г. Волгоград, Российская Федерация)	346
35	ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО РАСТЕНИЕВОДСТВА (Н.Н. Быков, к.т.н., доцент, Т.А. Непарко, к.т.н., доцент, И.П. Прокопенко, магистрант, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	348
36	АГРОБИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЭХИНАЦЕИ ПУРПУРНОЙ В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ (Н.Н. Вечер, к.б.н., доцент, Д.Д. Бельский, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	351
37	ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ (А.С. Вороненко, ассистент, Д.И. Сушко, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	355
38	АВТОМАТИЗАЦИЯ ВНУТРЕННЕЙ СРЕДОЙ ТЕПЛИЦ НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ И ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ КОНТРОЛЛЕРОВ (А. Ягышева, преподаватель, С. Ходжагулиева, преподаватель, Ы. Курбанов, студент, Сельскохозяйственный университет имени С.А. Ниязова, г. Ашхабад, Туркменистан)	358
39	ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР В СИСТЕМЕ ОТКРЫТОГО ГРУНТА (С.И. Ан, студент, С. В. Белоусов, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ имени И.Т. Трубилина», г. Краснодар, Российская Федерация)	361
40	ВЫБОР КРИТЕРИЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ МТА (Т.А. Непарко, к.т.н., доцент, И.П. Прокопенко, магистрант, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	363

41	АГРОДРОНЫ С РЕКУПЕРАТИВНОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКОЙ (А.Д. Семеницкий, студент, С. В. Белоусов, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ имени И.Т. Трубиллина», г. Краснодар, Российская Федерация)	366
42	СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗДЕЛЕНИЯ САХАРНОГО УТФЕЛЯ ПЕРВОЙ КРИСТАЛИЗАЦИИ (А.С. Мустафина, к.т.н., доцент, А.Ю. Назаров, студент, ФГБОУ ВО «Российский ГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Российская Федерация)	368
43	РОЛЬ ЭКСПОЗИЦИИ СКЛОНА В ФОРМИРОВАНИИ СОРНО-ПОЛЕВЫХ СООБЩЕСТВ (Дудкин И.В., д.с.-х.н., ФГБОУ ВО «Курский ГАУ им. И.И. Иванова», г. Курск, Российская Федерация)	371

Секция 4 «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МЕХАНИЗАЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ»

1	АЛГОРИТМ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО КОНТРОЛЯ ДВИЖУЩИХСЯ КОРОВ (И.И. Гируцкий, д.т.н., доцент, А.Г. Сеньков, к.т.н., доцент, Д.Д. Слимаков, аспирант, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	374
2	БАЛАНСИРОВАНИЕ РАЦИОНОВ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ЗА СЧЁТ БЕЛКОВО-ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК (В.Ф. Радчиков ¹ , д-р с.-х. наук, профессор, В.П. Цай ¹ , А.Н. Кот ¹ , М.В. Джумкова ¹ , М.И. Сложеникина ² , д-р биол. наук, профессор, И.Ф. Горлов ² , А.А. Мосолов ² , ¹ РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», г. Жодино, Республика Беларусь, ² Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной продукции, г. Волгоград, Российская Федерация)	377
3	БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ (М. Чопанов, к.т.н., ст. преподаватель, А.А. Дурдымедов, преподаватель, Ы. Курбанов, студент, Сельскохозяйственный университет им. С.А. Ниязова, г. Ашхабад, Туркменистан)	379
4	ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО КОБАЛЬТА НА ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА (А.Н. Кот ¹ , Г.Н. Радчикова ¹ , Т.Л. Сапсальева ¹ , И.С. Серяков ² , В.И. Петров ² , Е.Л. Жилич ³ , Д.В. Бернацкая ³ , В.В. Никончук ³ , ¹ РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», г. Жодино, ² УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, ³ РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь)	381

- 5 **ВЛИЯНИЕ РАЦИОНОВ С РАЗНОЙ РАСЩЕПЛЯЕМОСТЬЮ ПРОТЕИНА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ БЫЧКОВ** (В.Ф. Радчиков¹, Ю.Ю. Ковалевская¹, И.В. Богданович¹, А.В. Убушиева², В.С. Убушиева², В.С. Токарев³, В.Н. Карабанова³, ¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», г. Жодино, Республика Беларусь, ²ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова», г. Элиста, Республика Калмыкия, Российская Федерация, ³ВГАВМ, г. Витебск, Республика Беларусь) 384
- 6 **ВЛИЯНИЕ СКАРМЛИВАНИЯ МОЛОДНЯКУ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА БАРДЫ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ КОРМА** (В.П. Цай¹, Г.Н. Радчикова¹, Т.Л. Сапсальева¹, И.В. Богданович¹, Г.В. Бесараб¹, Н.И. Мосолова², И.В. Сучкова³, ¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», г. Жодино, Республика Беларусь, ²Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной продукции, г. Волгоград, Российская Федерация, ³ ВГАВМ, г. Витебск, Республика Беларусь) 387
- 7 **ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОЛУТВЕРДЫХ СЫРОВ НА ТЕХНОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ** (В.Л. Захаров, д.с.-х.н., доцент, А.А. Зайцев, к. физ.-мат.н., доцент, ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», г. Елец, Российская Федерация) 391
- 8 **ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СОДЕРЖАНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ТЕЛЯТ** (С.А. Костюкевич, к.с.-х.н., доцент, Д.Ф. Кольга, к.т.н., доцент, Т.М. Чумак, ст. преподаватель, П.Ю. Ковель, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) ... 394
- 9 **ВНЕДРЕНИЕ ПЕРЕДОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН** (З.З. Ильсова¹, к.б.н., доцент, З.А. Залилова¹, к.э.н., доцент, М.А. Орипов², к.э.н., доцент, ¹ФГБОУ ВО «Башкирский ГАУ», г. Уфа, Республика Башкортостан, Российская Федерация, ²Бухарский государственный университет, г. Бухара, Республика Узбекистан) 397
- 10 **ВОПРОС ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЖИВОЙ МАССЫ КРС ПО ПРОМЕРАМ ТЕЛА** (Е.Л. Жилич, Ю.Н. Рогальская, научный сотрудник, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь) 399

- 11 **ВЫРАЩИВАНИЕ РЕМОНТНЫХ БЫЧКОВ ЧЁРНО-ПЁСТРОЙ ПОРОДЫ С РАЗНЫМ КАЧЕСТВОМ ПРОТЕИНА** (В.Ф. Радчиков¹, В.П. Цай¹, Б.К. Салаев², А.К. Натыров², Н.Н. Мороз², Б.С. Убушаев², А.В. Убушиева², В.С. Убушиева², ¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», г. Жодино, Республика Беларусь, ²ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова», г. Элиста, Республика Калмыкия) 402
- 12 **ГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ МАКЕТНОГО ОБРАЗЦА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО БЕСКОНТАКТНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОМЕРОВ ТЕЛА И ЖИВОЙ МАССЫ КРС** (Е.Л. Жилич, Ю.Н. Рогальская, научный сотрудник, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь) 405
- 13 **ДИСПЕРСНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО БЕСКОНТАКТНОМУ ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПРОМЕРОВ ТЕЛА И ЖИВОЙ МАССЫ КРС** (Е.Л. Жилич, Ю.Н. Рогальская, научный сотрудник, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь) ... 408
- 14 **ЖМЫХ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО В КОРМЛЕНИИ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА** (И.А. Голуб¹, М.Е. Маслинская¹, Т.Л. Сапсалёва², Г.Н. Радчикова², И.В. Богданович², В.В. Букас³, ¹РНДУП «Институт льна», аг. Устье, Республика Беларусь, ²РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», г. Жодино, ³ВГАВМ, г. Витебск, Республика Беларусь) 410
- 15 **ЗАВИСИМОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РУБЦОВОГО ПИЩЕВАРЕНИЯ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ОТ КРАТНОСТИ КОРМЛЕНИЯ** (А.Н. Кот¹, В.Ф. Радчиков¹, Б.К. Салаев², А.К. Натыров², Н.Н. Мороз², Б.С. Убушаев², А.Г. Марусич³, Д.В. Бернацкая⁴, В.В. Никончук⁴, ¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», г. Жодино, Республика Беларусь, ²ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова», г. Элиста, Республика Калмыкия, ³БГСХА, г. Горки, Республика Беларусь, ⁴РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь) 413
- 16 **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАМЕНИТЕЛЯ ЦЕЛЬНОГО МОЛОКА В КОРМЛЕНИИ ТЕЛЯТ** (В.Ф. Радчиков¹, А.Н. Кот¹, Т.Л. Сапсалёва¹, Г.В. Бесараб¹, В.С. Убушиева², А.В. Убушиева², И.В. Сучкова³, ¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», г. Жодино, Республика Беларусь, ²ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова», г. Элиста, Республика Калмыкия, Российская Федерация, ³ВГАВМ, г. Витебск, Республика Беларусь) .. 416

- 17 **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ
ОТСЛЕЖИВАНИЯ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ДОМАШНИХ
СЕВЕРНЫХ ОЛЕНЕЙ В МОМСКОМ УЛУСЕ РЕСПУБЛИКИ
САХА (ЯКУТИЯ)** (О.И. Захарова, к.в.н., С.Н. Громов, студент,
ФГБОУ ВО Арктический государственный агротехнологический
университет, г. Якутск, Республика Саха (Якутия), Российская
Федерация) 419
- 18 **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН НЕСТАБИЛЬНОСТИ
ВАКУУММЕТРИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ В ПОДСОСКОВОЙ
КАМЕРЕ ДОИЛЬНОГО СТАКАНА** (С.Н. Бондарев,
ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 422
- 19 **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЛАЖНОСТИ,
ТЕМПЕРАТУРЫ И ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ШНЕКА НА
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ МАКАРОННОГО ПРЕССА С
КОНФУЗОРНО-ДИФУЗОРНЫМИ ВСТАВКАМИ** (А.Б. Торган,
к.т.н., доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 425
- 20 **КОМПЛЕКС МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНИЧЕСКОЙ
ФОРМЕ В КОРМЛЕНИИ БЫЧКОВ** (В.П. Цай¹, Г.Н. Радчикова¹,
Н.И. Мосолова², М.М. Карпеня³, Е.А. Лёвкин³, Л.А. Возмитель³,
Т.В. Медведская³, Е.Л. Жилич⁴, Д.В. Бернацкая⁴, ¹РУП «НПЦ НАН
Беларуси по животноводству», г. Жодино, Республика Беларусь,
²Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной
продукции, г. Волгоград, Российская Федерация, ³ВГАВМ,
г. Витебск, Республика Беларусь, ⁴РУП «НПЦ НАН Беларуси по
механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь) ... 428
- 21 **КОРМЛЕНИЕ КОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ХВОЙНОЙ
КОРМОВОЙ ДОБАВКИ** (И.В. Бритвина¹, к.с.-х.н., доцент,
Ю.Л. Ошуркова¹, Е.В. Новолоцкая¹, Е.А. Сметкина¹, В.П. Короткий²,
В.А. Рыжов², В.Ф. Радчиков³, д.с.-х.н., профессор, О.Л. Екельчик⁴,
научный сотрудник, ¹ФГБОУ ВО «Вологодская государственная
молочно-хозяйственная академия имени Н.В. Верещагина», г. Вологда,
²ООО НТЦ «Химинвест», г. Нижний Новгород, Российская
Федерация, ³РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»,
г. Жодино, ⁴РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского
хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь) 430
- 22 **ЛЬНЯНОЙ РОГМЫХ В КОРМЛЕНИИ МОЛОДНЯКА
КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА** (Т.Л. Сапсальева¹, к.с.-х.н.,
доцент, А.М. Глинкова¹, Г.В. Бесараб¹, И.В. Богданович¹, И.А. Голуб²,
д.с.-х.н., профессор, М.Е. Маслинская², Д.В. Медведева³, научный
сотрудник, Д.В. Бернацкая⁴, научный сотрудник, С.А. Цалко⁴,
¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», г. Жодино,
²РНДУП «Институт льна», аг. Устье, ³ООО «Молоко», г. Витебск,
⁴РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь) 434

23	НОВАЯ ПРИРОДНАЯ ДОБАВКА В КОРМЛЕНИИ КОЗ (Н.П. Буряков ¹ , д.б.н., профессор, В.П. Короткий ² , директор, В.А. Рыжов ² , Д.С. Миксон ³ , к.х.н., В.Ф. Радчиков ⁴ , к.с.-х.н., доцент, ¹ ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, ² ООО НТЦ «Химинвест», г. Нижний Новгород, ³ Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, ⁴ РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», г. Жодино, Республика Беларусь)	438
24	О НЕКОТОРЫХ ПОДХОДАХ К МОДЕРНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДНЯКА ЖИВОТНЫХ И ПТИЦЫ В АПК (О.В. Бондарчук, к.т.н., доцент, Ю.Н. Селюк, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	441
25	ОБЗОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ КОРМОВОГО СТОЛА (Ф.И. Назаров, к.т.н., доцент, В.А. Чавлытко, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	444
26	ОПТИМИЗАЦИЯ МОЛОЧНОГО СТАДА ПО КАТЕГОРИЯМ ПРОДУКТИВНОСТИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ РОБОТИЗИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (М.А. Керимов, д.т.н., профессор, К.В. Горецкий, аспирант, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский ГАУ», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)	446
27	ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ СОРБЕНТОВ (В.С. Бочарников, член-корр. РАН, д.т.н., профессор, М.А. Денисова, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ», г. Волгоград, Российская Федерация)	449
28	ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОБОЧНОГО СЫРЬЯ ОТ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ КРОЛИКОВ (С.В. Полянских, к.т.н., доцент, О.Г. Орехов, к.т.н., О.А. Милованова, студент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж, Российская Федерация)	451
29	ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ И КАЧЕСТВО МОЛОКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИИ СОДЕРЖАНИЯ КОРОВ (С.А. Костюкевич, к.с.-х.н., доцент, Д.Ф. Кольга, к.т.н., доцент, А.И. Сержантова, к.б.н., Т.М. Чумак, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	454

30	ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ ТЕЛЯТ ЗА СЧЁТ СКАРМЛИВАНИЯ ХВОЙНО-ФИТОГЕННОЙ ДОБАВКИ (В.В. Зайцев ¹ , д.б.н., Л.М. Зайцева ¹ , И.Н. Майоров ¹ , Н.В. Боголюбова ¹ , В.П. Короткий ² , В.А. Рыжов ² , В.Ф. Радчиков ³ , д.с.-х.н., профессор, Ю.Н. Rogalskaya ⁴ , Д.В. Бернацкая ⁴ , научный сотрудник, ¹ «Самарский ГАУ», г. Самара, ² ООО НТЦ «Химинвест», г. Нижний Новгород, Российская Федерация, ³ РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», г. Жодино, ⁴ РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь)	456
31	ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА (Д.С. Праженик, ст. преподаватель, В.В. Носко, ст. преподаватель, Ю. А. Нестеров, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	459
32	ПРИМЕНЕНИЕ ЛЕНТОЧНОЙ СУШИЛКИ С КОМБИНИРОВАННЫМ ПОДВЕДЕНИЕМ ЭНЕРГИИ ДЛЯ СУШКИ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА (Ю.В. Саенко, д.т.н., профессор, Р.З. Байрамов, ассистент, ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ», п. Майский, Российская Федерация)	461
33	ПРИМЕНЕНИЕ РАПСОВОГО ЖМЫХА В КОМБИ-КОРМОВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ (С.А. Дрозд, к.т.н., Д.С. Кочев, магистрант, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	464
34	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КОРМЛЕНИЯ НА ФЕРМАХ ДОЙНОГО СТАДА (Д.Ф. Кольга, к.т.н., доцент, Д.В. Лагун, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	466
35	СВЧ-СИСТЕМА С ШНЕКОВОЙ ТРАНСПОРТИРОВКОЙ И ОЗОНОВОЙ ДЕЗИНФЕКЦИЕЙ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНОГО МЯСНОГО СЫРЬЯ (Е.В. Воронов, к.э.н., доцент, Г.В. Новикова, д.т.н., профессор, О.В. Михайлова, д.т.н., профессор, М.В. Просвирякова, д.т.н., доцент, ГБОУ ВО «Нижегородский инженерно-экономический университет», г. Княгинино, Российская Федерация)	469
36	СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПНЕВМОКАНАЛА ЗЕРНО-ОЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ (А.И. Ермаков, к.т.н., доцент, С.А. Зеленко, к.т.н., БНТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	471
37	ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭТАПОВ РАЗДЕЛЕНИЯ ЖИРА И ПЛАЗМЫ МОЛОКА В МЕЖТАРЕЛОЧНОМ ПРОСТРАНСТВЕ СЕПАРАТОРА-СЛИВКООТДЕЛИТЕЛЯ (А.В. Яшин, к.т.н., доцент, Н.С. Чиркова, ассистент; ФГБОУ ВО «Пензенский ГАУ», г. Пенза, Российская Федерация)	474

- 38 **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЦЕССУ ПЕРЕРАБОТКИ ГРУБОГО РАСТИТЕЛЬНОГО КОРМА В ПРЕБИОТИЧЕСКУЮ ДОБАВКУ ДЛЯ ТЕЛЯТ** (А.В. Китун¹, д.т.н., профессор, П.Ю. Крупенин², к.т.н., доцент, ¹БГАТУ, г. Минск, ²БГСХА, г. Горки, Республика Беларусь) 477
- 39 **ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПРИ СКАРМЛИВАНИИ РАЗНЫХ ФОРМ ЦИНКА** (А.Н. Кот¹, к.с.-х.н., доцент, Н.В. Пилюк¹, И.С. Серяков², д.с.-х.н., профессор, А.Я. Райхман², А.Г. Марусич², В.И. Петров², Е.И. Приловская³, старший преподаватель, В.В. Никончук⁴, научный сотрудник, ¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», г. Жодино, ²БГСХА, г. Горки, ³Полесский государственный университет, г. Пинск, ⁴РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь) 480
- 40 **ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ОВЕЦ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ В РАЦИОН ХВОЙНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ** (В.П. Короткий¹, В.А. Рыжов¹, П.С. Остапчук², к.с.-х.н., Е.Н. Усманова², Т.А. Куевда², В.Ф. Радчиков³, д.с.-х.н., профессор, Г.В. Бесараб³, С.А. Цалко⁴, научный сотрудник, ¹ООО НПЦ «Химинвест», г. Нижний Новгород, Российская Федерация, ²ФГБУН «НИИ сельского хозяйства Крыма», г. Симферополь, ³РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», г. Жодино, ⁴РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь) 483
- 41 **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ДВУХСТАДИЙНОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЗЕРНА** (С.А. Дрозд, к.т.н., БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 486
- 42 **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЖИВОЙ МАССЫ КРС** (Е.Л. Жилич, Ю.Н. Рогальская, научный сотрудник, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь) .. 488
- 43 **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ В РАЦИОН РАЗНЫХ ДОЗ ГОРОХА** (Г.Н. Радчикова¹, к.с.-х.н., доцент, Т.Л. Сапсальева¹, И.Б. Измайлович², д.с.-х.н., доцент, А.Н. Садовов², А.Я. Райхман², А.Г. Марусич², к.с.-х.н., доцент, Д.В. Медведева³, научный сотрудник, В.В. Никончук⁴, научный сотрудник, ¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», г. Жодино, ²БГСХА, г. Горки, Республика Беларусь, ³ООО «Молоко», г. Витебск, ⁴РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь) 491

- 44 **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ТЕЛЯТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗНЫХ МОЛОЧНЫХ КОРМОВ** (В.Ф. Радчиков¹, д.с.-х.н., профессор, И.В. Богданович¹, Н.В. Пилюк¹, С.Н. Разумовский², Л.А. Возмитель², к.с.-х.н., В.В. Карелин², В.В. Никончук³, научный сотрудник, ¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», г. Жодино, ²ВГАВМ, г. Витебск, ³РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь) 495
- 45 **ЭФФЕКТИВНОСТЬ СКАРМЛИВАНИЯ ТЕЛЯТАМ СУХОГО ЗАМЕНИТЕЛЯ ЦЕЛЬНОГО МОЛОКА** (В.Ф. Радчиков², д.с.-х.н., профессор, Г.В. Бесараб², И.Ф. Горлов¹, д.б.н., профессор, М.И. Сложеникина¹, А.А. Мосолов¹, Н.А. Шарейко³, к.с.-х.н., доцент, О.Ф. Ганущенко³, Д.В. Бернацкая⁴, С.Н. Сапач⁴, научный сотрудник, ¹Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной продукции, г. Волгоград, Российская Федерация, ²РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», г. Жодино, ³ВГАВМ, г. Витебск, ⁴РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь) 498
- 46 **ИЗМЕНЕНИЕ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ И СОДЕРЖАНИЯ АНТИПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ЧЕЧЕВИЦЫ ПОСЛЕ ЭКСТРУДИРОВАНИЯ** (В.Е. Плотников, аспирант, М.В. Копылов, к.т.н., доцент, Л.И. Василенко, к.т.н., доцент, И.В. Плотникова, к.т.н., доцент, В.В. Курганская, студент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж, Российская Федерация) 501
- 47 **ШНЕКОВО-ЛЕНТОЧНЫЙ СМЕСИТЕЛЬ СЫПУЧИХ КОРМОВ** (М.Е. Выгузов¹, аспирант, Т.М. Ковалева¹, аспирант, С.М. Ведищев¹, д.т.н., профессор, В.В. Коновалов², д.т.н., профессор, Е.Б. Ложкина¹, аспирант, ¹ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, ²ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет», г. Пенза, Российская Федерация) 503
- 48 **РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДВУХРЕЗОНАТОРНЫХ СВЧ-ВОСКТОПОК НЕПРЕРЫВНО-ПОТОЧНОГО ДЕЙСТВИЯ** (А.В. Шевелев, соискатель, О.В. Михайлова, д.т.н., профессор, М.В. Просвирякова, д.т.н., доцент, ГБОУ ВО «Нижегородский инженерно-экономический университет», г. Княгинино, Российская Федерация) 506
- 49 **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИЦЕПНОГО ПИТАТЕЛЯ-ДОЗАТОРА КОРНЕПЛОДОВ** (А.И. Попов, к.пед.н., доцент, А.В. Брусенков, к.т.н., доцент, А.А. Пахомкин, аспирант, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, Российская Федерация) 509

50	ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТРЕНИЯ И СОПРОТИВЛЕНИЯ СДВИГУ КОРНЕЙ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В ВОДЕ И ПО СУХОЙ ПОВЕРХНОСТИ (А.В. Брусенков, к.т.н., доцент, А.И. Попов, к.пед.н., доцент, Н.А. Брусенков, студент, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, Российская Федерация)	512
----	--	-----

Секция 5 «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ АПК»

1	ПРИМЕНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ (В.Н. Василенко ¹ , д.т.н., профессор, С.Е. Корчагин ² , директор, Л.Н. Фролова ¹ , д.т.н., профессор, Р.А. Своеволин ¹ , аспирант, ¹ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», ² АНО «Траектория перемен», г. Воронеж, Российская Федерация)	515
2	ИННОВАЦИОННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ ВЕТЕРИНАРНЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН (З.З. Ильясова, к.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Бакирский ГАУ», г. Уфа, Республика Башкортостан, Российская Федерация)	517
3	РОБОТИЗАЦИЯ И ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ АПК (И.И. Гируцкий, д.т.н., доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) ..	520
4	РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИНЦИПА ОТКРЫТОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ В РАМКАХ СИНЕРГИЧЕСКОГО ПОДХОДА (Т.А. Непарко ¹ , к.т.н., доцент, Н.И. Болтянская ² , к.т.н., доцент, ¹ БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь, ² Мелитопольский государственный университет, г. Мелитополь)	524
5	РАЗРАБОТКА ТРЕНАЖЕРА ПО ИЗУЧЕНИЮ ОСНОВ КУРСОВ ФИЗИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ НА ОСНОВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ (И.А. Серебряков ¹ , к.т.н., Е.Д. Апанель ² , учащийся, ¹ БНТУ, ² УО «Национальный детский технопарк» г. Минск, Республика Беларусь)	527
6	РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОХОЖДЕНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ СТУДЕНТОМ УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ (М.А. Прищепов, д.т.н., профессор, А.А. Жидович, магистрант, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	529

7	ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ: МЕТОДОЛОГИЯ ОБОСНОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВА И СУЩНОСТИ (Н.Г. Серебрякова, к.пед.н., доцент, А.П. Мириленко, к.т.н., доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	531
8	ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ ЗАДАЧИ ВЫБОРА УНИВЕРСИТЕТА В ЗАДАЧЕ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЧАТ-БОТА ДЛЯ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ (Н.Г. Серебрякова, к.пед.н., доцент, Г.П. Лукашевич, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	534
9	УРОВНИ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТА СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ (И.Ф. Толкач, канд. искусствovedения, доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) . . .	537
10	РОЛЬ КУРАТОРА В МОТИВАЦИИ СТУДЕНТОВ К УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (Д.С. Праженик, В.В. Носко, В.В. Маркевич, ст. преподаватели, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	540
11	ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ 3D-СКАНИРОВАНИЯ, МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПЕЧАТИ ДЛЯ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН (А.Д. Куц ¹ , инженер, М.Д. Матюшенко ² , учащийся, ¹ БНТУ, ² УО «Национальный детский технопарк», г. Минск, Республика Беларусь)	542
12	О ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ДЛЯ ИННОВАЦИОННОГО АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА (С.В. Жилич, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)	545

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

УДК 631.171

СОВРЕМЕННОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

П.П. Казакевич¹, д-р техн. наук, профессор, член-корр. НАН Беларуси,

Д.И. Комлач², канд. техн. наук, доцент

¹Национальная академия наук Беларуси,

²РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация: в статье приводится анализ необходимости ускоренной модернизации агропромышленного комплекса Республики Беларусь и показано, что ключевым фактором роста эффективности является повышение уровня технической оснащенности и автоматизации. Предложен комплекс приоритетных направлений, таких как минимизация обработки почвы, внедрение технологий strip-till и no-till; развитие точного земледелия, создание многофункциональных универсальных машин и т.д. Реализация предложенных решений обеспечивает снижение издержек, повышение урожайности и экологической устойчивости, а также формирование наукоемких «точек роста» в отечественном сельхозмашиностроении.

Abstract: the article provides an analysis of the need for accelerated modernization of the agro-industrial complex of the Republic of Belarus and shows that a key factor in increasing efficiency is increasing the level of technical equipment and automation. A set of priority areas is proposed, such as minimizing tillage, the introduction of strip-till and no-till technologies; the development of precision agriculture, the creation of multi-functional universal machines, etc. The implementation of the proposed solutions ensures cost reduction, increased productivity and environmental sustainability, as well as the formation of high-tech "growth points" in the domestic agricultural machinery industry.

Ключевые слова: технологии, урожайность, экологичность, цифровые технологии, механизация сельского хозяйства, точное земледелие, минимальная обработка, специализированные машины, роботизация

Keywords: technologies, productivity, environmental friendliness, digital technologies, agricultural mechanization, precision farming, minimal processing, specialized machines, robotization

Введение

В соответствии с Национальной стратегией устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2035 года и этапами реализации Стратегии «Наука и технологии: 2018–2040» [1, 3] в 2026–2030 годы будут продолжены создание системных условий и цифровая интеллектуальная модернизация традиционных отраслей посредством формирования точек роста наукоемкой экономики, где главным драйвером развития определено сочетание изменения ба-

зовых подходов ведения сельского хозяйства с применением экосистем, цифровых платформ, робототехники и технологий дополненного интеллекта [2]. При этом для развития агропромышленного комплекса предусматривается повышение его конкурентоспособности посредством реализации концепции четвертой промышленной революции, создания новых производств высоких технологических укладов и обеспечения экологической устойчивости производств, где новым вектором развития машиностроения планируется освоение производства беспилотных транспортных средств и сельхозтехники (пригодной для высокоточного земледелия). Также основные усилия должны быть направлены на снижение вредного воздействия на окружающую среду с внедрением технологий ресурсопотребления и энергосбережения [2, 4]. Поэтому одним из ключевых направлений будет являться экологизация сельскохозяйственного производства, развитие органического и почвосберегающего сельского хозяйства за счет внедрения цифровых технологий управления земледелием (биологизация) на всех этапах производства (прямой и полосовой посев, дифференцированное внесение удобрений, контролируемый проезд техники, глобальное позиционирование GPS, оценка урожайности, создание электронных карт полей и т.п.), а также производства сельскохозяйственной техники, оснащенной сенсорными датчиками, современными бортовыми компьютерами и другими техническими средствами [2].

Основная часть

Учитывая, что Республика Беларусь обладает сравнительно низкоплодородными землями (качество сельскохозяйственных угодий оценивается в среднем в диапазоне от 30 до 35 баллов), для получения сопоставимой урожайности требуется применение повышенных доз минеральных и органических удобрений, а значит и материальных затрат. Также необходимо учитывать, что третья часть сельскохозяйственных угодий в республике – это мелиорированные (т.е. осушенные) земли, требующие повышенных затрат на поддержание нормальной работы всех мелиоративных систем. Кроме того, мелиорированные торфяно-болотные почвы – это весьма сложные для хозяйственного использования земли, где для получения целевых урожаев требуются дорогостоящие системы земледелия [4]. Поэтому одним из важнейших факторов роста эффективности сельскохозяйственного производства является уровень

его технической оснащенности. В этой связи основной упор должен быть сделан на дальнейшую механизацию и автоматизацию сельского хозяйства с переходом к точному земледелию и точному животноводству [2]. Реализация таких подходов в развитых странах позволила довести удельный вес населения, занятого в сельском хозяйстве, до 1,5–2,0 %. На основании вышеизложенного, основными задачами растениеводческой отрасли в ближайшие годы как для сельскохозяйственных организаций, так и для крестьянских (фермерских) хозяйств были и остаются рост производства продукции и снижение ее себестоимости. И одним из решений поставленных задач является дальнейшее совершенствование средств механизации для реализации существующих технологий обработки почвы и посева как для крупнотоварных, так и для мелкотоварных производств с внедрением новых перспективных технологий и комплексов машин, в основу которых должны быть положены: минимизация обработки почвы за счет снижения механического воздействия на почву путём совмещения операций и уменьшения глубины обработки до оптимальных пределов; внедрение (где это возможно) инновационных технологий обработки почвы таких как *no-till* и *strip-till*, которые позволяют сохранить структуру почвы и снизить эрозию; использование современных систем управления и автоматизации для оптимизации всех этапов производства, включая посев, уход за растениями и сбор урожая. Это позволит снизить трудозатраты и повысить эффективность; применение технологий точного земледелия, включая GPS и дронов, для мониторинга состояния посевов и почвы; применение многофункциональных универсальных машин, способных выполнять несколько операций за один проход позволяющих снизить количество необходимых обработок и сокращающих технологический парк техники в хозяйствах; применение технологий, которые позволяют адаптироваться к изменяющимся климатическим условиям, включая системы орошения и дренажа. Дальнейшее развитие растениеводческой отрасли требует комплексного подхода, объединяющего передовые технологии, механизацию и устойчивые практики, что приведет к повышению продуктивности и конкурентоспособности сектора.

Несмотря на достигнутые успехи в разработке почвообрабатывающих орудий, вспашка поля с помощью плуга по-прежнему играет решающую роль в обработке почвы. Анализ рынка плугов по-

казывает, что всеми ведущими фирмами Европы интенсивно ведутся работы в направлении дальнейшего совершенствования рабочих органов, создания многокорпусных (10–14) плугов к энергонасыщенным тракторам, ведутся поиски новых принципов конструктивного устройства широкозахватных плугов. В Республике Беларусь освоена гамма нового поколения плугов, которые, как показывают сравнительные испытания, по основным эксплуатационным и энергетическим показателям приближаются к лучшим зарубежным аналогам [2].

Вместе с тем, освоенные в республике плуги выполнены полунавесными, что снижает их эффективность при работе на полях сложной конфигурации и на полях с малой длиной гона. Поэтому для таких условий необходимо разработать навесные плуги к тракторам мощностью до 350 л.с., в т.ч. оснащенных приставками для дополнительной обработки почвы, позволяющих получать качественную обработку почвы за более короткое время, сократить число проходов МТА по полю и снизить удельный расход топлива.

Одновременно, сельскохозяйственное производство Республики Беларусь характеризуется большим разнообразием природных и производственных условий, которые обуславливают различные системы и технологии обработки почвы и посева. Наряду с традиционной отвальной системой прогнозируется использование и безотвальной, минимальная системы, которая в перспективе с учетом наличия преобладающего количества легких почв в республике станет наиболее распространенной [2].

В результате применения 6–9-польных севооборотов даже в пределах одного хозяйства имеет место большое разнообразие высеваемых культур. Основными из них являются: зерновые, зернобобовые, кукуруза, травы, лен, рапс и т.д. Для посева каждой культуры требуются специальные рабочие органы, а для некоторых и различные схемы посева (междурядья колеблются от 6,25 до 60 см). Для посева каждой культуры требуются специальные рабочие органы, а для них – специальные машины, зерновые сеялки, льянные сеялки, сеялки точного высева, стерневые сеялки, сеялки прямого посева и т.п.

Кроме того, в последнее время во многих регионах мира всё больший интерес проявляется к смешанному возделыванию сельскохозяйственных культур путём размещения компонентов разных

культур чередующимися рядками. Так, использование бобовых культур в смеси с зерновыми при смешанных посевах позволяет на 25...50% увеличить урожайность зелёной массы и в 1,5...2 раза повысить содержание в ней протеина.

Также в последние годы все чаще упоминаются технологии «Strip-Till» (полосовая обработка почвы) и «No-Till» (система земледелия без вспашки). Необходимость применения технологии Strip-Till определяется стремлением сочетать преимущества нулевой и традиционной обработки почвы при сохранении устойчивости агросистем. Полосная обработка рыхлит и обрабатывает только узкие зоны будущего ряда, улучшая аэрацию, инфильтрацию влаги и стартовое обеспечение корней питанием, тогда как междурядья остаются под покровом растительных остатков, что защищает почву от водной и ветровой эрозии, снижает испарение и поддерживает активность почвенной биоты. Такой подход позволяет ускорить ранневесенний прогрев, обеспечить более дружные всходы и повысить эффективность локального внесения удобрений, одновременно уменьшая затраты на топливо и проходы техники по сравнению с полной вспашкой. Strip-Till особенно актуален в зонах с риском переуплотнения и дефицитом влаги, а также на хозяйствах, переходящих от традиционной обработки к консервационным практикам. Максимальный эффект достигается при точной навигации (RTK), стабильно выдержанных полосах из года в год, адаптированных севооборотах и интеграции с системами точного земледелия и контролем сорняков [2]. С целью выполнения данной технологии предлагается проведение исследований по разработке шлейфа машин к тракторам мощностью от 80 до 350 л.с. как прицепных, так и навесных Strip-Till агрегатов (полосные культиваторы), систем локального внесения удобрений, систем навигации и контроля, сеялок или «Strip-Till + точная сеялка», комбинированных посевных агрегатов, систем дозирования семян.

Необходимость применения технологии No-Till обусловлена комплексом агроэкологических и экономических преимуществ, критичных в условиях климатической изменчивости и деградации почв. Отказ от механической обработки сохраняет структурную целостность почвенного профиля, повышает содержание органического вещества и водоудерживающую способность, снижает эрозию ветром и водой, а также сокращает испарительные потери вла-

ги – ключевой фактор в засушливых зонах. Постоянное мульчирующее покрытие из растительных остатков подавляет сорную растительность, выравнивает температурный режим и создает благоприятную среду для почвенной биоты, что со временем уменьшает потребность в агрохимикатах. С точки зрения экономики хозяйства No-Till снижает затраты на топливо, амортизацию техники и труд, повышает оперативность полевых работ и стабильность урожайности в стрессовые годы. Дополнительным аргументом выступает климатическая повестка: накопление углерода в почве и уменьшение выбросов CO₂ за счет сокращения проходов техники. Эффективность технологии максимальна при интеграции с управлением остатками, точным земледелием, адаптированными севооборотами и дифференцированным контролем сорняков и вредителей [2, 4]. Для данной технологии предлагается проведение исследований по разработке шлейфа машин, обеспечивающих применение технологии No-Till. Разработка сеялок прямого высева (no-till drills/planters), систем внесения удобрений с контролем расхода, систем точного земледелия и навигации, опрыскивателей с автоматическим секционным/дюзовым контролем.

С целью снижения экологической нагрузки необходимо проведение исследований по дифференцируемому внесению гербицидов и пестицидов, что в свою очередь ведет к необходимости картирования пространственной неоднородности агроценозов: выявления участков с различной засоренностью, типами и степенью распространения сорной растительности, очагов поражения вредителями и болезнями, а также учета почвенно-климатических факторов, влияющих на эффективность препаратов. Такое картирование должно базироваться на данных дистанционного зондирования, полевых обследований, сенсоров на сельскохозяйственной технике и геостатистическом анализе, что позволит формировать точные карты-задания для вариативного внесения средств защиты растений, снижать их расход, минимизировать риски резистентности и негативное воздействие на экосистемы, при одновременном сохранении или повышении урожайности. Технология точечного опрыскивания может значительно сократить количество требуемого гербицида по сравнению с традиционными распылителями, которые обычно обрабатывают все поле для борьбы с популяциями вредителей, что потенциально может привести к ненужному внесе-

нию гербицидов на участках, не требующих обработки. Применение гербицидов только там, где обнаружены сорняки, может снизить затраты, риск повреждения урожая и избыточных остатков пестицидов, а также потенциально снизить воздействие на окружающую среду.

Актуальным вопросом является и замена человеческого труда робототехникой, поскольку автоматизация рутинных и трудоемких операций (посев, прополка, внесение СЗР и удобрений, сбор урожая, мониторинг состояния посевов) повышает производительность и снижает зависимость от дефицита рабочей силы. Комплексный подход, включающий пилотные проекты, адаптацию регуляторной базы и развитие сервисной инфраструктуры, позволит реализовать потенциал агроботов без ущерба для устойчивости и качества агропроизводства [2].

Основными задачами в области животноводства остается дальнейшая интенсификация, эффективность которого завязана в арготическую систему «человек-машина-животное». В тоже время неотъемлемой частью развития животноводства, а также основным фактором в себестоимости молока являются корма, которые порой составляют более 65% от общих затрат на молочно-товарных комплексах. Именно, корма и их качество являются определяющими факторами уровня продуктивности животных. За счет повышения качества кормов намечено снижение расходов на производство 1 кг молока до 0,95 кормовой единицы и 8–9 кормовых единиц на 1 кг привеса говядины. Для этого предусматривается провести научно-исследовательские работы по разработке новых и совершенствованию применяемых технологий заготовки и хранения кормов, создание кормоуборочных комплексов машин нового поколения, обеспечивающих повышение темпов кормоуборочных работ не менее чем в два раза, заготовку высококачественных кормов с минимальными, на уровне биологически неизбежных потерями не выше 8 %.

В части развития области кормопроизводства и кормления на сегодняшний день на молочно-товарных фермах и комплексах республики имеются различные линии по приготовлению комбикормов в автоматическом режиме, однако процесс их раздачи и обслуживания кормового стола не до конца автоматизирован. В качестве перспективного направления исследований можно определить

путь создания комплексных автоматизированных систем кормления. Прототипом может стать автоматизированная система кормления Vector фирмы Lely. Основным звеном данной системы кормления является роботизированный кормораздатчик. Используемая современная компьютерная техника и прикладные программные продукты позволяют быстро составить оптимизированные рационы кормления для разных производственных групп скота на запланированную продуктивность. Прямая задача заключается в том, чтобы производить дозированную выдачу сбалансированных кормовых рационов коровам в зависимости от пола, возраста и состояния здоровья животного в заданном белково-витаминно-минеральном соотношении и в необходимом количестве.

В части обслуживания кормового стола необходимо отметить проблему рационального использования кормовых ресурсов, поскольку корм на кормовом столе зачастую залеживается, что приводит к его повторной ферментации и процессу гниения. Перспективным решением в данном направлении является применение роботизированных средств, способных в автоматическом режиме, через определенный интервал времени, производить процесс подталкивания, рыхления и перемешивания кормосмеси без участия персонала. Еще одним немаловажным направлением, над которым на сегодняшний день ведутся работы, является разработка роботизированного доильного оборудования.

На сегодняшний день в Республике Беларусь имеется порядка 4000 молочно-товарных ферм и комплексов, из которых доильными залами и роботами оборудованы 1670 объектов или 41 % к их общему числу, что и обуславливает целесообразность проведения дальнейших исследований. Исходя из наличия импортного доильного оборудования на молочно-товарных фермах и комплексах Республики Беларусь и потребности в импортозамещении роботизированных доильных установок, возникает необходимость для разработки отечественного роботизированного доильного оборудования, создание которого необходимо проводить в несколько этапов. На первоначальном этапе осуществлена разработка системы позиционирования доильного оборудования на вымени, являющуюся центральным звеном роботизированных доильных установок. На каждом из последующих этапов система позиционирования будет дооснащаться многопараметрическими системами управле-

ния и контроля с целью применения в доильных залах «Параллель» и «Карусель». При разработке систем роботизированного доения необходимо принимать наиболее простые, универсальные решения, которые могут применяться в рамках любой конфигурации оборудования с высоким уровнем унификации (в том числе использования отдельных узлов для модернизации существующих доильных установок разного типа), взаимозаменяемости, ремонтно-пригодности. Немаловажным фактором при роботизации отрасли скотоводства является использование систем менеджмента стада, позволяющих осуществлять контроль над всеми процессами на молочно-товарных фермах и комплексах. Применение подобных расширенных систем позволит согласовать работу отдельных роботизированных устройств, а также получать данные 24/7 как о состоянии животных в целом, так и об их продуктивности и трафике.

Заключение

Исходя из выше сказанного, создание конкурентоспособной машиностроительной продукции на мировом рынке является одной из основных целей отечественного сельхозмашиностроения, решение которой невозможно без применения новых конструкционных материалов и принципиально новых рабочих органов и технических систем с применением систем автоматизации и робототехники, обеспечивающих снижение энергоемкости и материалоемкости машин и оборудования для производства сельскохозяйственной продукции. Добиться этого без всестороннего изучения процессов взаимодействия различных рабочих органов с обрабатываемыми средами и материалами не представляется возможным. Поэтому поиск новых технических решений, направленных на снижение энергоемкости и материалоемкости технологических процессов, повышение надежности машин и оборудования, автоматизацию и роботизацию технологических процессов для сельскохозяйственного производства является главной задачей стоящей перед агроинженерной наукой.

Список использованной литературы

1. Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2035 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://economy.gov.by/uploads/files/ObsugdaemNPA/NSUR-2035-1.pdf> – Дата доступа: 29.09.2025
2. Цифровая трансформация. Основные понятия и терминология: сб. статей / редкол.: А. В. Тузиков (пред.) [и др.] ; Нац. акад. наук Беларуси, Объед. ин-т проблем информатики. – Минск : Беларуская навука, 2020. – 267 с
3. Государственный комитет по науке и технологиям Республики Беларусь; Национальная академия наук Беларуси. Стратегия «Наука и технологии: 2018–

2040». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://nasb.gov.by/congress2/strategy_2018-2040.pdf – Дата доступа: 29.09.2025

4. Закон Республики Беларусь от 26 ноября 1992 г. № 1982-ХІІ «Об охране окружающей среды» изложить в новой редакции: «ЗАКОН РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ Об охране окружающей среды в редакции 17 июля 2023 г. № 294-З [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=H12300294> – Дата доступа: 29.09.2025

УДК 631.36

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В АПК

С.К. Карпович¹, канд. экон. наук, доцент,

А.С. Сайганов², д-р экон. наук, профессор,

А.С. Матвейчук¹, канд. техн. наук,

А.В. Крупеня¹

*¹Министерство сельского хозяйства и продовольствия
Республики Беларусь,*

*²ГП «Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: в статье отмечены основные направления технического обеспечения инновационных технологий в АПК, предложены новые критерии и подходы по созданию отечественной сельскохозяйственной техники, применение которой позволит обеспечить переход сельского хозяйства на новый технологический уровень.

Abstract: the article highlights the main directions of technical support for innovative technologies in the agro-industrial complex and proposes new criteria and approaches for creating domestic agricultural machinery, which will enable agriculture to transition to a new technological level.

Ключевые слова: инновационная сельскохозяйственная техника, новый технологический уровень АПК.

Keywords: innovative agricultural machinery, a new technological level in the agro-industrial complex.

В настоящее время в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь эксплуатируется более 212 тыс. сельскохозяйственных машин и оборудования, из них 34,5 тыс. тракторов, из них 6,9 тыс. с двигателем мощностью 250 и более л.с., 7,4 тыс. зерноуборочных и 3,4 тыс. кормоуборочных комбайнов, 5,0 тыс. комбинированных почвообрабатывающих и почвообрабатывающе-посевных агрегатов, другая техника.

Обеспеченность тракторами составляет 91%, зерноуборочными комбайнами – 91%, кормоуборочными комбайнами – 79%, почвообрабатывающей техникой – 70–92%, посевной техникой – порядка 85–90%, погрузчиками – 85%, грузовыми автомобилями – 76%.

При близкой к оптимальной структуре парка по количеству, необходимо учитывать его возраст и качественный состав. Необходимо отметить, что свыше 10 лет эксплуатируется 58% парка тракторов, 55% парка зерноуборочных и 49% парка кормоуборочных комбайнов.

Для перехода сельского хозяйства на новый технологический уровень необходимы структурные изменения парка эксплуатируемой техники (если в 2014 году в структуре парка тракторов мощностью 250 л.с. и более было 11%, то сегодня уже 21%), а также его дооснащение современной высокопроизводительной и энергонасыщенной техникой и оборудованием. Основным критерием к разрабатываемой сельскохозяйственной техники является повышение производительности с обеспечением технологических регламентов выполнения работ за счет: повышения мощности силовых агрегатов тракторов и самоходных машин; увеличения скорости агрегатов при выполнении технологических процессов до 20 км/ч; увеличения ширины захвата; совмещения комбинации рабочих органов при выполнении технологических процессов; повышения надежности (к.т.г. не менее 95%) и долговечности сельскохозяйственной техники (срок службы не менее 15 лет).

В первую очередь в стране необходимо производства собственных двигателей мощностью до 1100 л.с., что позволит использовать широкозахватную технику и повысить производительность на 25–35%.

Кроме того, для многих районов Брестской, Витебской и Гомельской областей необходимо оснащения энергонасыщенной техники гусеничным (полугусеничным) ходом, что даст возможность выполнения работы на полях с низкой несущей способностью в агротехнические сроки.

В целом для южной Полесской зоны необходима разработка системы машин. Также, требуется разработка системы нового поколения машин для мелиоративных работ и фермерских хозяйств.

Подготовка почвы. В республике освоено производство необходимой техники для подготовки почвы. Основным направлением ее совершенствования является внедрение элементов (датчиков) кон-

троля глубины обработки почвы для повышения качества работ, а также увеличение ширины захвата агрегатов.

Сев. Основу парка занимают сеялки и посевные агрегаты шириной захвата 4–6 метров, средняя сменная выработка которых составляет 25–35 га. В республике налажено производство сеялок шириной захвата 12 м (ОАО «Лидагропроммаш», ОАО «Амкодор»), которые за смену, при должной организации труда, могут засеивать до 150 га. Учитывая контурность полей, доля таких сеялок в парке должна составлять не менее 35%.

Еще одним направлением развития является применение, там, где это необходимо и допускается, технологий Strip-till (полосная обработка земли под посев) и No-Till (посев без обработки), что позволяет сократить количество операций (особенно важно в условиях недостатка механизаторских кадров) и уменьшить количество проходов техники по полю.

Данные технологии уже применяются в сельскохозяйственных организациях республики. Однако для их реализации используются только импортные сеялки (HORSCH Focus, HORSCH Avatar, Mzuri), в связи с чем для широкого внедрения указанных технологий возникает необходимость освоения производства отечественных аналогов. Для сева пропашных культур в республике выпускаются только универсальные сеялки. В то же время мировой опыт показывает, что наиболее эффективным является применение узкоспециализированных сеялок.

В этом направлении наиболее перспективным видится для сева кукурузы применение широкозахватных сеялок точного высева, аналогичных импортным HORSCH Maestro 16 SW (24SW). Для сева сахарной свеклы перспективным является применение механических сеялок типа Kverneland UNICORN или Monosem V4/4E, позволяющих наиболее точно обеспечить заделку семян.

Заготовка кормов. Основным направлением совершенствования парка кормоуборочных комбайнов является увеличение доли в парке высокопроизводительных комбайнов с мощностью двигателя свыше 650 л.с., вплоть до 1100 л.с. (импортный аналог – KRONE BIG X 680/1180 (в республике эксплуатируется 2 комбайна: в СПК «им. Кремко» Гродненского района и ОАО «Демброво» Щучинского района), а также внедрение современных технологий заготовки кормов из кукурузы типа SHREDLAGE – технологии

крупного измельчения кукурузы на длину от 26 до 30 мм с последующей обработкой зеленой массы, обеспечивающей продольный разрыв волокон и лучшее усвоение кормов.

Для увеличения производительности комбайнов на заготовке кормов из трав требуется изготовление широкозахватных валкователей с транспортером, что позволит значительно снизить засоренность кормов почвой и песком при уборке трав, в особенности на почвах с низкой несущей способностью.

Для обеспечения сохранности заготовленных кормов при выемке их из сенажно-силосных хранилищ, необходимо обеспечить повсеместное применение на кормораздатчиках фрез для выемки кормов с постепенным переходом на самоходные кормораздатчики с самозагрузкой и приготовлением требуемых рационов.

Уборка урожая. ОАО «Гомсельмаш» выпускается широкий модельный ряд зерноуборочных комбайнов, однако, для сокращения сроков проведения работ необходимо разработка и внедрение высокопроизводительных роторных комбайнов с мощностью двигателя 650 л.с. и более с широкозахватной (до 12 м) и пневмогидравлической (типа Hydro-Flex) жаткой. Производительность данного комбайна достигает 40 т/ч, что в 2 раза превышает производительность комбайна GS-2124. Для повышения проходимости необходимо оснащение комбайнов полугусеничным ходом.

Уборка соломы. На заготовке соломы в республике эксплуатируются рулонные пресс-подборщики. Развитие в данном направлении – это переход на высокопроизводительные тюковые пресс-подборщики, производительность которых в 1,5-2 раза выше, чем рулонных. Для освоения производства аналогом может выступить KRONE BiG Pack.

Переход на крупногабаритные тюки, а также создание прицепов с самозагрузкой и разгрузкой позволит освободить поля от соломы на 30–40% эффективней по отношению к применяемой технологии рулонирования, а также использовать для сенажа обмотчики квадратных тюков.

Еще одним перспективным способом заготовки кормов, является применение прицепа-подборщика с одновременным измельчением массы типа POTTINGER JUMBO-8010 L, что исключает в дальнейшем использование кормоуборочных комбайнов для измельчения массы.

Свеклоуборочная техника. Наиболее остро стоит вопрос создания отечественных самоходных свеклоуборочных комбайнов и погрузчиков свеклы. На уборке сахарной свеклы в республике применяются только импортные самоходные свеклоуборочные комбайны (Холмер, Кляйне, Гримме, Ропа и др.) и импортные самоходные подборщики свеклы (Холмер, Ропа).

Уборка семенных посевов льна. Для уборки семенных посевов льна в республике выпускается только прицепной комбайн Двина-4М. Учитывая мировой опыт, необходимо оснащение льнозаводов самоходными оборачивателями-очесывателями лент льна типа СООЛ-5, что позволит увеличить скорость уборки и значительно сократить потери. Кроме того, необходимо создание отечественной самоходной машины для уборки семенных посевов льна.

Переработка льнотресты. В республике переработка льнотресты осуществляется на 19 заводах, на которых установлено 40 линий выработки длинного и 38 линий выработки короткого льноволокна. Основное эксплуатируемое оборудование – это линии МТА и КПАЛ производства завода им. Королева (РФ). При нормативном сроке эксплуатации 15 лет, фактически работают линии, выпущенные в период с 1985 по 2005 годы. Износ эксплуатируемых линий составляет 80–100% и они требуют замены. На модернизированных льнозаводах (9 заводов) эксплуатируются линии Depoortere (7 заводов) и Van Dommele (2 завода). Опыт эксплуатации показал, что линии Depoortere наиболее производительны и надежны.

Таким образом, в Республике Беларусь есть все потенциальные возможности и опыт для создания инновационной сельскохозяйственной техники и ее применения в сельском хозяйстве.

Вместе с тем, нужен комплекс принципиально новых эффективных мероприятий организационного и технико-технологического характера, реализация которых обеспечит в полной мере задействовать потенциал природно-климатических, материальных и интеллектуальных ресурсов республики.

Министерством сельского хозяйства и продовольствия совместно с областными исполнительными комитетами, республиканскими органами государственного управления определены подходы по формированию соответствующей программы перевода сельского хозяйства на новый технологический уровень.

УДК 631.3

**ОСОБЕННОСТИ ОБНОВЛЕНИЯ ТРАКТОРНОГО ПАРКА
В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ
ПО МАТЕРИАЛАМ СТАТИСТИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

А.Р. Горгодзе

Союз промышленников «Прогресс»

г. Москва, Российская Федерация

Аннотация: решение организационных задач с целью надлежащего планирования обновления парка сельскохозяйственных тракторов.

Abstract: solving organizational tasks in order to properly plan the renewal of the agricultural tractor fleet.

Ключевые слова: парк сельскохозяйственных тракторов, показатели назначения, система машин и технологий, типаж, тяговый класс, обновление, технико-технологические требования, научное обоснование, нормативно-информационный документ, стандарты.

Keywords: agricultural tractor fleet, purpose indicators, machine and technology system, type, traction class, renewal, technical and technological requirements, scientific justification, regulatory and information document, and standards.

Основная часть

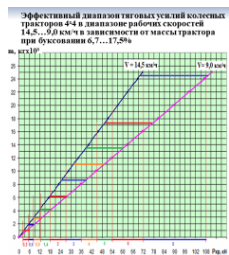
На сегодняшний день, парк сельскохозяйственных тракторов в агропромышленном комплексе Российской Федерации составляет свыше 420 тысяч единиц машин различных классов.

Важно отметить, что обновление парка в разные годы постсоветского периода происходило неравномерно. Тракторы некоторых классов, в первую очередь, колёсные, третьего (мощность 180–220 л/с, вес 7800–8700 кг) класса, и гусеничные с таким же тяговым усилием (мощность 90 – 170 л/с, вес 7500–8500 кг) в настоящее время производятся малыми партиями и повсеместно замещаются иностранными машинами, не в полной мере, соответствующими, установленными действующим законодательством показателям назначения («функциональным характеристикам»). В основе этой ситуации лежит отказ прошлых лет от государственного регулирования и планирования машинно-тракторного парка в агропромышленном комплексе страны. Исторически планирование опиралось на научно обоснованную систему машин и технологий – комплексный развёрнутый справочник и нормативный документ одновременно. В основе этого документа всегда стояло понятие «ТИПАЖ», как совокупность научно обоснованных параметров машин. То есть в

[illegible]

Исторически, необходимость описания типажей машин и систематизации в единый документ сложилась на рубеже 40–50 годов прошлого столетия. Быстро развивающемуся государству требовалось расширение ассортимента потребляемых продуктов, что влекло за собой создание и освоение интенсивных технологий в сельскохозяйственном секторе. Для научно-обоснованного принятия решений по государственной поддержке тех или иных машин, требуется наличие технико-технологических требований, которым должны соответствовать показатели назначения этих машин, орудий и агрегатов. Как пример необходимости научного обоснования приведём иллюстрацию данных, полученных опытным путём на испытаниях тракторов, как подтверждения стандартов, принятых ещё в середине 80-ых годов прошлого столетия и поныне являющихся основой для нормативных документов.

Тяговый класс (по ГОСТ 27021)	Номинальное тяговое усилие, кН (по ГОСТ 27021)	Колёсные тракторы 4x4	
		Эксплуатационная масса, кг	Эксплуатационная мощность, кВт*
0,2	От 1,8 до 5,1	1000 $\pm$ ³⁵⁰ ₂₀₀	18 $\pm$ ^{5,0} _{4,5}
0,6	Св.5,4 до 8,4	1850 $\pm$ ³⁵⁰ ₂₅₀	32 $\pm$ ^{5,6} _{4,5}
0,9	8,1...12,6	3000 $\pm$ ⁴⁰⁰ ₃₀₀	52 $\pm$ ^{6,0} _{5,2}
1,4	12,6...18,0	4250 $\pm$ ⁴⁰⁰ ₃₅₀	73 $\pm$ ^{7,0} _{5,3}
2	18,0...27,0	6100 $\pm$ ⁶⁰⁰ ₅₀₀	104 $\pm$ ^{10,5} _{8,2}
3	27,0...36,0	8700 $\pm$ ⁹⁰⁰ ₇₀₀	149 $\pm$ ¹⁵ ₁₂
4	36,0...45,0	11000 $\pm$ ⁹⁰⁰ ₇₀₀	188 $\pm$ ¹⁶ ₁₂
5	45,0...54,0	13500 $\pm$ ¹⁶⁰⁰ ₁₀₀₀	231 $\pm$ ²⁷ ₁₇
6	54,0...72,0	17300 $\pm$ ²⁰⁰⁰ ₁₂₀₀	296 $\pm$ ³⁴ ₂₁
8	72,0...108	24500 $\pm$ ³⁰⁰⁰ ₂₅₀₀	419 $\pm$ ⁴³ ₄₃



Данные представлены в докладе Северо-Кавказской машинно-испытательной станции (ФГУП Сев-Кав МТС) 20 июня 2024 года в рамках проведения Всероссийского Дня поля в городе Минеральные Воды, Ставропольского края. Именно такие обоснования являются основой для планирования обновления парка сельскохозяйственных тракторов в Российской Федерации, в том числе принятия протекционистских мер с целью недопущения на рынок машин, не соответствующих приведённым характеристикам.

Парк машин вновь становится разномарочный и жизненно важно стало при создании и освоении новых методов, сохранение традиционных, собственных агротехнологий, основывающихся на отечественных машинно-тракторных комплексах, адаптированных ко всем почвенно-климатическим условиям большой страны.

Анализируя открытые данные по машинам, зарегистрированным в эксплуатирующих организациях органами технадзора следует привести важные числа: из 420 тысяч тракторов в общем, тракторы отечественного производства и поставленные из дружественных постсоветских государств составляют более 370 тысяч единиц или более 88%, что подтверждает сохранение сложившихся агротехнологий; отечественные тракторы классов 5,0–6,0–8,0 (мощностью свыше 300 л/с и весом свыше 13000 кг), таких производителей, как Ростсельмаш и Петербургский тракторный завод, сохранивших свои компетенции и развитие, насчитывают порядка 60 000 единиц и ежегодно способны покрывать все запросы российского рынка, и доминировать на постсоветском пространстве; тракторы, классов 0,6–0,9–1,4–2,0 (мощностью от 30 до 155 л/с), производимые предприятиями на территории Союзного государства (холдинг «МТЗ», Республика Беларусь) с преимущественным использованием сырья и материалов российского происхождения, составляют более 240 тысяч машин в существующем парке АПК РФ, а производственно-технологический потенциал, соответствует текущим потребностям обновления; тракторы классов 3,0–4,0 (мощностью 180–260 л/с, весом 7500–8800 и 9000–12500 кг), в том числе гусеничные, составляют в парке машин, традиционно, обусловленное наиболее распространёнными агротехнологиями, свыше 70 000 тракторов, в том числе свыше 37 000 гусеничных). При этом имеются объективные сложности с обновлением парка, так как это наиболее развивающийся и массовый сегмент, вклю-

чающий в себя машины различной компоновки, адаптированным к различным современным технологиям, в первую очередь, в растениеводстве.

Следует подробнее остановиться на описании ситуации и предложении по решению возможных проблем с обновлением парка таких машин:

а) субъективная составляющая: а.1. – основу парка машин тягового класса 3,0 составляли гусеничные машины и колёсные тракторы шарнирно-сочленённой компоновки, что ограничивало их использование, как пропашных машин (сложности работы в междурядьях); а.2. – в это же время, в зарубежных странах по обстоятельствам, отличающимся от постсоветского пространства (сложности использования дорог общего пользования, увеличение скоростей в обработке междурядий, отсутствие научного потенциала в развитии скоростной гусеничной техники с регулируемой колеёй и клиренсом), развитие получили колёсные трактора классической компоновки; а.3. – в СССР, в связи с наличием отработанных технологий и скоростных энергонасыщенных гусеничных тракторов третьего класса (ХТЗ Т-150, ВгТЗ ДТ-175 «Волгарь»), а также разработки новых машин класса 2,0, традиционных для пропашных работ (ЛТЗ-155 (РТМ-160), МТЗ-145 (-1221)), такие машины остались в планах на 1990-ые годы, что с развалом Союза привело к искривлению спроса; а.4. – в связи с общемировой ситуацией и тенденциями на разрыв производственно-кооперационных связей производство в России таких машин, с использованием зарубежных компонентов невозможно;

б) объективная составляющая: б.1. – любое освоение производства новых машин потребует проведение НИОКР и мероприятий по отработке серийных технологий в течение 4–6 лет. В случае обратного инжиниринга и/или приобретения лицензий, не менее 3–4 лет; б.2. – иные варианты освоения упираются в отсутствии необходимых компетенций у дружественных стран: Китай, Индия и Турция имеют мелкотоварное аграрное производство и не обладают технологиями производства сельскохозяйственных тракторов мощностью свыше 150 л/с; б.2. – отсутствует опыт адаптации таких машин к почвенно-климатическим условиям большинства регионов Российской Федерации; б.3. – трактора, анонсируемые, как tradi-

ционными производителями (ПТЗ, МТЗ, РСМ), так и вновь организованными сборочными предприятиями, в том числе, в рамках специнвестконтрактов (СПИК), находятся в одинаковых временных условиях, что обусловлено сроками мероприятий по серийному освоению, испытаниям и адаптации к агротехнологиям и имеющемуся парку сельскохозяйственных орудий;

в) предложение: в.1. – необходимо принятие государственной программы создания и освоения ряда машин, определяемых стандартами, как трактора класса 3,0 и 4,0, как в классической компоновке, так и гусеничных моделей; в.2. – необходимо принятие государственной программы оценки и анализа основных агротехнологий и соответствующих им набору сельскохозяйственных орудий; в.3. – создание и освоение новых орудий, соответствующих требованиям назначения агротехнологий, освоенных в период 2000–2020 года с преимущественным применением шлейфа орудий иностранного производства; в.4. – возобновление работы по актуализации и принятию всеобъемлющей системы машин и технологий, как научно обоснованного нормативно-информационного документа; в.5. – возобновление работы по актуализации и принятию всеобъемлющей системы государственных стандартов (ГОСТов), определяющих требования к показателям назначения всех сельскохозяйственных машин, допускаемым к эксплуатации в агропромышленном комплексе Российской Федерации, в том числе, как нормативных документов для целей государственной поддержки и протекционизма.

Заключение

Таким образом, машина, необходимая к приоритетной разработке должна соответствовать современным техническим требованиям, предъявляемым к тракторам тяговых классов 3,0 и 4,0. (мощностью 180–220 л/с, весом 7500 – 8800 и мощностью 220-280 л/с и весом 9000 – 12500 кг), в том числе гусеничным моделям. Обоснованием такого предложения является необходимость обновления части парка машин, насчитывающего свыше 70 000 тракторов, (в том числе, свыше 37 000 гусеничных) традиционно, обусловленного использованием в наиболее распространённых агротехнологиях, и в настоящее время, объективно, не освоенным отечественными производителями.

Список использованной литературы:

1. Конструкция, основы теории и расчет тракторов [Учебник для техникумов по специальности 0534 "Тракторостроение"]. – Москва : Высш. школа, 1971. – 431 с. черт.; 26.
2. ГОСТ 27021-86 «Тракторы сельскохозяйственные и лесохозяйственные. Тяговые классы» (Стандарт Совета Экономической Взаимопомощи СТ СЭВ 628-85). – Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 1986 г., Москва. – 8 с.
3. Доклад ФГУП «Северо-Кавказская МИС». – г. Минеральные Воды, 2024.

УДК 631.152:658.012.011.58:636.22/.28.082.45

ПРОДУКТИВНЫЕ И ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА КОРОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ МОЛОЧНО-ТОВАРНЫХ ФЕРМ И КОМПЛЕКСОВ

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

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

В.С. Журко³, ст. преподаватель

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

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

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

Аннотация: в статье приведены данные об увеличении молочной продуктивности при одновременном улучшении воспроизводительных качеств коров и снижении индекса осеменения при использовании цифрового подхода для управления стадом.
Abstract: The article presents data on increasing milk productivity while improving the reproductive qualities of cows and reducing the insemination index when using a digital approach to herd management.

Ключевые слова: цифровизация, молочная продуктивность, воспроизводство, хозяйственно-биологические параметры, управление стадом.

Key words: digitalization, milk productivity, reproduction, economic and biological parameters, herd management.

Введение

Основным инструментом для мониторинга физиологического состояния животных в молочном скотоводстве стало новое автоматизированное оборудование со специализированным программным обеспечением работающее в круглосуточном режиме, важнейшим направлением развития которого является измерение и анализ хозяйственно-биологических параметров коров, что позволяет адаптировать сложные технологические процессы на молочно-товарной

ферме к физиологическим потребностям животных и обеспечить реализацию их генетического потенциала [1]. Принципы цифровой алгоритмизации процессов с интерактивным взаимодействием [2] создают условия адаптивного управления технологическими процессами в молочном скотоводстве. Выбор физиологичных параметров динамической пульсации при доении коров, точное выявления эструса, ранняя диагностика стельности и организация искусственного осеменения с обоснованным выбором сроков и времени его проведения, основанного на результатах измерения хозяйственно-биологических параметров современными системами мониторинга стада, обеспечивают повышение молочной продуктивности при одновременном улучшении показателей воспроизводства стада [3].

Основная часть

Программно-аппаратные комплексы, включающие в свой состав датчики-транспондеры, доильную установку и другое автоматизированное оборудование, обеспечивают функционирование системы «человек-машина-животное» через интерфейс специализированного программного обеспечения и осуществляют измерение хозяйственно-биологических параметров коров, а также сбор, хранение, обработку информации со всех устройств и оборудования современной молочно-товарной фермы [2], и являются универсальными инструментами, комплексный анализ базы данных которых, позволяет использовать цифровой подход в организации сложных технологических процессов – искусственного осеменения, машинного доения и раздачи кормов для более полной реализации генетического потенциала животных.

Использование информационных технологий на современных молочно-товарных фермах и комплексах позволяет оперативно принимать технологические и организационно-управленческие решения, которые основаны на результатах измерения индивидуальных особенностей и параметров коров и их обработки специализированным программным обеспечением, для снижения рисков и потерь при возникающих негативных отклонениях показателей от нормы или средних по стаду значений, а также для минимизации человеческого фактора.

Установлено, что увеличение молочной продуктивности на 28,3% при одновременном улучшении показателей воспроизвод-

ства стада на 23,3% и снижении индекса осеменения в расчете на одну голову приплода на 24,2% и на одну голову дойного стада 12,5% в условиях промышленной технологии производства молока подтверждает эффективность использования программно-аппаратных комплексов, обеспечивающих цифровой подход в управлении технологией за счет мониторинга физиологического состояния, измерения и учета хозяйственно-биологических параметров коров и усовершенствованной организации управления лактацией и воспроизводством стада, в которой своевременное проведение искусственного осеменения стало ключевым управляющим фактором.

Заключение

Управление технологическими процессами в условиях цифровизации молочно-товарных ферм и комплексов на основе измерения хозяйственно-биологических параметров и мониторинга физиологического состояния коров заключается в снижении в расчете на 1 гол. дойного стада и на 1 т молока общих затрат на содержание скота на 6,04% и 5,90%, достижении экономии затрат труда по ферме на 13,87 ч-час (18,61%) и 1,29 ч-час (18,50%), при экономии затрат кормов на 382,36 (4,71%) и 34,63 (4,57%) к. ед. соответственно при минимизации влияния человеческого фактора на эффективность управления стадом, связанного с усталостью, субъективными решениями или недостаточной квалификацией персонала, что обеспечивает более точное и своевременное выполнение необходимых зоотехнических и ветеринарных мероприятий.

Список использованной литературы

1. Crowe, M.A. Reproductive management in dairy cows – the future / M.A. Crowe, M. Hostens, G. Opsomer. – Irish Veterinary Journal, vol. 71, Issue: 1, January, 2018. – P. 1–13.
2. Механико-информационная технология доения коров и управления стадом [Электронный ресурс] / В. О. Китиков [и др.] // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник науч. статей Междунар. науч.-практич. конф., Минск, 24–25 ноября 2022 г. – Минск : БГАТУ, 2022. – С. 45–48.
3. Республиканский семинар-совещание о развитии животноводства [Электронный ресурс] // Официальный интернет-портал Президента Республики Беларусь. – Режим доступа : <https://president.gov.by/ru/events/respublikanskiy-seminar-soveshchanie-o-razvitii-zhivotnovodstva> – Дата доступа : 22.09.2023.

**НАЦИОНАЛЬНАЯ РАМКА КВАЛИФИКАЦИЙ
И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ:
НАПРАВЛЕНИЯ АПРОБАЦИИ**

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

Н.Г. Серебрякова, канд. пед. наук, доцент

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

Аннотация: рассматриваются ключевые аспекты внедрения Национальной рамки квалификаций (НРК) в Республике Беларусь и её роль в модернизации системы профессиональных стандартов.

Abstract: The article examines the key aspects of implementing the National Qualifications Framework (NQF) in the Republic of Belarus and its role in modernizing the system of professional standards. *Ключевые слова:* национальная рамка квалификаций (НРК), профессиональные стандарты, уровни квалификации и дескрипторы, секторальные советы квалификаций.

Keywords: National Qualifications Framework (NQF), professional standards, qualification levels and descriptors, piloting of professional standards, sectoral qualification councils.

Введение

В ноябре 2023 года Министерством труда и социальной защиты Республики Беларусь было издано постановление № 46, которое утвердило Национальную рамку квалификаций и внесло изменения в Инструкцию о разработке профессиональных стандартов.

Основная часть

Главная цель НРК – создание на единой методологической основе секторальных рамок квалификаций и профессиональных стандартов.

Разработкой секторальных рамок и профессиональных стандартов занимаются специальные секторальные советы, формируемые при государственных органах и концернах. По состоянию на 1 января 2024 года в стране действует 21 такой совет, а также утверждено 55 профессиональных стандартов, охватывающих более 130 профессий рабочих и должностей служащих.

Профессиональный стандарт – это актуальный документ, который подробно описывающий трудовые функции, необходимые действия, а также современные требования к знаниям и навыкам специалистов. Благодаря такой детализации учреждения образования получают чёткие ориентиры для формирования учебных программ и обеспечения высокого качества подготовки кадров.

В структуру Национальной рамки квалификаций входят уровни квалификаций; дескрипторы; пути достижения квалификации и документ, подтверждающий квалификацию. Национальная рамка квалификаций Республики Беларусь включает девять уровней квалификации, которые соответствуют существующей системе разделения труда и уровням образования в стране. Для описания каждого уровня используются дескрипторы. В рамку квалификаций входят три основных дескриптора: самостоятельность и ответственность; умения и навыки; знания.

Изменения в нормативной базе: обновлена Инструкция о разработке профессиональных стандартов (постановление Минтруда от 8 ноября 2021 г. № 78); введены коды областей и наименований профессиональной деятельности; с 1 января 2024 года вступили в силу нормы Трудового кодекса о применении профессиональных стандартов, которые теперь являются самостоятельными техническими нормативными правовыми актами.

До начала 2024 года профессиональные стандарты были частью Единого квалификационного справочника должностей служащих (ЕКСД) и Единого тарифно-квалификационного справочника профессий рабочих (ЕТКС). В ЕКСД они группировались по видам экономической деятельности, в ЕТКС – по видам производств и работ, независимо от отрасли. Для удобства использования коды областей и наименований профессиональной деятельности привязаны к номерам выпусков ЕКСД и ЕТКС, а при необходимости – к разделу или виду деятельности.

Макет профессионального стандарта переработан с учётом утверждения Национальной рамки квалификаций, введения новых кодов и накопленного опыта разработки стандартов.

Основные изменения: обязательное указание кода области и наименования профессиональной деятельности, к которой относится стандарт; соотнесение уровня квалификации профессии рабочего или должности служащего с соответствующим уровнем Национальной рамки квалификаций; добавление нового структурного элемента – таблицы «Распределение кодов трудовых функций по профессиям рабочих и разрядам». Её заполнение обязательно, если одному уровню квалификации соответствует несколько разрядов по данной профессии.

Заключение

Рассмотрены основы, заложенные для взаимодействия работодателей, образовательных учреждений, профсоюзов и государственных органов. Это позволит совместно определять ключевые направления политики в области развития профессиональных квалификаций, в том числе путём разработки и внедрения современных профессиональных стандартов в рамках отдельных отраслей экономики или сфер профессиональной деятельности.

Список использованной литературы

1. Серебрякова, Н. Г. Системный анализ инженерной деятельности и инженерного образования при современном экономическом укладе / Н. Г. Серебрякова // Вестник педагогических наук. – 2025. – № 5. – С. 222–230.
2. Старжинский, В. Инновационное основание реструктуризации Университета 3.0 / В. Старжинский, Н. Серебрякова, Д. Кравченко // Наука и инновации. – 2024. – № 7(257). – С. 25–28.
3. Серебрякова, Н. Г. Анализ концептуальных проблем инженерной магистратуры / Н. Г. Серебрякова, И. А. Серебряков // Современное педагогическое образование. – 2025. – № 6. – С. 553–559.

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

УДК 631.316.44

**ВЫБОР РАБОЧИХ ОРГАНОВ КОМБИНИРОВАННОГО
АГРЕГАТА ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПОЧВ
К ПОСЕВУ**

А.Р. Нормирзаев, канд. техн. наук, доцент,

Б.М. Нишанов, д-р философии по техническим наукам (PhD)

Наманганский государственный технический университет,

г. Наманган, Республика Узбекистан

Аннотация: В статье представлены результаты исследований, посвященных превращению сельского хозяйства в эффективную, устойчивую и высокопродуктивную отрасль, а также повышению производительности труда за счет использования энергоэффективных методов и технологий.

Abstract: The article presents the results of research devoted to the transformation of agriculture into an efficient, sustainable and highly productive industry, as well as increasing labor productivity through the use of energy-efficient methods and technologies.

Ключевые слова: техника, технология, производительность, посадка, подготовка, агрегат, орган, борона, долото, каток, ротор, мотовило, наконечник, мягкотель.

Key words: equipment, technology, yield, planting, preparation, unit, organ, harrow, chisel, roller, rotary, reel, type, softener.

Введение

Сельское хозяйство является основой обеспечения населения продовольствием, развития ведущих отраслей промышленности, а также одним из важнейших источников экспортных ресурсов и валютных поступлений [1-5]. В сельскохозяйственном производстве нашей республики реализуются комплексные меры по снижению трудозатрат и энергозатрат, ресурсосбережению, выращиванию сельскохозяйственных культур на основе передовых технологий, созданию высокопроизводительной сельскохозяйственной техники, в том числе по разработке технических средств, потребляющих меньше энергии и обеспечивающих качественное выполнение всех технологических процессов при подготовке полей к окучиванию под посадку [5-7].

Важно превратить сельское хозяйство в эффективную, устойчивую и высокопроизводительную отрасль, повысить производительность труда в сельском хозяйстве. Для этого

необходимо повышать плодородие почв, применять эффективные технологии и технические средства при их обработке. При решении этих задач необходимо повышать производительность сельского хозяйства с учётом научно-технического прогресса, передового опыта хлопководства и последовательных научных достижений.

Основная часть

Многократное вхождение агрегатов в поле, особенно в условиях засушливого климата и в районах с низким содержанием гумуса, наносит большой ущерб. Под механическим воздействием агрегатов органическое вещество разлагается и испаряется с влагой или смывается водой. Поэтому метод минимальной обработки почвы (ресурсосберегающие технологии) широко и быстро распространяется во всем мире [8-10]. Для уменьшения количества входов сельхозтехники в поле целесообразно использовать комбинированные машины, которые могут выполнять несколько операций за один проход. Боронование одновременно с чизелеванием и дискованием имеет важное значение, поскольку образующиеся при дисковании и чизелевании комья почвы обезвоживаются и затвердевают через 1-2 часа. Поэтому целью боронования ранней весной является разрыхление поверхностного слоя почвы до размягчения, что предотвращает потерю влаги и рост сорняков. Это частично выравнивает поверхность почвы и уничтожает проросшие сорняки [11].

Задачи исследования: Из анализа исследования можно сделать вывод, что проведено много исследований каркасных, ротационных и катковых борон, всесторонне рассмотрены типы их рабочих органов. Подчеркнуто, что относительно предпочтительными являются комбинированные проволочные катки и ротационные бороны, которые в целом можно назвать прикатывающими боронами. Также не проводились специальные исследования по выбору типов рабочих органов в сочетании с рекомендуемыми прикатывающими боронами и изучению их параметров. Катковые бороны отличаются различными технологическими свойствами и формами. Условия и параметры их применения, обеспечивающие требуемое качество обработки в зависимости от типа и состояния почвы, ее физико-механических свойств, выбор типа каткового

ворошителя и определение его параметров требуют специальных экспериментальных и теоретических исследований. Для выбора оптимального типа роторного умягчителя были предварительно подготовлены и сравнены между собой роторы, оснащенные Г-образными лопастями и лопатками (рисунок 1). Роторный умягчитель, оснащенный Г-образными лопастями, состоит из вала, прикрепленных к нему (приваренных) дисков и Г-образных лопастей, прикрепленных к дискам болтами, а роторный умягчитель, оснащенный лопатками, состоит из квадратного вала и прикрепленных к нему под разными углами лопаток. Оба роторных умягчителя вращаются под действием сил реакции, возникающих при взаимодействии их лопастей и лопаток с грунтом. Сравнительные испытания роторных фрез проводились на убранных и вспаханных полях 2-й бригады опытного хозяйства УзМЭИ.



Рисунок 1. Роторные умягчители, оснащенные Г-образными и лопастными лопастями

Почва опытных полей – серозем среднетяжелого механического состава, длительно орошаемая, влажность ее на момент проведения опыта составляет в слое 0–10 см – 11,4–14,2%, твердость – 1,64–1,93 МПа, в слое 0–20 см – 12,7–14,8%, твердость – 12,7–14,8%. Она находилась в пределах 1,56–1,87 МПа.

В качестве критериев оценки работы роторных уплотнителей были приняты качество крошения почвы и выравнивание поверхности поля.

Качество измельчения почвы оценивали путем пропускания проб, отобранных с глубины 0...10 см, через сита диаметром отверстий 100, 50 и 25 мм с использованием открытого ящика

площадью 0,5 x 0,5 м [12]. Учитывая, что фракции размером менее 25 мм представляют ценность в агрономическом отношении, за степень измельчения почвы принимали отношение массы этих фракций к общей массе пробы (в процентах). Предварительные испытания показали, что роторный культиватор, оснащенный прямыми и направляющими ножами, полностью и надежно выполняет технологический процесс. При этом было установлено, что некоторые твердые частицы, встречающиеся на пути прямого ножа, не дробясь, выталкиваются вперед или вбок и погружаются в почву под воздействием вала ротора. Для устранения этого явления были изготовлены прямые ножи с волнообразной и трапецевидной режущей кромкой, которые сравнивались с прямым ножом с дугообразной режущей кромкой.

Заключение

Полученные данные показали, что применение роторной фрезы, оснащенной лапами с волнообразной рабочей частью, дает хорошие результаты. При использовании ротора с таким лапом степень крошения почвы была на 7,21...13,60% выше, чем у других лап, а уровень ровности поверхности поля – на 4,67...6,89%. На основании этих данных были проведены дальнейшие исследования. Объектом исследования являлся роторный умягчитель, оснащенный прямыми плоскими лопастями с волнообразной рабочей частью.

Список использованной литературы

1. Постановление Президента Республики Узбекистан от 31 июля 2019 года № ПП-4410 «О мерах по поддержке ускоренного развития сельскохозяйственного машиностроения и обеспечению аграрной сферы за счет государства сельскохозяйственной техникой» решение
2. Б. Нишонов, А. Нормирзаев. Исследования по разработке роторных умягчителей и их анализ. «Перспективы развития качества образования и научных исследований в системе высшего образования: проблемы и решения». Сборник материалов Республиканской научно-практической конференции по теме: Город Наманган. 12–13 июня 2020 г. С. 257–259.
3. Б. Нишонов, А. Нормирзаев, А. Нуриддинов. Выбор агрегатов для подготовки почвы под посадку. «Перспективы развития качества образования и научных исследований в системе высшего образования: проблемы и решения». Сборник материалов Республиканской научно-практической конференции по теме. Город Наманган. 12–13 июня 2020 г. С. 259–261.
4. Байметов, Р. И., Тухтабаев, М. А., Мусурманов, А. Т. (2018). Технологические основы построения схемы почвообрабатывающей машины. /Состояние, проблемы, перспективы развития межрегионального плодоводства и виноградарства

(к 120-летию со дня образования НИИ садоводства, виноградарства и виноделия имени академика М. Мирзаева): сб. докладов международной научно-практической конференции (10 сентября 2018 г.).

5. Нормирзаев, А.Р. Воздействия движителей колесных и гусеничных тракторов на урожайность сельхозкультур. /Нормирзаев А.Р., Нуриддинов А.Д. // Сборник статей двадцать второй международной научной конференции. Россия «Техноконгресс» 26 февраля 2018. С. 7–11.

5. Нормирзаев, А.Р. Воздействие на почву ходовой системы МТА и их оценки. /А.Р.Нормирзаев, А.Д.Нуриддинов, Ж.Маннонов. // "Мировая наука" Россия. № 5(14) 2018. С. 515–518.

6. А. Нормирзаев, А. Нуриддинов. Обоснование технологических и конструктивных параметров катка приспособления к плагину. Научное наблюдение: теория и практика. Россия, Москва. 2013, № 2. ул. 57–61.

7. Нормирзаев А., Нуриддинов А. Разработка комбинированного агрегата для основной и предпосевной обработки почвы //Точная наука. – 2020. – № 69. – С. 56–58.

8. Нормирзаев А.Р., Рузметов И.К., Исмоилов М.Р. Влияние вертикальной силы давления, приложенной к вращающемуся рабочему органу, на его работоспособность //Строительство и образование. – 2025. – Т. 4. – №. 3. – С. 201–204.

9. Насритдинов А., Нормирзаев А., Нуриддинов А. Разработка агрегатов для основной и предпосевной обработки почвы под посев промежуточных культур //Научно-технический журнал ФерПИ. – 2015. – Т. 3. – С. 53.

10. Нуриддинов А. Д., Нуриддинов А. Д. Обоснование технологических и конструктивных параметров катка приспособления. // Механика и технология. – 2023. – нет. 3 (6) Спецвыпуск. – С. 44–51.

11. Уз ДСт 3412:2019 (взамен ТСт 63.04:2001). Испытания сельскохозяйственной техники. Почвообрабатывающие машины и орудия. Программа и методы испытаний. 01.11.2019. Ташкент, 2019. – 52 с.

УДК 631.31

ЛУНКОВАТЕЛЬ ДЛЯ ПРОПАШНОГО КУЛЬТИВАТОРА-ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЯ

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

И.С. Дзибук, ст. преподаватель

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский ГАУ»,

г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация: Исследование конструктивных и технологических параметров пропашных культиваторов, используемых для формирования профильной поверхности почвы, выявило, что наиболее стабильную и устойчивую к воздействию атмосферных осадков структуру обработанного поля обеспечивает применение пропашного культиватора-глубокорыхлителя с пассивными рабочими органами, дополненного оборудованного секциями с лункователями.

Abstract: A study of the design and technological parameters of row-crop cultivators used to form a profile soil surface revealed that the most stable and resistant to atmos-

pheric precipitation structure of the cultivated field is provided by the use of a row-crop cultivator-deep loosener with passive working bodies, additionally equipped with sections with pitters.

Ключевые слова: пропашной культиватор-глубокорыхлитель, секция, лункователь, внутрпочвенные реологические процессы

Keywords: row-crop cultivator-deep loosener, section, hole digger, subsoil rheological processes.

Введение

Анализ функционирования рабочих органов пропашных культиваторов-глубокорыхлителей показал, что устойчивость профиля почвы достигается благодаря дифференцированной работе рыхлительных лап с разной глубиной обработки по ширине междурядий: в боковых зонах междурядий обработка осуществляется рыхлительными лапами, установленными на пружинных стойках, что обеспечивает глубину рыхления до 15 см. Такое исполнение рабочих органов способствует разрушению уплотнённого слоя почвы, улучшая её воздухопроницаемость и водопроницаемость без чрезмерного нарушения структуры. В центральной части междурядий применяются глубокорыхлительные лапы на жёстких стойках, способные обрабатывать почвенный пласт на глубину до 35 см. Это обеспечивает глубокое рыхление и разрушение твёрдых слоёв почвы, формируя профилированную поверхность с необходимой аэрируемостью и водоудерживающей способностью.

Основная часть

Совместная работа рабочих органов обеспечивает формирование сложной, многослойной структуры почвенного пласта, устойчивого к осадкам и температурным колебаниям. Такой подход повышает эффективность агротехнических мероприятий, улучшая условия для развития корневой системы растений и способствует увеличению урожайности. Доказано, что именно конструктивное сочетание пассивных рабочих органов с различной глубиной обработки является оптимальным для достижения качественного формирования профильной поверхности при обработке пропашных культур [1, 2]. Для уменьшения потерь почвы из-за водной эрозии применяют различные организационные и агротехнические меры, которые создают барьеры для свободного стока воды. По мнению научного коллектива, самым эффективным методом сохранения влаги на профилированной поверхности является способ лункования с использованием разработанной секции ротационного бесприводно-

го лункователя (рис. 1) в сочетании с глубоким рыхлением при уходе за посадками картофеля с помощью пропашных культиваторов-глубокорыхлителей [3, 4].

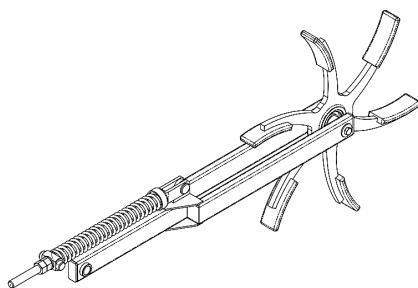


Рисунок 1 – Схематическое решение секции лункователя

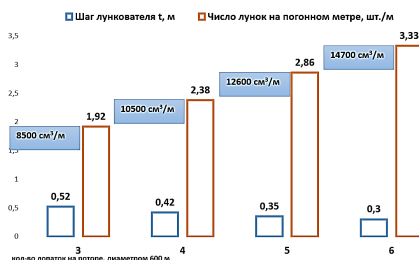


Рисунок 2 – Моделирование процесса лункования с учетом объема накопленной воды на 1 пог. м в $\text{см}^3/\text{м}$

Для выбора рациональных параметров секции лункования был применен математический аппарат и моделирование процесса работы лопастей, выбран диаметр ротора лопастей по крайним точкам (600 мм), определена ёмкость лунок, способных удержать от стока водный поток, образуемый ливневыми осадками (рис. 2).

Заключение

Расчёт показал, что необходимый объём накопления воды в лунках определяется шириной междурядий профилированной поверхности поля. При междурядье шириной 70 см на ротор устанавливается 4 лопасти, для 75 и 80 см – 5 лопастей, а при 90 см – 6 лопастей.

Список использованной литературы

1. Обоснование технологического процесса пропашного культиватора с рабочими органами комбинированного типа / А.Б. Калинин, И.З. Теплинский, В.А. Ружьев [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 6(74). – С. 96–98. – EDN PLTBFX.
2. Интенсификация реологических процессов в почве за счет рациональной расстановки рабочих органов в пропашном культиваторе-глубокорыхлителе при обработке гребневых посадок картофеля / В.А. Ружьев, В.Е. Герасимова, В.П. Чеботарев, В.Б. Ловкис // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сб. науч. ст. Межд. науч.-практ. конф., Минск, 24–25 ноября 2022 г. – Минск: БГАТУ, 2022. – С. 72–77. – EDN UJBNMV.
3. Калинин А.Б. Снижение рисков проявления водной эрозии на профилированных полях при возделывании пропашных культур / А.Б. Калинин, В.А. Ружьев, И.З. Теплинский // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2024. – № 6(110). – С. 129–133. – DOI 10.37670/2073-0853-2024-110-6-129-133. – EDN BINZPF.

4. Ружьев В.А. Методы и средства управления внутрипочвенными реологическими процессами в ресурсосберегающих технологиях возделывания овощей и картофеля: монография / В.А. Ружьев, А.Б. Калинин, И.З. Теплинский. – СПб.: СПбГАУ, 2024. – 161 с. – EDN USEVEQ.

УДК 631.3

РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ ЛОПАТКИ ЗЕРНОСУШИЛКИ ДСП-32 С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРИКЛАДНОЙ БИБЛИОТЕКИ APM FEM

В.В. Шумаев, канд. техн. наук, доцент,

Д.В. Кураедов, студент

ФГБОУ ВО «Пензенский ГАУ», г. Пенза, Российская Федерация

Аннотация: В статье приводится расчет на прочность лопатки зерносушилки ДСП-32 с применением прикладной библиотеки APM FEM.

Annotation: The article provides a calculation for the strength of the blade of the particle DSP-32 grain dryer using the APM FEM application library.

Ключевые слова: сушилка, лопатка, семена, зерновые, расчёт.

Keywords: dryer, shovel, seeds, grains, calculation.

Введение

При модернизированной зерносушилке ДСП-32, с роторно-каскадной камерой нагрева зерна тарельчатого типа непрерывного действия, оснащённый шахтным стационарным бункером активного вентилированного действия, предназначена для сушки семян зерновых, зернобобовых, крупяных культур и подсолнечника встаёт необходимость расчёта лопаток на прочность. Для расчёта лопаток использовали метод конечных элементов [3,5].

Основная часть

Метод конечных элементов (МКЭ, или FEM– Finite Element Method) в настоящее время широко используется для решения различных задач механики деформируемого твердого тела, в частности, для выполнения экспресс-расчетов на прочность на этапе 3D-проектирования конструкций.

Суть метода заключается в разбиении твердотельной модели на конечное число подобластей (элементов), составлении и последующем решении системы линейных алгебраических уравнений. Большинство современных САД-систем имеет специальные инструменты, предназначенные для автоматизации подобных расчетов [1, 2].

Прикладная библиотека APM FEM предназначена для выполнения экспресс-расчетов твердотельных объектов в системе КОМПАС-3D и визуализации результатов этих расчетов [4].

В состав APM FEM входят инструменты подготовки деталей и сборок к расчёту, задания граничных условий и нагрузок, а также встроенные генераторы конечно-элементной (КЭ) сетки (как с постоянным, так и с переменным шагом) и постпроцессор. Этот функциональный набор позволяет смоделировать твердотельный объект и комплексно проанализировать поведение расчётной модели при различных воздействиях с точки зрения статики, собственных частот, устойчивости и теплового нагружения [6].

Для создания конечно-элементного представления объекта в APM FEM предусмотрена функция генерации КЭ-сетки, при вызове которой происходит соответствующее разбиение объекта с заданным шагом. Если созданная расчетная модель имеет сложные неравномерные геометрические переходы, то может быть проведено так называемое адаптивное разбиение.

Для того, чтобы результат процесса был более качественным, генератор КЭ-сетки автоматически (с учетом заданного пользователем максимального коэффициента сгущения) варьирует величину шага разбиения [2]. Выполним расчёт на прочность лопатки зерносушилки (рисунок 1).

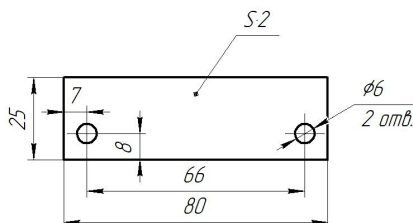


Рисунок 1 – Эскиз лопатки зерносушилки

Для выполнения расчета построим в КОМПАС-3D модель лопатки в натуральную величину

Осуществим закрепление лопатки и приложим силу, действующую на лопатку при работе (рисунок 2).

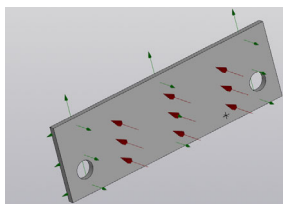


Рисунок 2 – Схема закрепления и приложенной нагрузки

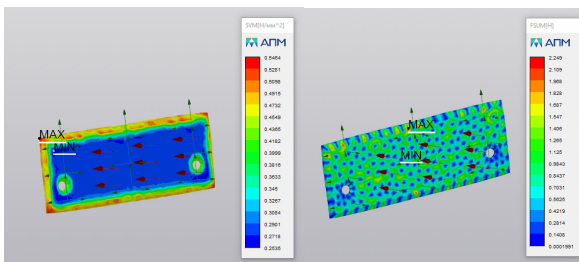


Рисунок 3 – Карта результатов расчёта максимальных напряжений и нагрузок

Заключение

Результаты проведенного расчета показали, что максимальное значение напряжений составляют $\sigma=2,2$ МПа, а величина суммарного линейного перемещения составляет $\Delta=0,1$ мм. Результаты расчета коэффициента запаса по прочности показали, что минимальное значение коэффициента запаса по прочности составляет $n_{\min} = 7,5$. Результаты расчета наиболее нагруженных элементов лопатки свидетельствуют о том, что его детали выдержат рабочие нагрузки, а значит конструкция работоспособна.

Список использованной литературы:

1. Construction and theoretical justification of the drilling resistance of the cutter for production of ecological products of small seed crops / V. Ovtov, V. Shumaev, A. Kalabushev, I. Semov // Scientific Papers. Series A. Agronomy. – 2022. – Vol. 65, No. 1. – P. 117–122. – EDN NKUBVQ.
2. Harvesting flat crops with minimal loss / K. Kuhmazov, V. Shumaev, S. Gubskii, A. Malshev // Scientific Papers. Series A. Agronomy. – 2020. – Vol. 63, No. 1. – P. 653–658. – EDN NROEJD.
3. Кухмазов, К. З. Методы исследований и испытаний сельскохозяйственных машин и оборудования в условиях механизации сельского хозяйства / К. З. Кухмазов, А. И. Зябиров, В. В. Шумаев. Том 1. – Пенза : 2015. – 120 с. – EDN VIJAQF.
4. Обоснование геометрических параметров сводоразрушителя бункера луковой сажалки / В. А. Овтов, В. В. Шумаев, А. В. Яшин, А. А. Орехов // Сельский механизатор. – 2021. – № 12. – С. 14–15. – EDN DXSCYM.
5. Шумаев, В. В. Методика экспериментальных исследований и моделирование в агроинженерии : Учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия / В. В. Шумаев. – Пенза : 2023. – 116 с. – EDN MULACX.
6. Шумаев, В. В. Моделирование рабочих органов сельскохозяйственных машин с использованием компьютерной программы APM / В. В. Шумаев // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: Сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции – Чебоксары: 2024. – С. 720–725. – EDN DSPGLM.

АНАЛИЗ ЗАКОНОВ ДВИЖЕНИЯ СЕМЕНИ ПАДАЮЩЕГО ИЗ ГНЕЗДЫ КАТУШКИ

**А.Р. Нормирзаев, канд. техн. наук, доцент,
Бекмирзаев Шухрат Бекмирза углы, д-р философии
по техническим наукам (PhD)**

*Наманганский государственный технический университет,
г. Наманган, Республика Узбекистан*

Аннотация: В данной статье рассмотрены изменение траектории движения семян при посеве бобовых культур, расположение на барабане, силы, действующие на семена, сила давления в зависимости от расположения семени относительно боковых стенок катушки, сила трения о поверхность со стенкой катушки, приведены выражения для определения силы, образующей усилие и угла наклона при падении семени.

Abstract: In the article, the speed of movement of seeds along the projection of the axes along the surface of the seeding device, the analytical connections for determining the absolute speed, as well as the expressions for calculating the laws of movement along the seed nest of the reel in the coordinate axes are presented.

Ключевые слова: ячейка, семена, бункер, семена, движущая сила, угол, перемещение, размер, сила, давления, нормальная сила, сила усилия.

Key words: cell, seeds, hopper, seeds, driving force, angle, displacement, size, force, pressure, normal force, force of effort.

Введение

Как известно, посевной аппарат рекомендуется использовать для посева гранулированных семян. Постоянные поставки материалов часто не отвечают требованиям сельского хозяйства из-за нестабильности посева в целом и неравномерности высева между отдельными аппаратами [1,2,3,4].

Основная часть

Для равномерного распределения семян в сеялке семена, поступающие в разбрасыватель, должны, во-первых, иметь тот же путь, что и семена, а во-вторых, должны свободно достигать верхней части бункера. Эти два условия необходимы, так как невыполнение этих условий (даже незначительное) приводит к значительной неравномерности распределения семян по ширине сеялки [1].

При определении местоположения семени на катушке учитывайте силу тяжести семени, как показано на рисунке 1.

Нормальная сила действует $P = f \cdot F_{\max}$

где f – коэффициент трения о стенку.

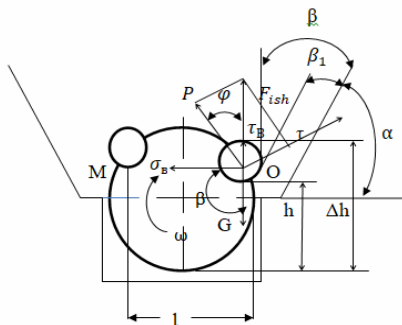


Рисунок 1. Схема расположения относительно боковых стенок катушки

Коэффициент трения определяется тогда, когда сила, выталкивающая исследуемый материал из состояния покоя, достигает своего максимального значения F_{max} .

Как показано на рисунке 1, движение семени имеет тенденцию уравниваться силой трения [5-7].

Поскольку семена падают под уклоном, движение семян начинается не с самого края катушки, поэтому начальная скорость V_0 семени можно считать равным 0.

Угол отклонения семени должен быть больше или равен углам трения на его верхней и нижней поверхностях:

$$\alpha \geq \varphi + \beta,$$

где: φ – угол трения верхнего возвратного устройства; β – угол трения, образующийся вследствие взаимного контакта верхних и нижних семян.

Таким образом, качество высева семян при посеве является основным показателем работы высевающего аппарата и влияет на равномерность заделки семян по дальности и глубине заделки. Следует отметить, что скорость падения семян по контактной поверхности стенки катушки постоянна [7,8,9,10].

Если угол наклона β семян, расположенных в гнездах мотовила, переменный, то скорость падения семян зависит от площади их соприкосновения со стенкой мотовила. Следовательно, если $\beta = 0$, то скорость падения семени также равна в этой точке катушки $V_{yp} = 0$.

Если проанализировать приведенное выше изображение, то сила давления P действующая на падающее семя во время движения семени определяется следующим уравнением:

$$P = F_{\max} \cos \beta$$

Из выражения видно, что как угол β увеличивается, скорость падения семян также увеличивается. Если угол β постоянна, сила давления будет постоянной независимо от поверхности контакта между поверхностями ролика и семян.

Направление силы трения, возникающей при движении семени по поверхности катушки, противоположно направлению скорости катушки. Силу трения разделим на нормальную и усилие, направленное через точку контакта с рабочей поверхностью катушки F_{isq} .

Нормальная сила использует силу реакции $F_{\text{isqmax}} \cos \alpha$ P действующей на зерно семени. Исходя из этих соображений, для определения силы реакции можно записать следующее выражение.

$$P = F_{\text{isq}} \cos \beta .$$

При анализе движения семян следует учитывать следующие условия: после того, как семя покидает клетку, из-за его веса возникает сила, противоположная движению скорости $mF_{\text{isq}} F_e$; происходит движение, когда семя падает с катушки mg ; движение семени определяется следующим выражением.

$$ma = F ,$$

где m – вес семян; a – скорость перемещения семян.

Скорость движения семян можно определить следующим образом.

$$ma = mg \cdot \text{tg} \beta_1 + mg + mg \cdot \text{tg} \beta_1$$

Принимая во внимание, что $a = \frac{dV}{dt}$, запишем уравнение в следующем дифференциале [8,9,10]:

$$\frac{dV}{dt} = g(2\text{tg} \beta_1 + 1)$$

Умножим обе части уравнения на dt . После интегрирования получим следующее уравнение:

$$V = at$$

Уравнение баланса сил проекции движения семени на оси координат выражается следующим уравнением:

$$P \cdot \cos \alpha - P_1 = 0$$

$$P_1 \cdot \cos \alpha - G = 0$$

Отсюда становится равным $P = \frac{P_1}{\cos \alpha}$

Заключение

Поскольку коэффициент трения f в семенах и пластических материалах равен 0,25...0,90, угол наклона гнезда, куда падает семя, равен $\alpha = 5...10^0$.

Список использованной литературы

1. Киров А. А. Обоснование процесса равномерного распределения семян по площадям и параметров распределения сошника для подпочвенно-разбросного посева: Дис.канд. техн. наук. – Кинель, 1984. – 218с.
2. Заец М. Л. Разработка экспериментального сошника для подпочвенно-разбросного сева зерновых колосовых культур / М. Л. Заец //Перспективы и тенденции развития конструкций и технического обслуживания сельскохозяйственных машин и орудий: сб. тезисов III Всеукр. научно-практической. конф., 29–30 февр. 2017 – Житомир: жатка, 2017. – С. 164–166.
3. Росабоев А. Т., Мамадалиев А. Т., Тухтамирзаев А. А. У. Теоретическое обоснование параметров капсульного барабана опушенных семян //Время Науки. – 2017. – №. 5 (41). – С. 246–249.
4. Нормирзаев А. Р., Нуридинов А. Д., Бекмирзаев Ш. Б. Ё. Донадор уруғларни экадиган мини сеялка экиш аппаратини ишчи қисм ўлчамларини асослаш //Механика и технология. – 2022. – №. Спецвыпуск 1. – С. 78–83.
5. Нормирзаев А. Р., Нуридинов А. Д., Бекмирзаев Ш. Б. Ё. Донадор уруғларни экадиган мини сеялка экиш аппаратини ишчи қисм ўлчамларини асослаш //Механика и технология. – 2022. – №. Спецвыпуск 1. – С. 78–83.
6. Бекмирзаев Ш. Б., Нормирзаев А. Р., Нуридинов А. Д. Анализ конструкции мини-сеялок для посева бобовых семян //Инновации в сельскохозяйственном машиностроении, энергосберегающие технологии и повышение эффективности использования ресурсов. – 2022. – С. 106–111.
7. Бекмирзаев Ш. Дуккакли уруғларни экишда уруғ харакатига таъсир этувчи кучларни тахлил қилиш //Scienceweb academic papers collection. – 2022.
8. Нуридинов А. Д., Бекмирзаев Ш., Сотволдиев М. М. Разработка ручной сеялки для посева мелких семян для мелких фермерских и крестьянских хозяйств //Universum: технические науки. – 2022. – №. 11-2 (104). – С. 64–66.
9. Бекмирзаев Ш. Б. У., Нормирзаев А. Р. Определение размера между катушкой и загорточом аппарата сеялки //Строительство и образование. – 2024. – Т. 3. – №. 1. – С. 104–109.
10. Нормирзаев А. Р., Бекмирзаев Ш. Б. Ё. Галтакдаги уялар сонини уялардаги уруғлар сонига, уялар орасидаги масофага, уялар кенглигига ва уялар чўзилганлигига боғлиқлиги //Механика и технология. – 2023. – Т. 4. – №. 13. – С. 102–107.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СОШНИКОВАЯ ГРУППА УНИВЕРСАЛЬНОЙ СЕЯЛКИ

А.Э. Богус, канд. техн. наук, доцент

*«Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Кубанский государственный
аграрный университет имени И.Т. Трубилина»»,
г. Краснодар, Российская Федерация*

Аннотация: На основе анализа патентов в области копирования рельефа при посеве были выявлены перспективные направления их развития. Предложена конструктивно-технологическая схема многофункциональной сошниковой группы.

Abstract: Based on the analysis of patents in the field of terrain copying during sowing, promising areas for their development were identified. A constructive and technological scheme of a multifunctional coulter group was proposed.

Ключевые слова: Посев, вынос влажных слоев почвы, сошниковая группа, универсальная сеялка.

Keywords: Sowing, removal of moist soil layers, coulter group, universal seeder.

Введение

В настоящее время повышение качества посева зерновых, пропашных и овощных культур является важнейшей задачей развития агропромышленного комплекса страны. Одними из возможных способов увеличения урожайности производимых культур, увеличение посевных площадей и применение высокопроизводительных посевных машин с большой шириной захвата.

Однако большинство мелких сельхозтоваропроизводителей, средняя площадь пашни которых составляет 50-70 га, не способны позволить себе увеличить посевные площади или приобрести высокопроизводительную технику.

Основными видами сельскохозяйственных культур, возделываемых ими, являются зерновые колосовые, зачастую озимая пшеница на зерно и пропашные, кукуруза на зерно и подсолнечник. Одной из особенностей возделывания перечисленных культур является различные способы их посева. Эти ключевые агротехнологические особенности приводят к необходимости использования различных посевных машин, которые оснащены различными видами посевных секций. Разработка конструктивно-технологической схемы многофункциональной сошниковой группы универсальной сеялки, способной выполнять посев зерновых и колосовых культур является актуальной.

Основная часть

Систематизация существующих знаний и анализ патентных решений по копированию рельефа позволяет сформировать базу для дальнейших исследований и разработки конструктивно-технологической схемы сошниковой группы, позволяющей выполнять посев зерновых и колосовых культур с копированием рельефа в рамках агротребований и отсутствием выноса влажных слоев почвы на поверхность.

Нами предложена многофункциональная сошниковая группа (Патент РФ RU 230461 U1) универсальной сеялки, которая позволит выполнять такие процессы посева, как: образование посевного ложа; укладку семян в открытую борозду; прикатывание семян различных сельскохозяйственных культур для различного способа посева. Использование предлагаемой сошниковой группы на посевной машине позволит выполнять посев различных сельскохозяйственных культур различным способом одной посевной машиной, что позволит резко снизить потребность мелких сельхозтоваропроизводителей в большой номенклатуре посевной техники, повысит эффективность выращивания культурных растений и снизить их себестоимость.

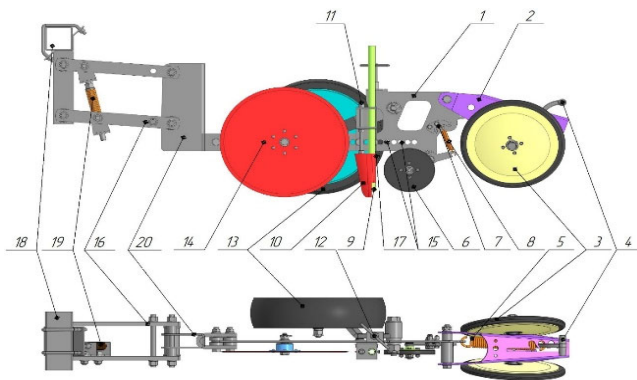


Рисунок 1 – Многофункциональная сошниковая группа универсальной сеялки:

1 – рама посевной секции; 2 – механизм прикатывающих колес; 3 – прикатывающие колеса; 4 – механизм изменения усилия прикатывания; 5 – пружина прикатывающих колес; 6 – прикатывающее колесо; 7 – крепление пружины прикатывающего колеса; 8 – пружина прикатывающего колеса; 9 – семяпровод; 10 – семякладчик уширитель борозды; 11 – механизм регулировки глубины посева; 12 – механизм регулировки положения опорно-копирующего колеса; 13 – опорно-копирующее колесо; 15 – регулировочные отверстия рамы посевной секции; 16 – продольные тяги параллелограммной подвески секции; 18 – рама сеялки; 19 – механизм изменения усилия прижатия посевной секции

Новизна научно-технического решения обусловлена тем, что предлагаемая универсальная сошниковая группа, благодаря своей конструктивно-технологической схеме способна производить посев семян зерновых культур рядовым способом с шириной междурядья 17,5 см, а при отключении 3 секций пропашных культур с шириной междурядья 70 см.

Заключение

1. Проведенный анализ патентов в области копирования рельефа при посеве позволяет выявить ряд перспективных направлений и инновационных решений. В частности, патенты описывают конструкции предлагаемых технических решений для повышения качества посева сельскохозяйственных культур.

2. В ходе выполнения исследований разработана конструктивно-технологическая схема многофункциональной сошниковой группы, чья компоновочная схема предусматривает при работе сохранять влажные нижние слои почвы без их выноса на поверхность

Список использованной литературы

1. Патент на полезную модель № 230461 U1 Российская Федерация, МПК А01С 7/00. Посевная секция : № 2024124573 : заявл. 21.08.2024 : опубл. 05.12.2024 / В. И. Коновалов, А. Э. Богус ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина". – EDN QUZUJX.

УДК 631.313

КОМБИНИРОВАННЫЙ ПЛАНЧАТЫЙ КАТОК ДЛЯ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕ-ПОСЕВНОГО АГРЕГАТА

М.А. Терёхин, канд. техн. наук

АО «Радиозавод», г. Пенза, Российская Федерация

Аннотация: В статье представлено описание конструкции и принципа работы комбинированного планчатого катка, оснащенного секцией пружинных боронок, разработанного для применения в конструкции почвообрабатывающе-посевного агрегата.

Abstract: The article describes the design and operating principle of a combined slatted roller equipped with a spring harrow section, developed for use in the design of a soil-cultivating and seeding unit.

Ключевые слова: каток, боронка пружинная, гребнистость, выравнивание.

Keywords: roller, spring harrow, ridge, leveling.

Введение

Ввиду простоты изготовления и достаточной эффективности работы при выполнении операции крошения почвенных комков и выравнивания гребнистости почвы после прохода культиваторных рабочих органов, в конструкции комбинированных посевных агрега-

тов наиболее часто применяются планчатые катки как с прямым расположением, так и с винтовым, шевронным и шахматным расположением планок [1...3]. С целью повышения интенсивности воздействия катков на почву их планки иногда выполняют вырезными и зубчатыми, а количество последовательно расположенных катков увеличивают до двух, объединяя их в тандем [3]. Однако, помимо этих способов повышения эффективности обработки почвы планчатыми катками, имеется еще один, не менее эффективный способ. Некоторые производители почвообрабатывающих машин интегрируют в конструкцию катка дополнительный рабочий орган – секцию пружинных боронок, которая разрыхляет и выравнивает поверхность почвы и распределяет по ее поверхности пожнивные остатки [1].

Основная часть

Комбинированный планчатый каток с секцией пружинных боронок разработан для установки на почвообрабатывающе-посевном агрегате. Он шарнирно устанавливается на кронштейны культиваторно-сошниковой рамы 10 (рисунок 1) и служит для дополнительной поверхностной обработки почвы, включающей операции разбивания комков, выравнивания верхнего слоя почвы и обратного ее уплотнения перед сошниками. Рассматриваемый узел состоит из рамы 1, на которой в самоустанавливающихся подшипниковых опорах крепится каток 2 и жестко крепится секция пружинных боронок 3. Кронштейном 4 рамы 1 посредством осей 5 каток планчатый шарнирно крепится к продольным балкам рамы культиваторно-сошниковой 10 [4].

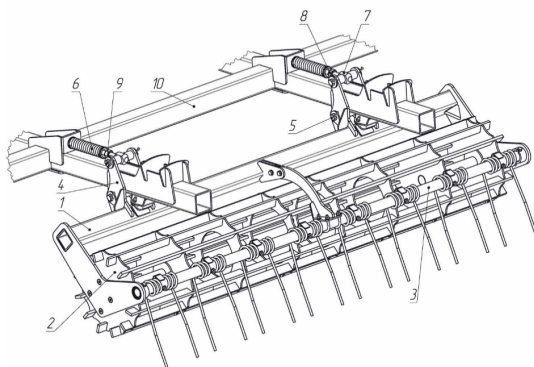


Рисунок 1 – Комбинированный планчатый каток с секцией пружинных боронок, закрепленный на раме: 1 – рама катка; 2 – каток; 3 – секция пружинных боронок; 4 – кронштейн; 5, 8 – ось; 6 – пружина сжатия; 7 – винт; 9 – гайка регулировочная; 10 – кронштейн культиваторно-сошниковой рамы

Механизм догрузки планчатого катка и его предохранения от поломок в случае наезда на камень или иное препятствие состоит из винтов 7, шарнирно закрепленных на кронштейнах 4 посредством осей 8, и установленных на них пружин 6 (рисунок 1), рабочий ход и степень сжатия которых регулируются посредством гаек 9 и 11 (рисунок 2).

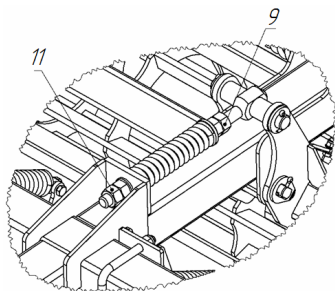


Рисунок 2 – Механизм регулировки комбинированного планчатого катка:
9, 11 – гайка регулировочная

Регулирование планчатых катков заключается в установке высоты его начального положения относительно культиваторных рабочих органов (заглубление катка в почву) и его давления на почву (усилия срабатывания пружин сжатия).

Установка высоты начального положения катка относительно культиваторных рабочих органов производится вращением гаек 11, регулировка давления катка на почву производится вращением гаек 9, причем положение гаек 9 и 11 на обоих винтах 7 планчатого катка должно быть одинаковым.

Угол установки пружинных боронок относительно поверхности почвы является нерегулируемым и в зависимости от начального положения катка по высоте относительно культиваторных рабочих органов имеет оптимальное значение $25^{\circ} \pm 5^{\circ}$.

Заключение

Таким образом, планчатый каток предлагаемой конструкции при работе в составе почвообрабатывающе-посевного агрегата выравнивает гребнистость почвы после прохода культиваторных рабочих органов и производит обратное уплотнение почвы, а пружинные боронки окончательно выравнивают поверхность почвы, создавая мелкокомковатую структуру с минимальной гребнистостью, идеальную для последующей операции – посев. Разработан-

ный комбинированный каток с секцией пружинных зубьев позволяет работать на полях с высокой и низкой влажностью почвы, а также большим количеством пожнивных остатков на ее поверхности [1,4].

Список использованной литературы

1. Анализ конструктивных особенностей дисковой бороны Joker 4 СТ / Р. И. Максutow, А. В. Яшин, П. Н. Хорев, Ю. В. Польшяный // Региональные проблемы устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях цифровой трансформации : Сборник статей II Международной научно-практической конференции, Пенза, 28–29 апреля 2025 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2025. – С. 160–165. – EDN YFPQHO.

2. Обзор современных комбинированных культиваторов / Ю. В. Польшяный, М. А. Терехин, П. Н. Хорев, А. В. Яшин // Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства : Сборник статей X Международной научно-практической конференции, Пенза, 30–31 мая 2025 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2025. – С. 192–198. – EDN CQJGRR.

3. Терехин, М. А. Анализ конструкций катков почвообрабатывающих машин / М. А. Терехин, А. В. Яшин, П. Н. Хорев // Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства: Сборник статей X Международной научно-практической конференции, Пенза, 30–31 мая 2025 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2025. – С. 263–267. – EDN RCUTJP.

4. Совершенствование конструкции катка навесной дисковой бороны БД-2,4х2Н / М. А. Терехин, А. В. Яшин, П. Н. Хорев, Ю. В. Польшяный // Региональные проблемы устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях цифровой трансформации : Сборник статей II Международной научно-практической конференции, Пенза, 28–29 апреля 2025 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2025. – С. 249–253. – EDN ABMOCX.

УДК 631.51

АГРОТЕХНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ПОСЕВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ

Абдуллаев Шавкат Азимович, ст. преподаватель

*Андижанский государственный технический институт,
г. Андижан, Республика Узбекистан*

Аннотация: В данной статье рассматривается наиболее важный метод обработки почвы. Кроме того, рассматривается интенсивность износа рабочих органов, механический состав и влажность почвы, а также наличие в ней каменных примесей, и тем больше количество абразивных частиц в почве и чем больше их острые края, тем большее изнашивающее воздействие они оказывают на поверхности деталей.

Abstract: This article examines the most important soil cultivation method. In addition, the wear intensity of the working parts, the mechanical composition and moisture

content of the soil, as well as the presence of stony impurities in it, are considered, and the more the number of abrasive particles in the soil and the larger their sharp edges, the greater the wear effect they have on the surface of the parts.

Ключевые слова: корпуса плуга, ржавчина, комки, агротехника, износ, частицы, вспашка, слой, трение, микроразрез, оптимальный

Key words: plow bodies, rust, lumps, agrotechnology, wear, particles, plowing, layer, friction, microsection, optimal

Введение

Чем качественнее производится вспашка почвы, тем лучше прорастают и развиваются семена растений, тем выше будет урожай, и тем меньше потребуется дополнительной обработки другими орудиями [1, с. 5].

Основная часть

Для достижения высококачественной вспашки необходимо выполнять следующие агротехнические требования: глубина вспашки должна соответствовать установленной глубине пахоты; допустимые отклонения от средней глубины – не более ± 1 см на ровных полях и ± 2 см на неровном рельефе; при вспашке полей с оптимальной влажностью количество комков размером более 10 см не должно превышать 15...20 %; глубина вспашки под гребнями должна составлять не менее половины установленной глубины обработки, при этом их высота не должна превышать 7 см; борозда, образованная при вспашке, должна быть прямолинейной; почвенные пласты, образующиеся при вспашке, должны крошиться, а почвенный слой быть рыхлым; поворотные полосы по краям вспаханного поля должны быть также вспаханы, а открытые борозды – выровнены.

При осенней вспашке земель, ежегодно используемых под посев, а также при первичной вспашке целинных земель целесообразно использовать плуг. Плуг применяется также при повторной обработке вспаханной земли и заделке удобрений. На участках с развитой корневой системой почву необходимо вспахивать без стремления к излишнему дроблению комков (их дальнейшее разрушение производится другими орудиями). Каменистые земли обрабатываются плугами с предохранителем. При вспашке особое внимание уделяется глубине обработки [2, с. 63]. Качество обработки почвы, соответствующее приведённым выше агротехническим требованиям, зависит от конструктивного устройства и физико-механических свойств плоскорежущих рабочих органов почвообрабатывающих машин. Это объясняется

тем, что они работают в тяжёлых условиях, характеризующихся сопротивлением движения почвы, и подвергаются деформациям и напряжениям под воздействием трения и различных сил.

Основой абразивного изнашивания является процесс микросрезания поверхности деталей кромками абразивных частиц. На интенсивность изнашивания существенно влияют острота и количество режущих кромок абразивных зерен [2, с. 67].

Чем больше в составе почвы содержится абразивных частиц и чем острее их кромки, тем сильнее они воздействуют на поверхности деталей, вызывая их изнашивание. Правильность закономерности абразивного изнашивания подтверждается процессом трения и износа рабочих органов почвообрабатывающих машин при их взаимодействии с почвой.

Интенсивность изнашивания рабочих органов почвообрабатывающих машин зависит от количества твердых абразивных частиц в почве и от того, насколько прочно они закреплены в её массе. Кроме того, на интенсивность изнашивания влияют механический состав и влажность почвы, а также наличие в ней каменистых включений.

Чем больше в составе почвы содержится песка и других частиц размером 1,00...0,25 мм, тем сильнее проявляется абразивное изнашивание металла. Наибольшее влияние оказывают твердые минералы, в частности кварцевые частицы, микротвёрдость которых (8,0...11,0 ГПа) значительно выше микротвёрдости стали лемеха (до 6,5 ГПа). Важную роль в интенсивности изнашивания играет также форма кварцевых частиц: чем более округлыми они являются, тем меньше изнашивание металла; наоборот, чем более угловатыми и неровными — тем интенсивнее изнашивание.

Заключение

Таким образом, большое значение имеет прочность закрепления песчаных частиц в глинистых и суглинистых почвах (особенно в сухом состоянии). В таких условиях песчинки с большей силой вдавливаются в поверхность рабочего органа, что, в свою очередь, ускоряет процесс износа.

Если влажность почвы находится на оптимальном уровне, грунт становится более мягким, давление песка и других частиц на рабочие органы уменьшается, а износ соответственно сводится к минимуму. Повышение плотности и твёрдости почвы приводит к усилению абразивного изнашивания металла. Известно, что в процессе работы быстрее всего изнашивается носовая часть лемеха — долото.

Это объясняется тем, что именно носовая часть лемеха работает с наибольшей нагрузкой [3, с. 7–8].

Список использованной литературы

1. Нуриев К.К. Повышение эксплуатационно-технологических показателей почвообрабатывающих машин хлопководческого комплекса.: Дисс. док. тех. наук. – Янгйюль, 2005. – 540 с.
2. Новиков В.С. Обеспечение долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин: Автореф. дисс. док. тех. наук. Москва ФГОУ ВПО МГАУ – 2008. – 39 с.
3. Косимова, М.К. (2023). ПЛУГЛАР ИШ ОРГАНЛАРИ РЕСУРСИНИ ОШИРИШ УСТИДА ОЛИБ БОРИЛГАН ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ ИШЛАРИНИНГ ТАҲЛИЛИ. Scientific Impulse, 1(8), 483–492

УДК 631.3

ИССЛЕДОВАНИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СЕЯЛКИ ОСНАЩЁННОЙ СОШНИКАМИ С КАНАВКАМИ ПО КОНТОРУ В ВИДЕ ЭПИЦИКЛОИДЫ

В.В. Шумаев, канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Пензенский ГАУ», г. Пенза, Российская Федерация

Аннотация: В статье приводятся исследования пневматической сеялки оснащённой сошниками с канавками по контуру в виде эпициклоиды.

Annotation: The article presents a study of a pneumatic seeder equipped with coulters with grooves along the office in the form of an epicycloid.

Ключевые слова: сеялка, исследования, сошник, посев, почва.

Keywords: dryer, shovel, seeds, grains, calculation.

Введение

Одним из доминирующих процессов при производстве сельскохозяйственной продукции из зернового сегмента остается процесс заделки посевного материала в почву. От качества посева зависит урожайность возделываемой культуры, биологическая продуктивность посева, экономия посевного материала [3, 5, 6].

Основная часть

Пневматическая сеялка С-6ПМЗ, способна производить операцию посева большинства зернобобовых культур, а также трав, при этом она может осуществлять операцию одновременного внесения гранулированных минеральных удобрений. Сеялка оснащена однодисковыми сошниками с канавками на диске по контуру в виде эпициклоиды (рисунок 1) [1, 2, 8]. Конкретные конструктивные размеры сошника на диске которого выполнены канавки по контуру в виде эпициклоиды установлены путём проведения классического эксперимента, когда два из показателей оставались постоянными (соответствовали значениям полученным в результате исследований на почвенном

канале), а третий претерпевал изменения, при этом стремились к наименьшему значению критерия оптимизации - среднеквадратического отклонения размещения посевного материала в вертикальной плоскости. Конкретизировали такие размерные характеристики сошника как диаметр диска на котором выполнены канавки по контуру в виде эпициклоиды как диаметр диска на котором выполнены канавки по контуру в виде эпициклоиды, глубина выреза, число вырезов [6, 7].

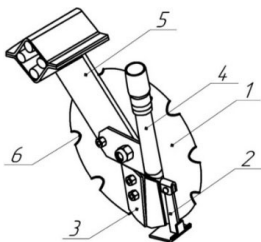


Рисунок 1 – Дисковый сошник: 1 – плоский диск; 2 – клапан; 3 – накладка; 4 – обтекатель; 5 – кронштейна; 6 – канавками по контуру в форме эпициклоиды

В ходе анализа полученных данных построены графики зависимостей размерных характеристик сошника на среднеквадратическое отклонение размещения посевного материала в вертикальной плоскости, а также определены корреляционные связи [4, 7].

Приближение результатов замеров конструктивных и кинематических параметров диска квадратным многочленом зависимости на среднеквадратическое отклонение размещения посевного материала в вертикальной плоскости (рис. 2) обеспечило получение аналитической модели эксперимента:

диаметра диска d_d

$$\sigma = 1728,4d_d^2 - 1459d_d + 309,66 \quad (1)$$

при этом достоверность приближения составила $R^2 = 0,978$;
глубины выреза (1)

$$\sigma = 62179 l_2 - 3331,7 l_1 + 48,156 \quad (2)$$

при этом достоверность приближения составила $R^2 = 0,986$;
числа вырезов (q)

$$\sigma = 1,5136 d_d^2 - 29,064 d_d + 142,03 \quad (3)$$

при этом достоверность приближения составила $R^2 = 0,9895$;
скорости движения машинно-тракторного агрегата

$$\sigma = 0,2315 v^2 - 2,6197 v + 9,481 \quad (4)$$

где v – скорость машинно-тракторного агрегата, км/ч.

При этом достоверность приближения составила $R^2 = 0,9454$.

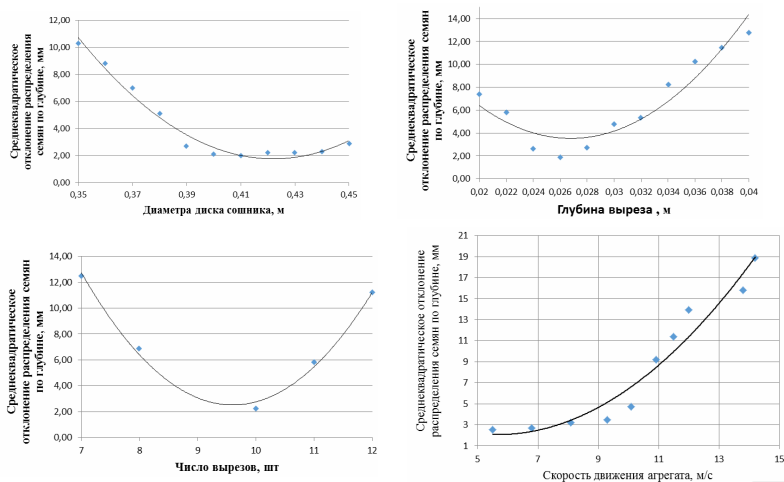


Рисунок 2 – Воздействие конструктивных и кинематических параметров диска, на котором выполнены канавки по контуру в виде эпициклоиды на среднеквадратическое отклонение размещения посевного материала в вертикальной плоскости

Заключение

Проведённые исследования дали возможность конкретизировать конструктивные размеры сошника на диске, которого выполнены канавки по контуру в виде эпициклоиды. По результатам исследований были уточнены основные конструктивные параметры экспериментальной пневматической сеялки С-6ПМЗ оснащённой сошниками с канавками по контуру в виде эпициклоиды, определенные в лабораторных исследованиях, так диаметр диска сошника $d_{\text{д}}$ должен составлять не менее 0,40 м, глубина выреза должна составлять не менее 0,026 м, число вырезов (q) должно составлять 10 шт., рабочая скорость не должна превышать 9,5 км/ч, при этом среднеквадратическое отклонение не будет превышать 6 мм.

Список использованной литературы:

1. Губанова, А. Р. Анализ характеристик сеялок / А. Р. Губанова, В. В. Шумаев // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России. – Пенза: 2019. – С. 66–69. – EDN DSVIPF.
2. Исследования комбинированного сошника для посева семян зерновых культур / В. В. Шумаев, Е. А. Ларина, А. Р. Губанова, А. В. Кокойко // Новости науки в АПК. – 2018. – № 2-2(11). – С. 415–417. – DOI 10.25930/ppn2-ze51. – EDN DDXDPW.

3. Лабораторные исследования сошника для посева зерновых культур с направителем потока и гасителем скорости семян / Н. П. Ларюшин, Д. В. Ванин, В. В. Шумаев [и др.] // Наука в центральной России. – 2020. – № 2(44). – С. 22–29. – DOI 10.35887/2305-2538-2020-2-22-29. – EDN RGOSAR.

4. Ларюшин, Н. П. Основные факторы, влияющие на качественные показатели работы сошников сеялок / Н. П. Ларюшин, А. Н. Калабушев, В. В. Шумаев // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы. – Саранск, 2016. – С. 318–323. – EDN WCZZFZ.

5. Патент № 2399187 С1 Российская Федерация, МПК А01С 7/20. Сошник для разбросного высева семян и удобрений : № 2009107438/12 : заявл. 02.03.2009 : опубл. 20.09.2010 / Н. П. Ларюшин, С. А. Суцев, В. В. Лапин [и др.]. – EDN MYGCTC.

6. Шумаев, В. В. Конструкция и анализ работы сошниковой группы сеялок / В. В. Шумаев, А. В. Шуков, А. Н. Калабушев // Актуальные проблемы аграрной науки и пути их решения : сборник научных трудов. – Кинель : 2016. – С. 323–327. – EDN VVPNYZ.

7. Шумаев, В. В. Методика экспериментальных исследований и моделирование в агроинженерии : Учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия / В. В. Шумаев. – Пенза : 2023. – 116 с. – EDN MULACX.

8. Шумаев, В. В. Посевные машины для ресурсосберегающих технологий в растениеводстве / В. В. Шумаев, А. В. Бучма // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России : Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, Пенза: 2012. – С. 108–109. – EDN VUKRLF.

УДК 631.363

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КОСИЛКИ-ПЛЮЩИЛКИ С ОДНОВРЕМЕННЫМ ВНЕСЕНИЕМ КОНСЕРВАНТА

М.А. Новиков, д-р техн. наук, профессор,

Н.П. Алдохина, канд. техн. наук, доцент,

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

С.Г. Прокофьев, магистрант

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский ГАУ,

г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация: проведен анализ состояния вопроса по заготовке прессованных кормов в Северо-Западном регионе РФ, предложена схема косилки-плющилки с устройством для одновременного плющения растительной массы и внесения консерванта, разработана структурно-информационная модель косилки-плющилки с внесением консерванта, с помощью которой выявлены наиболее существенные факторы, влияющие на качество заготавливаемых кормов.

Abstract: The article analyzes the state of the issue of harvesting compressed feed in the North-Western region of the Russian Federation, proposes a mower-crusher with a device for simultaneous crushing of plant mass and adding a preservative, and develops a structural and information model of a mower-crusher with a preservative, which helps identify the most significant factors affecting the quality of harvested feed.

Ключевые слова: корма, косилка-плющилка, консервант, измельчительный ротор, лабораторная установка.

Keywords: feed, mower-flaker, preservative, grinding rotor, and laboratory equipment.

Введение

При заготовке кормов в неблагоприятных погодных условиях, характерных для большинства областей Северо-Западного региона России, интенсифицировать процесс проявлявания за счет плющения стеблей при кошении трав удастся не всегда [1, 2]. Получить высококачественный корм в таких условиях возможно, только заготавливая его с применением специфических, экономически оправданных для конкретных условий, технологических операций и необходимых техсредств [3, 4].

Целью НИОКР является выбор и обоснование рациональных параметров и режимов работы предложенной конструкции косилки-плющилки с одновременным внесением консерванта.

Основная часть

Наиболее важным процессом заготовки качественного корма, является операция плющения, поскольку именно от нее будет зависеть дальнейшая скорость сушки и получаемое качество сена. Поскольку качество проведения данной операции зависит от многих факторов, необходимо рассмотреть технологический процесс косилки-плющилки [5, 6] в виде структурно-информационной модели. В общем виде структурно-информационная модель косилки-плющилки может быть представлена в виде четырех, взаимосвязанных технологических модулей (рисунок 1): питатель зеленой массы, плющильный аппарат, внесение консерванта, укладчик расплющенной массы, каждый из которых имеет входные и выходные факторы, а также возмущающие воздействия.

Анализируя взаимодействие входных и выходных факторов, возмущающих воздействий в представленной схеме технологического процесса плющильной части самоходной косилки, можно сделать вывод, что эффективность полноты плющения с одновременным внесением консерванта непосредственно влияют на скорость заготовки кормов, а, следовательно, необходимо обоснование рациональных параметров и режимов его работы.

Теоретическими исследованиями [7, 8, 9] установлено, что основными показателями качества работы косилки-плющилки являются: пропускная способность, кг/с; рабочая скорость косилки, м/с; полнота плющения трав, %; расход жидкого консерванта, г/с. Для подтвер-

ждения теоретических исследований разработана лабораторная установка, которая позволяет имитировать технологический процесс работы косилки-плющилки с одновременным внесением консерванта.

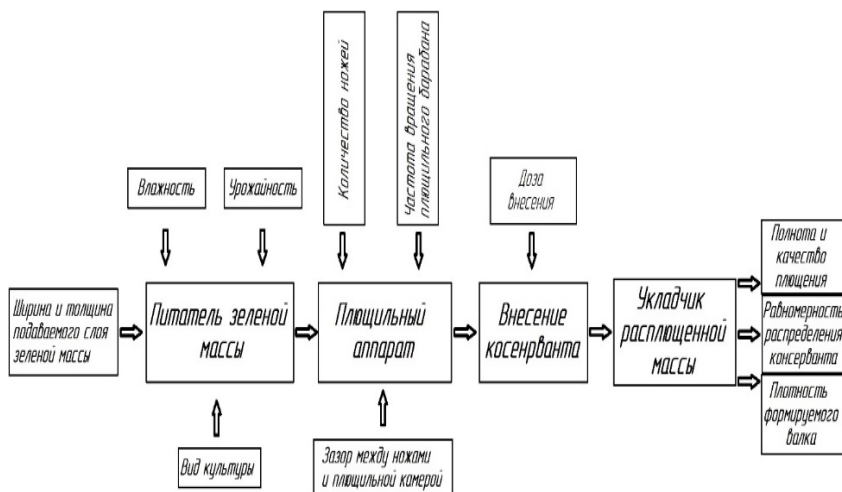


Рисунок 1 – Структурно-информационная модель косилки-плющилки с внесением консерванта

Заключение

На основании выполненных экспериментальных исследований установлено, что рациональная частота вращения измельчительно-го ротора составляет 670 мин⁻¹; зазор между плющильным ротором и декой должен составлять 0,02 м, а скорость подачи трав – 2 м/с. В этом случае эффективность плющения будет составлять 90...92%.

Список использованной литературы

1. Кокунова И.В. Особенности заготовки высококачественных травяных кормов в природно-климатических условиях Северо-Запада России / И.В. Кокунова, М.В. Стречень, В.А. Ружьев // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2014. – № 36. – С. 230–235. – EDN UXKRTZ.
2. Стречень М.В. Технология и новое техническое средство для заготовки сена в условиях повышенного увлажнения / М.В. Стречень, И.В. Кокунова, В.А. Ружьев // Известия Международной академии аграрного образования. – 2013. – № 16-3. – С. 27–30. – EDN QNXTCR.
3. Основы механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства: Учебник для СПО по специальности "Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции" / В.Е. Бердышев, М.А. Новиков, В.А. Смелик [и др.]. – СПб.: Лань, 2024. – 268 с. – ISBN 978-5-507-49172-8. – EDN ALCSHC.

4. Сельскохозяйственные машины. Примеры основных базовых машинных энергосберегающих технологий производства продукции растениеводства в условиях Северо-Западного региона РФ: задания для курсовой работы: учебно-методическое пособие для обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия, профиль – Технические системы в агробизнесе / М.А. Новиков, И.З. Теплинский, В.А. Ружьев [и др.]; Министерство сельского хозяйства РФ, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. – СПб.: СПбГАУ, 2022. – 78 с. – EDN ACTMHY.

5. Патент на полезную модель № 232873 U1 Российская Федерация, МПК A01D 43/10, A01D 69/00. Косилка-плющилка с устройством для одновременного плющения растительной массы и внесения консерванта: заявл. 06.02.2025; опубл. 25.03.2025 / М.А. Новиков, Н.П. Алдохина, С.Г. Прокофьев; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный аграрный университет". – EDN MIDQIG.

6. Сельскохозяйственные машины. Технологические расчеты уборочных машин в примерах и задачах: учебное пособие / М.А. Новиков, В.А. Смелик, И.З. Теплинский [и др.]. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2010. – 80 с. – EDN SMDNHL.

7. Современное интеллектуальное оборудование и передовые цифровые технологии для эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и комплексов / В. А. Ружьев, А.А. Крутов, И.В. Кокунова, В.Б. Ловкис // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 24–25 ноября 2022 года / Белорусский государственный аграрный технический университет. – Минск: Белорусский государственный аграрный технический университет, 2022. – С. 35–38. – EDN YRHJPZ.

8. Сельскохозяйственные машины: Практикум / В.Е. Бердышев, Л.И. Ерощенко, А.Б. Калинин [и др.]. – СПб.: Проспект Науки, 2022. – 315 с. – ISBN 978-5-6046442-8-7. – EDN AHENTO.

9. Сельскохозяйственные машины: практикум / М.Д. Адиньяев, В.Е. Бердышев, И.В. Бумбар [и др.]. – М.: Издательство "Колос", 2000. – 238 с. – ISBN 5-10-003374-6. – EDN TXWTIX.

УДК 62-2

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКОЙ

Р.Н. Сайфуллин, д-р техн. наук, профессор,

А.А. Козеев, канд. техн. наук, доцент,

Д.А. Капустин, магистр

ФГБОУ ВО «Бакирский ГАУ», г. Уфа, Российская Федерация

Аннотация: данная статья посвящена современному решению преобразования деталей для продления их срока службы. Также рассматриваются разнообразные методы и технологии, способствующие создать качественные изделия с повышенной прочностью и эффективностью.

Abstract: This article is devoted to a modern solution for converting parts to extend their service life. A variety of methods and technologies are also being considered to help create high-quality products with increased durability and efficiency.

Ключевые слова: лазерная наплавка, лазерный луч, качество луча, коррозионная стойкость, подложка.

Keywords: laser surfacing, laser beam, beam quality, corrosion resistance, substrate.

Введение

Лазерная наплавка – это метод модификации поверхности с помощью наплавления слоя материала на подложку [1]. Данный метод является одним из типов компонентной промышленности, в котором применяется лазерная технология для нанесения материала на поверхность подложки. Этот этап включает в себя применение лазерного луча, направляемый на поверхность, создавая расплавленную ванну. После чего порошковое сырье вводится в эту ванну, где он плавится и затвердевает, создавая металлургическую связь с подложкой. Этот процесс рекомендуется повторить несколько раз, чтобы создать необходимое количество слоев, образуя надежное покрытие. Наплавка проводится с помощью станков, оборудованных лазерными устройствами диодного, алюмоиттриевого или оптоволоконного типа [1].

Основная часть

Типы лазеров, которые применяются при лазерной наплавке металла:

СО₂-лазеры – это газовые лазеры, обладающие повышенной мощностью. Этот тип лазеров применяется на практике чаще всего из-за отличного качества луча, низкой стоимости, высокой производительности и эффективности;

Nd:YAG-лазеры – это твердотельные лазеры, которые работают в бесперебойном и импульсивном режиме, имеющие довольно хорошее качество луча, с легкостью фокусируются и распространяются по оптической нити;

Волоконные лазеры – это твердотельные лазеры, которые производят высокопрочное излучение. Они имеют также высокий уровень мощности, эффективности с хорошим качеством луча. Этот тип лазерной наплавки становится все более популярным благодаря возможности направления лазерного луча через гибкую оптическую нить.

В автомобильной промышленности лазерная наплавка используется для ремонта и восстановления свойств элементов двигателя, таких как поршни, гильзы цилиндров и распределительные валы. Лазерная наплавка также может использоваться для нанесения из-

носостойких покрытий на компоненты двигателя, что помогает продлить срок их службы и улучшить эксплуатационные характеристики. Кроме того, лазерная наплавка используется в производстве высокопроизводительных гоночных компонентов, таких как впускные коллекторы и выпускные коллекторы.

Преимущества лазерной наплавки: точность: процесс позволяет точно контролировать толщину и состав материала наплавки; низкая теплоотдача: высокая плотность энергии лазера минимизирует зону термического воздействия, снижая риск деформации и остаточных напряжений; минимальные отходы: аддитивный характер процесса приводит к снижению расхода материалов и минимальному образованию отходов; высокая прочность соединения: лазерная наплавка образует связь с подложкой, что приводит к более прочному и долговечному соединению, чем механические связи, образующиеся при термическом напылении или гальваническом покрытии. Это приводит к улучшению эксплуатационных характеристик и долговечности обработанных компонентов; низкий уровень искажения: высокая плотность энергии лазера обеспечивает небольшую зону термического воздействия, сводя к минимуму разбавление материала. Это снижает риск искажений, сохраняя целостность и стабильность размеров обработанных деталей; высококачественное покрытие: лазерная наплавка позволяет получать плотные, однородные покрытия с минимальным окислением, по сравнению с другими видами обработки поверхности; гибкость процесса: возможность контролировать различные физико-химические параметры процесса; уменьшение дополнительной обработки: высококачественные покрытия, получаемые при лазерной наплавке, требуют минимальной последующей обработки, такой как механическая обработка и полировка, что позволяет сэкономить время и снизить затраты.

Заключение

Данный метод ремонта позволяет не просто вернуть деталям изначальные характеристики, но и значительно улучшить их, адаптировать под нужды отдельного производства. Состав наплавляемого сплава позволяет увеличить стойкость к износу (покрытие с любой твердостью от 35 до 65 HRC), коррозии, высоким температурам.

Список использованной литературы

1. Бирюков В.П., Петрова И.М., Гадолина И.В. Влияние лазерной наплавки на характеристики сопротивления усталости. – Машиностроение и инженерное образование, 2013, №2, с. 54–58.
2. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. Технологические процессы лазерной обработки. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015 г. – 664 с.

3. Могилевец, В.Д. Применение лазерных технологий очистки, наплавки, термообработки ковочных штампов/В.Д. Могилевец, И.А. Савин//Компетентность. М., 2016. № 5 (136). С. 43–55.

4. Рудаков В.И. Плазменные и лазерные методы обработки материалов. Оренбург: ОГУ, 2012г. – 545 с.

УДК 631.3

ВЫСЕВАЮЩИЙ АППАРАТ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СЕЯЛКИ С ПОДПРУЖИНЕННЫМ КЛАПАНОМ

В.В. Шумаев, канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Пензенский ГАУ», г. Пенза, Российская Федерация

Аннотация: В статье приводится описание конструкции высевающего аппарата пневматической сеялки с подпружиненным клапаном.

Annotation: The article describes the design of the seeding machine of a pneumatic seeder with a spring-loaded valve.

Ключевые слова: сеялка, высевающий аппарат, посев, семена.

Keywords: seeder, seeding machine, sowing, seeds.

Введение

Равномерное дозирование семенного материала, одна из важнейших операций обеспечивающая равномерное распределение посевного материала по площади посева. На данный момент существует достаточно большое количество конструкций высевающих аппаратов пневматических сеялок для посева семян сельскохозяйственных культур, однако им присущи недостатки, которые проявляются во время работы, что приводит к снижению эффективности выполнения технологического процесса сеялкой, в связи с этим работа направленная на повышение эффективности использования посевных машин с разработкой новых рабочих органов является актуальной [3, 4, 8].

Основная часть

На основании литературных источников был проведён обзор существующих конструкций высевающих аппаратов и анализ их недостатков в результате чего в Пензенском ГАУ разработана конструкция высевающего аппарата (патент полезную модель «Высевающий аппарат» № 235349 от 30.06.2025) направленный на устранение вышеотмеченных недостатков и недостатков и позволит регулируемо опорожнять бункер для семян от оставшегося посевного материала, снизить повреждение семян при вращении катушки, что приводит в итоге к экономии семенного материала и повышению урожайности высеваемой культуры (рис. 1) [1, 2, 3].

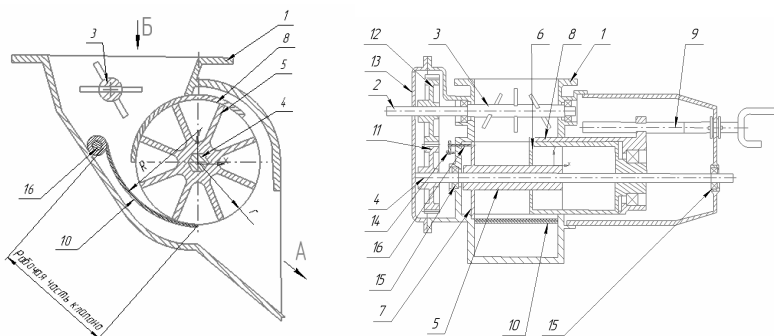


Рисунок 1 – Высевающий аппарат

Высевающий аппарат содержит корпус 1 с загрузочным окном Б и разгрузочным окном А, вал 2 с ворошилкой 3, вал 4, установленный в подшипниковых узлах 15, с жестко закрепленной на нем высевающей катушкой 5, ограничитель нормы дозирования материала 6, профиль которого соответствует профилю высевающей катушки 5 с возможностью перемещения по желобкам высевающей катушки 5, торец которой снабжен буртиком 7, выполненным заподлицо со стенкой загрузочного окна. Высевающая катушка 5 с ограничителем нормы дозирования высеваемого материала 6 со стороны загрузочного окна Б охвачены задвижкой 8, которая с помощью регулировочного винта 9 имеет возможность перемещаться вдоль желобков высевающей катушки 5 вместе с ограничителем нормы дозирования высеваемого материала 6. Высевающий аппарат снабжен уплотнителем представляет собой клапан 10, при этом клапан 10 установлен на направляющем валу 16, закрепленном в корпусе 1, с возможностью фиксации углового положения фиксатором 14, при чём клапан 10 имеет рабочую часть, представляющую собой упругую обрезиненную металлическую пластину, при этом упругая обрезиненная металлическая пластина в сечении поперечно-вертикальной плоскостью выполнена по дуге окружности с радиусом R , равным $5/3$ радиуса r высевающей катушки 5. Кроме того, на консольном конце вала 4 установлена шестерня 11, кинематически связанная с другой шестерней 12, установленной на консольном конце вала 2. Шестеренчатый привод защищен кожухом 13 [6, 7, 8].

Предлагаемый высевающий аппарат работает следующим образом. Перед началом работы с помощью регулировочного винта 9 перемещают задвижку 8 с ограничителем нормы высева материала вдоль

желобков высевающей катушки 5, устанавливая необходимый порционный объем высеваемого материала, при этом клапан 10 установленный на направляющем валу 16, закрепленный в корпусе 1 фиксируется в нужном угловом положении фиксатором 14, обеспечивая плотное прилегание рабочей части клапана 10, представляющую собой упругую обрезиненную металлическую пластину, в сечении поперечно-вертикальной плоскостью выполненную по дуге окружности с радиусом R , равным $5/3$ радиуса высевающей катушки r , к высевающей катушке 5, для предотвращения самопроизвольного просыпания семенного материала. Выссевающая катушка 5 и ворошилка 3 приводятся во взаимодействие шестеренчатым приводом. Сыпучий материал из бункера (на чертеже не показан) через загрузочное окно Б поступает в желобки высевающей катушки 5 и, принудительно перемещаясь вместе с катушкой при ее вращении, равными порциями, объем которых ограничен профилем желобков высевающей катушки 5, ограничителем нормы дозирования материала 6 и рабочей частью клапана 10 представляющую собой упругую обрезиненную металлическую пластину в сечении поперечно-вертикальной плоскостью выполненную по дуге окружности с радиусом R , равным $5/3$ радиуса высевающей катушки r , благодаря чему не происходит травмирования семян, а в случае заклинивания семени между высевающей катушкой 5 и клапаном 10, упругая обрезиненная металлическая пластина отгибается, и семя без повреждений высыпается в пространство между высевающей катушкой 5 и корпусом 1 выссевающего аппарата. Таким образом, формируется устойчивый поток материала, который через разгрузочное окно А для дальнейшего осуществления технологического процесса высева. В случае необходимости быстрого опорожнения бункера (на чертеже не показан), загрузочного окна Б и желобков высевающей катушки 5 клапан 10 открывается, путём увеличения зазора фиксатором 14 между высевающей катушкой 5 клапаном 10.

Заключение

Таким образом, выссевающий аппарат позволяет регулируемо опорожнять бункер для семян от оставшегося посевного материала, снижать повреждение семян при вращении катушки, что приводит в итоге к экономии семенного материала и повышению урожайности выссеваемой культуры.

Список использованной литературы:

1. Investigation of the grain seeder opener operation for environmental friendly technologies of crops production / V. Shumaev, Ju. Kulikova, A. Orehov, A. Polikanov // Scientific Papers. Series A. Agronomy. – 2020. – Vol. 63, No. 1. – P. 527–532. – EDN QMOVLI.

2. Губанова, А. Р. Анализ характеристик сеялок / А. Р. Губанова, В. В. Шумаев // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России : Сборник материалов Международной научно-практической конференции молодых ученых. – Пенза: 2019. – С. 66–69. – EDN DSVIPF.

3. Патент на полезную модель № 235349 U1 Российская Федерация, МПК A01C 7/12. Высевающий аппарат : заявл. 20.05.2025 : опубл. 30.06.2025 / В. В. Шумаев. – EDN ZBBYQT.

4. Полевые исследования сеялки с высевающим аппаратом с катушкой секционного типа / А. Ю. Щученков, Н. П. Ларюшин, В. В. Шумаев [и др.] // Наука в центральной России. – 2017. – № 4(28). – С. 115–121. – EDN ZDQTXH.

5. Шуков, А. В. Выбор конструкции высевающего аппарата сеялки / А. В. Шуков, В. В. Шумаев // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России – Пенза: Пензенская государственная сельскохозяйственная академия, 2011. – С. 96–99. – EDN VUERJX.

6. Шумаев, В. В. Методика экспериментальных исследований и моделирование в агроинженерии : Учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия / В. В. Шумаев. – Пенза, 2023. – 116 с. – EDN MULACX.

7. Шумаев, В. В. Посевные машины для ресурсосберегающих технологий в растениеводстве / В. В. Шумаев, А. В. Бучма // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России : Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, Пенза: 2012. – С. 108–109. – EDN VUKRLF.

8. Шумаев, В. В. Теоретические исследования технологического процесса посева зерновых культур комбинированным сошником / В. В. Шумаев, С. В. Тимохин, Э. Ж. Апияева // Нива Поволжья. – 2023. – № 4(68). – DOI 10.36461/NP.2023.68.4.017. – EDN TMFKXS.

УДК 621:631.331

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ДВУХДИСКОВОГО КОПИРУЮЩЕГО СОШНИКА ДЛЯ ЗЕРНОВОЙ СЕЯЛКИ

М.А. Терёхин, канд. техн. наук

АО «Радиозавод», г. Пенза, Российская Федерация

Аннотация: В статье представлено описание конструкции и принципа работы двухдискового копирующего сошника, предназначенного для посева семян зерновых культур в составе зерновой сеялки или посевного комплекса.

Abstract: The article describes the design and operating principle of a double-disc copying coulter designed for sowing grain crop seeds as part of a grain seeder or seeding complex.

Ключевые слова: сошник двухдисковый, подвеска параллелограммная, посев, копирование.

Keywords: double-disc coulter, parallelogram suspension, sowing, copying.

Введение

Относительно простую конструкцию имеют двухдисковые сошники, устанавливаемые на раму зерновой сеялки или посевного комплекса посредством рычажной подвески. Такие сошники нашли широкое распространение в конструкциях посевных машин наибо-

лее бюджетных моделей. Однако, таким сошника свойственны недостатки, связанные с изменением угла вхождения дисков в почву в зависимости от их положения по высоте, т.е. при копировании неровностей поля. Анализ результатов исследований показателей качества работы двухдисковых сошников современных зерновых сеялок и посевных комплексов позволяет сделать вывод, что наиболее совершенную конструкцию имеют копирующие двухдисковые сошники, устанавливаемые на раму посевной машины посредством параллелограммной подвески [1,2].

Основная часть

С целью повышения качественных показателей, таких как равномерность глубины заделки семян и соответствие фактической глубины размещения семян настроенным значениям, предложена конструкция копирующего двухдискового сошника с задним расположением опорно-прикатывающего колеса [3]. Он предназначен для создания борозды требуемой глубины, размещения в ней высеваемых семян, их прикатывания и закрытия почвой. На сошниковых рамах посевной машины такие двухдисковые сошники располагаются в два ряда в шахматном порядке. Расстояние между рядами сошников составляет 250 мм, ширина междурядий – 150 мм.

Предлагаемый сошник состоит из кронштейна 1, корпуса 2, нижнего 3 и верхнего 4 рычагов параллелограммной подвески, рычага 5, двух дисковых ножей 6, опорно-прикатывающего колеса 7, механизма 8 регулировки давления сошника на почву, резинового переходника 9, служащего для фиксации гибкого семяпровода 13, фиксирующего пальца 10, скоб 11 крепления сошника к сошниковой раме 12 (рисунок 1).

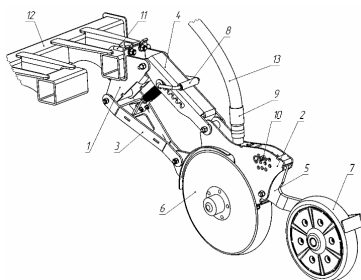


Рисунок 1 – Двухдисковый сошник, закрепленный на сошниковой раме:

- 1 – кронштейн; 2 – корпус; 3 – рычаг нижний; 4 – рычаг верхний;
- 5 – рычаг опорно-прикатывающего колеса; 6 – нож дисковый;
- 7 – колесо опорно-прикатывающее; 8 – механизм регулировки давления на почву;
- 9 – переходник семяпровода; 10 – палец фиксирующий; 11 – скоба крепежная;
- 12 – рама сошниковая; 13 – семяпровод

Дисковые ножи 6 установлены под углом 10° друг к другу и сходятся в одной точке. Для очистки внутренних поверхностей дисковых ножей 6 от налипшей почвы и формирования места высева в почве сошник оснащен регулируемым чистиком (на рисунке не показан). Сошник консольно закреплен на сошниковой раме 12 двумя скобами 11. Копирование рельефа почвы обеспечивается за счет шарнирного соединения кронштейна 1 и корпуса 2 посредством подпружиненной параллелограммной подвески, состоящей из рычагов 3 и 4. Регулировка сошника заключается в установке требуемых значений глубины заделки семян и давления на почву [4]. Регулировка глубины заделки семян осуществляется индивидуально на каждом сошнике путем изменения положения опорно-прикатывающего колеса 7 относительно дисковых ножей 6 посредством ограничения перемещения рычага 5 установкой пальца 10 (рисунок 1) в соответствующее отверстие 1...8 (рисунок 2, таблица 1). Конструкция сошника обеспечивает заделку семян на глубину от 10 до 80 мм.

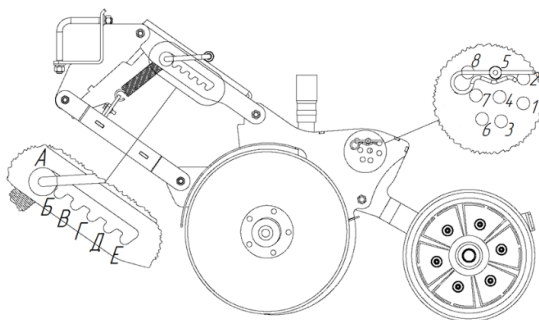


Рисунок 2 – Регулировочные параметры копирующего двухдискового сошника;
А...Е – паз регулировочный; 1...8 – отверстие регулировочное

Регулировка давления сошника на почву осуществляется изменением степени натяжения пружин перестановкой рукоятки механизма регулировки 8 (рисунок 1) в соответствующий паз А...Е (рисунок 2, таблица 1).

После проведения регулировки параметров сошников на посевной машине необходимо произвести контрольный замер глубины заделки семян, используя метод пробного высева, и при необходимости, произвести корректировку настроечных параметров [2].

Таблица 1 – Регулирование глубины заделки семян и давления сошника на почву

Номер отверстия, в которое установлен палец	1	2	3	4	5	6	7	8
Глубина заделки семян, мм	10	20	30	40	50	60	70	80
Обозначение паза, в который	А	Б	В	Г	Д	Е	-	-
Давление сошника на почву, кг	26	33	40	47	53	60	-	-

Заключение

Представленная конструкция копирующего двухдискового сошника представляет собой техническое решение, направленное на повышение качества посева семян зерновых культур сеялками и посевными комплексами за счет обеспечения стабильности глубины его хода при работе по невыровненным полям. Дисковые ножи сошника нагружены достаточным усилием для образования борозды глубиной до 8 см, опорно-прикатывающее колесо обеспечивает уверенный контроль глубины и хорошо уплотняет почву после высева, формируя капиллярную структуру и обеспечивая при этом контакт семян с влажной почвой дна борозды.

Список использованной литературы

1. Петухов, Д. А. Оценка эффективности современной посевной техники отечественного производства / Д. А. Петухов, С. А. Свиридова, С. А. Семизоров // Техника и оборудование для села. – 2019. – № 11(269). – С. 40–47. – DOI 10.33267/2072-9642-2019-11-40-48. – EDN GKXJCY.
2. Результаты испытаний посевного комплекса КППК-10ЛД на посеве озимой пшеницы / М. А. Терехин, П. А. Косяков, А. А. Тыкушин [и др.] // Нива Поволжья. – 2025. – № 1(73). – DOI 10.36461/NP.2025.73.1.014. – EDN AFFYKY.
3. Анализ современных двухдисковых сошников и их цифровая классификация / В. Р. Петровец, Н. И. Дудко, Д. В. Греков, В. В. Вабищевич // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства: сборник научных трудов. Том Выпуск 5. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 284–293.
4. Модернизация сошника зерновых механических сеялок серии Astra Standart / М. А. Терехин, Р. Р. Девликамов, А. В. Яшин, В. П. Чечин // Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства: Сборник статей X Международной научно-практической конференции, Пенза, 30–31 мая 2025 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2025. – С. 253–258. – EDN VCWIZS.

УДК 620.22(07)

НАПЛАВКА ИЗНОШЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ СТАЛЬЮ ГАДФИЛЬДА И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ

А.И. Усмонов, стажёр-преподаватель

*Андижанский государственный технический институт,
г. Андижан, Республика Узбекистан.*

Аннотация: В статье исследована проблема износа рабочих органов сельскохозяйственной техники, а также возможности их восстановления путем наплавки сталью Гадфильда. Эффективность данного метода проанализирована на основе зарубежного опыта, разработаны рекомендации по улучшению эксплуатационных свойств.

Abstract: The article examines the problem of wear in the working parts of agricultural machinery and the possibilities of their restoration by surfacing with Hadfield steel. The effectiveness of this method was analyzed based on foreign experience, and recommendations were developed to improve operational properties.

Ключевые слова: сельскохозяйственная техника, рабочие органы, абразивный износ, восстановление деталей, сварочное наплавление, сталь Гадфильда, эксплуатационные свойства

Keywords: agricultural machinery, working parts, abrasive wear, component restoration, hardfacing welding, Hadfield steel, performance properties

Введение

Рабочие органы сельскохозяйственной техники (плуг, культиватор, фреза, буровые детали) постоянно работают под воздействием почвенных частиц, камней и механических нагрузок. В результате на их рабочих поверхностях интенсивно протекает процесс абразивного износа. Традиционная замена деталей обходится дорого с экономической точки зрения, поэтому восстановление изношенных элементов путем наплавки является эффективным решением. В частности, сталь Гадфильда (Hadfield steel, высокомарганцовистая сталь), обладающая высокой износостойкостью и способностью упрочняться в условиях работы, может широко применяться для этих целей.

Основная часть

Под воздействием почвенных частиц, камней и высоких механических нагрузок данный процесс ускоряется, и в результате детали выходят из строя в короткие сроки. Их замена новыми требует значительных экономических затрат, поэтому восстановление изношенных поверхностей путем наплавки

считается наиболее целесообразным решением. Современный опыт показывает, что применение высокомарганцевистой стали Гадфильда даёт эффективные результаты, так как она устойчива не только к ударным и абразивным воздействиям, но и обладает свойством самоупрочнения (work hardening) в условиях эксплуатации. В исследованиях использован метод наплавки электродами из стали Гадфильда в среде CO_2 при помощи электродуговой сварки; были испытаны микроструктура полученного слоя, его твёрдость, устойчивость к износу и ударным нагрузкам. Согласно результатам, твёрдость, первоначально составлявшая 220...240 HV, под воздействием абразивной нагрузки увеличивалась до 450...500 HV. Оптимальная толщина наплавленного слоя составила 4...6 мм: более тонкий слой быстро изнашивался, тогда как чрезмерно толстый повышал вероятность образования трещин. Испытания показали, что детали, наплавленные сталью Гадфильда, служили в 2 раза дольше по сравнению с деталями из обычной углеродистой стали. Аналогичные результаты зафиксированы в исследованиях, проведённых в Германии, США и Китае, причём в отдельных случаях дополнительное повышение прочности достигалось за счёт термической обработки. В местных условиях применение стали Гадфильда с использованием технологии автоматизированной сварки в среде CO_2 также показало хорошие результаты. Таким образом, наплавка сталью Гадфильда является эффективным и экономически целесообразным способом восстановления рабочих органов сельскохозяйственной техники, значительно улучшает их эксплуатационные свойства, увеличивает срок службы как минимум в два раза и полностью соответствует результатам, достигнутым в зарубежной практике.

Заключение

Наплавка сталью Гадфильда является эффективным способом восстановления рабочих органов сельскохозяйственной техники и увеличения срока их службы. Такое покрытие обеспечивает высокую устойчивость к абразивному износу и ударным нагрузкам, а благодаря способности к самоупрочнению в процессе эксплуатации срок службы деталей возрастает как минимум в 2 раза. Сравнительный анализ с зарубежным опытом показывает, что данный метод может быть широко применён на практике и значительно снижает производственные затраты.

Список использованной литературы

1. Müller H. (2019). Износостойкость наплавки из стали Гадфильда в сельскохозяйственной технике. *Journal of Materials Engineering*, Берлин.
2. Иванов В. (2017). Восстановление рабочих органов почвообрабатывающих орудий стально Гадфильда. *Russian Welding Journal*.
3. Chen L. (2020). Микроструктура и износостойкость наплавленных слоёв из высокомарганцовистой стали. *Materials Science and Engineering A*, США.
4. Эрматов З.Д., Абралов А.А. (2021). Технология сварки при восстановлении деталей сельскохозяйственной техники. Ташкент.
5. Дуняшин Н.С., Абралов М.М. (2018). Металлургия сварки. Ташкент.

УДК 631.15

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ЗАГОТОВКИ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА ПЛЮЩЕНИЕМ И КОНСЕРВИРОВАНИЕМ

В.А. Смелик¹, д-р техн. наук, профессор,

А.Н. Перекопский^{1,2}, канд. техн. наук, доцент

¹ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский ГАУ»,

²Институт агроинженерных и экологических проблем
сельскохозяйственного. производства – филиал ФГБНУ ФНАЦ
ВИМ, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация: В статье представлены результаты исследований функционирования четырех технологических схем заготовки влажного фуражного зерна плющением и консервированием.

Abstract: The article presents the results of research on the functioning of four technological schemes for harvesting wet feed grain by flattening and canning.

Ключевые слова: технология, плющение зерна, фураж, затраты труда.

Key world: technology, flattening of grain, forage, labor costs.

Введение

Заготовка качественных дешевых концентрированных кормов для молочного стада имеет огромное значение для здоровья и продуктивности животных, а также себестоимости производства молока и мяса. Целью работы является установление технико-экономических показателей в технологических схемах заготовки фуражного зерна методом плющения и консервирования.

Основная часть

Нами провели технико-экономическую и энергетическую оценку вариантов технологии производства плющеного зерна с внесением консервантов в сельскохозяйственных организациях Северо-Западного региона России, сравнив их с традиционной технологией

уборки в полной спелости, сушки и измельчения дроблением на корм [1, 2]. На основании литературных источников [3, 4] и своих исследований выявили как минимум 4 технологические схемы получения влажного фуражного зерна плющением с внесением жидких консервантов. Кратко эти варианты по месту выполнению основной операции плющения можно назвать: а) в поле; б) в хранилище; в) на открытой площадке; г) в полиэтиленовый рукав.

Полученные результаты сравнения показателей технологических вариантов в сравнении с базовым вариантом сушки и дробления зерна представим на рисунке 1.

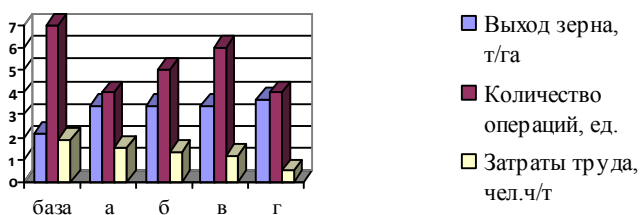


Рисунок 1 – Эффективность вариантов плющения и консервирования зерна

Из диаграммы видно, что выход зерна больше всего при закладке зерна в полиэтиленовый рукав без потерь в процессе хранения. Прирост выхода зерна по сравнению с базовым вариантом составляет 1,5 т при закладке в рукав, в остальных вариантах прирост составляет 1,3 т. Количество технологических операций минимально в двух вариантах: при плющении в поле с загрузкой плющилки комбайном и при хранении зерна в полиэтиленовых рукавах. Затраты труда при закладке плющеного зерна в рукава в 3,7 раза ниже базового варианта сушки и дробления фуражного зерна.

Технико-экономический эффект по сравнению с базовым уровнем (сушка и дробление) составляет от 8035 руб./га в варианте с плющением в поле и до 10305 руб./га при закладке в рукав.

Исследованиями установлено, что технологические схемы по вариантам «а» и «б» эффективно функционируют с двумя-тремя комбайнами на одну плющилку и при небольших (400...700 т) объемах заготовки влажного фуражного зерна. При объемах плющения и консервирования зерна свыше тысячи тонн надо использовать стационарную открытую площадку или использовать плющилку с

возможностью «набивания» в полиэтиленовый рукав диаметром 1,8 – 2,5 метра. Кроме отмеченных преимуществ технологии плющения необходимо отметить тот факт, что уборка фуражных зерновых культур начинается в фазу восковой спелости на 8...12 дней раньше обычных сроков уборки полной спелости.

Заключение

Изучены четыре варианта плющения влажного фуражного зерна с внесением консерванта. Наиболее эффективным и наименее трудоемким методом является плющение зерна с последующим хранением в полиэтиленовом рукаве. Этот способ в три раза менее затратен по трудовым ресурсам по сравнению с плющением на поле и в 3,7 раза менее трудоемок, чем приготовление дробленого зерна.

Список использованной литературы

1. Попов В.Д., Баранов Л.Н. Заготовка высоковлажного зерна // Комбикорма. – 2005. – № 3. – С. 37–38.
2. Смелик В.А., Перекопский А.Н. Оценка технологической надежности машин для переработки влажного фуражного зерна // Повышение эффективности и техническая модернизация технологических процессов, машин, энергетического оборудования при производстве и переработке сельскохозяйственной продукции. – СПб. – Пушкин, 2024. – С. 81–85.
3. Асманкин Е.М., Кукаев Х.С., Ушаков Ю.А. [и др.] Форсированная технология переработки как реализация метода энергонасыщенного воздействия на зерновую массу // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 6(104). – С. 154–161.
4. Смелик В.А., Перекопский А.Н. Энергоэффективность технологических вариантов производства фуражного зерна // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Евразии. – Улаанбаатар, 2023. – С. 431–433.

УДК 631

ВИРТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: ВОЗМОЖНОСТИ, ПРОБЛЕМЫ И НАПРАВЛЕНИЯ НА БУДУЩЕЕ

A.Sh. Azimova, assistant

Andijan State Technical Institute, c. Andijan, Respublika Uzbekistan

Аннотация: Стремительное развитие цифровых технологий значительно изменило сельскохозяйственный сектор. Виртуальное моделирование, которое включает в себя автоматизированное проектирование (САПР), симуляцию и виртуальную реальность (VR), предлагает инновационные решения для проектирования, тестирования и оптимизации сельскохозяйственной техники и процессов. В этой статье исследуется роль виртуального моделирования в современном сельском хозяйстве, особое внимание уделяется его применению, преимуществам, ограничениям и перспективам дальнейшего развития.

Abstract: The rapid advancement of digital technologies has significantly transformed the agricultural sector. Virtual modeling, which includes computer-aided design (CAD), simulation, and virtual reality (VR), offers innovative solutions for the design, testing, and optimization of agricultural machinery and processes. This article explores the role of virtual modeling in modern agriculture, focusing on its applications, advantages, limitations, and prospects for further development.

Ключевые слова: Виртуальное моделирование, сельское хозяйство, сельскохозяйственная техника, симуляция, цифровой двойник, виртуальная реальность, интеллектуальное сельское хозяйство.

Keywords: Virtual modeling, agriculture, agricultural machinery, simulation, digital twin, virtual reality, intelligent agriculture.

Введение

Сельское хозяйство переживает технологическую революцию, обусловленную требованиями цифровизации, автоматизации и устойчивого развития. Традиционные методы проектирования и тестирования сельскохозяйственной техники часто требуют много времени, затрат и трудоемкости. Виртуальное моделирование стало эффективным инструментом для решения этих задач. Моделируя сельскохозяйственные процессы и работу оборудования в виртуальной среде, исследователи и инженеры могут оптимизировать проекты еще до создания физических прототипов.

Основная часть

Применение виртуального моделирования в сельском хозяйстве:

1. Проектирование и тестирование оборудования – Виртуальные прототипы тракторов, комбайнов и почвообрабатывающих машин позволяют инженерам проверять механические свойства, долговечность и эффективность без физических испытаний.

2. Взаимодействие почвы и машины – Виртуальные модели почвы помогают исследователям анализировать взаимодействие между почвообрабатывающими орудиями и почвой в различных условиях, повышая энергоэффективность и снижая износ.

3. Моделирование роста сельскохозяйственных культур – Комбинируя виртуальное моделирование с агрономическими данными, становится возможным моделировать рост сельскохозяйственных культур в различных климатических и почвенных условиях, поддерживая точное земледелие.

4. Обучение – Виртуальная реальность обеспечивает реалистичную среду обучения для операторов и студентов. Это снижает риски, экономит ресурсы и улучшает приобретение навыков.

5. Интеграция в интеллектуальное сельское хозяйство – Виртуальные модели используются для тестирования систем управления,

сенсорных сетей и автономной техники в цифровой среде перед внедрением на реальных полях.

Преимущества виртуального моделирования: снижение затрат: отпадает необходимость в создании нескольких физических прототипов; экономия времени: ускоряется процесс проектирования и тестирования; минимизация рисков: позволяет безопасно тестировать опасные или дорогостоящие сценарии; экологичность: снижает расход материалов и воздействие на окружающую среду; инновации: поощряет интеграцию искусственного интеллекта, Интернета вещей и робототехники в сельскохозяйственную технику.

Проблемы и ограничения.

Несмотря на свои преимущества, виртуальное моделирование в сельском хозяйстве сталкивается с рядом проблем: ограниченная точность моделей почв и сельскохозяйственных культур по сравнению с изменчивостью в реальном мире; высокая стоимость специализированного программного и аппаратного обеспечения; необходимость в междисциплинарных знаниях в области инженерии, агрономии и компьютерных наук; недостаточное внедрение в малых и средних фермерских хозяйствах из-за финансовых и технических барьеров.

Будущее виртуального моделирования в сельском хозяйстве заключается в объединении передовых технологий моделирования с искусственным интеллектом, машинным обучением и цифровыми двойниками.

Интеграция с данными, получаемыми в режиме реального времени от датчиков и беспилотных летательных аппаратов, позволит создавать динамические и адаптивные модели, которые могут прогнозировать отказы оборудования, оптимизировать полевые операции и улучшать управление ресурсами.

Заключение

Виртуальное моделирование стало мощным инструментом в сельскохозяйственных исследованиях, проектировании машин и образовании. Оно способствует снижению затрат, повышению эффективности и внедрению устойчивых методов ведения сельского хозяйства.

С дальнейшим технологическим прогрессом и более широким внедрением виртуальное моделирование будет играть ключевую роль в формировании будущего интеллектуального и устойчивого сельского хозяйства.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ТУКОВОГО АНКЕРНОГО СОШНИКА ДЛЯ ПРОПАШНОЙ СЕЯЛКИ

М.А. Терёхин, канд. техн. наук

АО «Радиозавод», г. Пенза, Российская Федерация

Аннотация: В статье представлено описание конструкции и принципа работы анкерного сошника, предназначенного для внутривспашечного внесения гранулированных минеральных удобрений в составе пропашной сеялки.

Abstract: The article describes the design and operating principle of an anchor coulter designed for subsurface application of granulated mineral fertilizers as part of a row-crop seeder.

Ключевые слова: сошник, анкер, минеральные удобрения, посев, демпфер.

Keywords: coulter, anchor, mineral fertilizers, sowing, damper.

Введение

В современном сельскохозяйственном машиностроении, ориентированном на технологии точного земледелия, вопрос точного и энергоэффективного внесения минеральных удобрений при посеве семян пропашных культур занимает важное место. В конструкции пропашных сеялок для решения этой задачи наибольшее распространение получили два основных типа туковых сошников: наральниковые и двухдисковые [1], которые, в свою очередь, часто монтируются на рессорной или пружинной подвеске для обеспечения стабильности работы (рисунок 1).

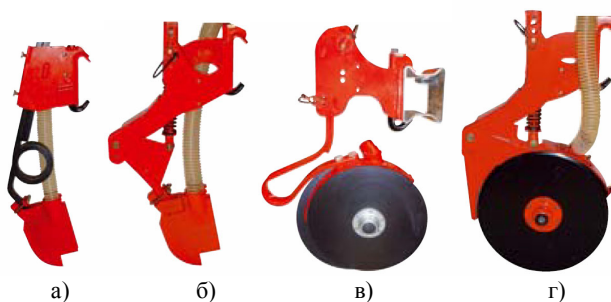


Рисунок 1 – Основные типы туковых сошников современных пропашных сеялок:
а, б – наральниковые; в, г – двухдисковые

Отдельные туковые сошники позволяют вносить всю дозу удобрений локально на определенную глубину со смещением в сторону от места высева семян [2], что предотвращает их химическое по-

вреждение и способствует более эффективному усвоению питательных веществ корневой системой растений.

Основная часть

В рамках разработки перспективных рабочих органов пропашных сеялок, для раздельного внесения минеральных удобрений предлагается конструкция анкерного сошника, представленного на рисунке 2. Его основное назначение – создание в почве узкой борозды заданной глубины для точного локального внесения туков и их последующей заделки в непосредственной близости от будущего семенного ряда. Одним из ключевых преимуществ сошника предлагаемой конструкции является возможность раздельного внесения удобрений на большую глубину. В отличие от наральниковых и двухдисковых сошников, которые обычно заделывают удобрения на глубину до 6...8 см, анкерный сошник позволяет вносить минеральные удобрения на глубину до 12 см. Эта технологическая возможность имеет решающее значение, поскольку большинство пропашных культур имеют мощную корневую систему, развивающуюся на значительной глубине. Размещение питательных веществ в этой зоне обеспечивает их максимальную доступность для растений на протяжении всего периода вегетации, что способствует формированию здоровых и продуктивных растений.

Основным рабочим органом, обеспечивающим заглубление в почву и формирование борозды, является долотообразный анкер 1. Его передняя кромка оснащена твердосплавными пластинами 2, что значительно повышает износостойкость и ресурс сошника при работе на абразивных почвах. За анкером 1 расположен туконаправитель 3, который крепится к анкеру 1 посредством болта 4, и через тукопровод (на рис. 2 не показан) соединен с системой подачи удобрений пропашной сеялки. Его конструкция обеспечивает направленную подачу гранулированных туков строго на дно формируемой борозды, минимизируя их боковой разброс и обеспечивая равномерное распределение по длине и глубине.

Крепление сошника к брусу 11 рамы пропашной сеялки осуществляется посредством кронштейна 7, который вместе с прижимной скобой 8 охватывают профиль бруса через расположенные между ними эластомеры 9. Таким образом, прижимная скоба 8 с помощью болтов 10 и эластомеров 9 надежно фиксирует кронштейн 7 на брусе 11, причем эластомеры 9 выполняют роль демпфера, поглощая динамические нагрузки и вибрации, возникающие при взаимодействии анкера 1 с препятствиями в почве, что предотвра-

щает разрушение конструкции сошника, а также обеспечивает более равномерное заглубление анкера 1. Для обеспечения необходимой глубины хода сошника и ее стабилизации при работе в неоднородной по составу почве в конструкции предлагаемого сошника предусмотрены регулировочные отверстия 6, перестановкой болтов 5 в которые можно изменить положение анкера 1 по вертикали относительно бруса 11 рамы сеялки.

Принцип работы сошника заключается в следующем. При движении сеялки долотообразный анкер 1 за счет своей геометрии и острой формы твердосплавных пластин 2 разрезает почву, формируя узкую борозду с минимальным нарушением ее структуры и без выноса влажных слоев на поверхность. Гранулированные минеральные удобрения по тукопроводу поступают в туконаправитель 3 и точно высыплются на дно образованной борозды. После прохода сошника борозда самоосыпается, осуществляя предварительную заделку туков.

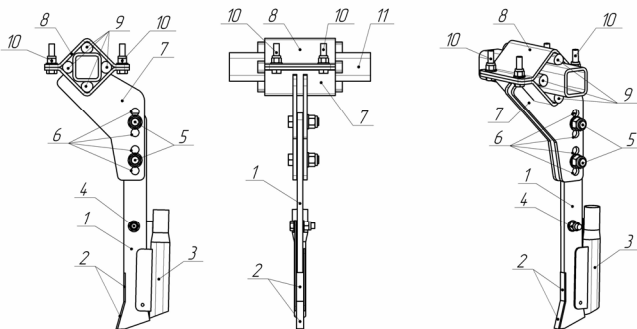


Рисунок 2 – Туковый анкерный сошник для пропашной сеялки:

- 1 – анкер долотообразный; 2 – пластина твердосплавная; 3 – туконаправитель;
- 4, 5, 10 – болт; 6 – отверстие регулировочное; 7 – кронштейн; 8 – скоба прижимная; 9 – эластомер; 11 – брус рамы сеялки

К преимуществам предложенной конструкции сошника следует отнести, прежде всего, высокую точность и локализацию внесения удобрений, что является ключевым требованием для технологий раздельного внесения [3]. Это обеспечивается стабильной геометрией борозды, формируемой долотообразным анкером, и эффективной работой туконаправителя. Наличие в конструкции анкерного сошника демпфирующего элемента повышает устойчивость его работы на каменистых и невыровненных почвах, сохраняя заданную глубину, а также исключает возможные поломки его элементов. Использование твердосплавной напайки значительно увеличи-

вает ресурс анкера. Простота и надежность конструкции, а также возможность регулировки глубины хода облегчают эксплуатацию и обслуживание посевного агрегата.

Заключение

Представленная конструкция тукового анкерного сошника представляет собой техническое решение, направленное на повышение эффективности процесса раздельного внесения минеральных удобрений при посеве семян пропашных культур за счет обеспечения стабильности глубины его хода, минимального нарушения почвенной структуры, а также предотвращения поломок элементов сошника при встрече анкера с препятствием в почве.

Список использованной литературы

1. Анализ конструкций пропашных сеялок / В. И. Хижняк, П. С. Мальцев, В. А. Таранов [и др.] // Вестник аграрной науки Дона. – 2020. – № 4(52). – С. 42–52. – EDN CHGCAS.
2. Терехин, М. А. Совершенствование сеялки точного высева Vesta 8 Profi / М. А. Терехин, Р. Р. Девликамов, А. В. Яшин // АПК России: образование, наука, производство : Сборник статей IX Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Саратов, 19–20 июня 2025 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2025. – С. 180–184. – EDN DNKMSE.
3. Некоторые результаты полевых испытаний сеялки пропашной дисковой СПД-5,6 по стерневому фону / М. А. Терехин, М. А. Семаев, А. А. Тыкушин [и др.] // Нива Поволжья. – 2025. – № 1(73). – DOI 10.36461/NP.2025.73.1.011. – EDN AYSICE.

УДК 620.22(07)

СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Н.Х. Киргизалиев, ассистент

*Андижанский государственный технический институт,
г. Андижан, Республика Узбекистан*

Аннотация: В данной статье освещены основные методы восстановления рабочих органов сельскохозяйственных машин. Износ, деформация и другие повреждения, возникающие в результате интенсивного использования техники, негативно влияют на эффективность машины. Поэтому анализируется значение технологий их восстановления такими методами, как сварка, покрытие, термическая обработка, модульная замена и закрепление дополнительными деталями. Обсуждаются преимущества и недостатки каждого метода и даются рекомендации по их применению. Статья направлена на продление срока службы технических средств, используемых в сельском хозяйстве, и снижение затрат.

Abstract: This article covers the main methods of restoring the working parts of agricultural machinery. Wear, deformation, and other damage resulting from the intensive use

of machinery negatively affect the machine's efficiency. Therefore, the significance of technologies for their restoration by methods such as welding, coating, heat treatment, modular replacement, and reinforcement with additional parts is analyzed. The advantages and disadvantages of each method are discussed and recommendations for their application are given. The article is aimed at extending the service life of technical means used in agriculture and reducing costs.

Ключевые слова: Сельскохозяйственная техника, рабочие органы, восстановление, износ, сварка, термическая обработка, покрытие, эксплуатация, срок службы.

Keywords: Agricultural machinery, working bodies, restoration, wear, welding, heat treatment, coating, operation, service life.

Введение

Сельскохозяйственная техника стала неотъемлемой частью современного земледелия и фермерских хозяйств. Их рабочие органы – то есть основные части, выполняющие пахоту, посев семян, уборку урожая и другие технологические операции – естественным образом изнашиваются и выходят из строя в результате интенсивного использования. Поэтому это позволяет эффективно восстанавливать рабочие органы, продлевать срок их службы и снижать эксплуатационные расходы.

Основная часть

Причины износа рабочих органов. Рабочие органы сельскохозяйственной техники изнашиваются под воздействием различных факторов, в частности: Механическое изнашивание (трение) – постоянное трение о почву. Ударные нагрузки – столкновения с камнями или твёрдыми предметами. Коррозия – воздействие влаги и химических веществ. Тепловое воздействие – в результате нагревания, вызванного трением.

Методы восстановления:

1. Восстановление сваркой Сварка – один из самых распространенных и экономичных методов. Изношенные участки заполняются металлом, а затем обрабатываются. Существуют следующие виды: электродуговая сварка, газовая сварка, автоматизированные методы сварки. Преимущества: простая технология, применима в местных мастерских.

2. Метод наплавки. В этом методе на обработанную поверхность рабочего органа наносится износостойкий слой. Используются специальные сплавы или керамические материалы. Преимущества: Срок службы рабочего органа увеличивается в 2–3 раза.

3. После термической обработки твердость металла исчезает после износа. Для его восстановления применяются такие методы, как цементация, отверждение и отпуск (закаливании и отпускание), нитрирование. Преимущества: физико-механические свойства металла восстанавливаются.

4. Замена детали (модульная структура). В некоторых машинах рабочие органы выполнены модульно, и можно заменить только изношенную часть. Этот подход облегчает обслуживание.

5. Закрепление дополнительными частями. Например, на плужных дорожках устанавливают твердосплавные пластины или вольфрамовые наконечники. Эти детали защищают основные детали от износа.

Заключение

Восстановление рабочих органов сельскохозяйственной техники – важный фактор экономии ресурсов, снижения себестоимости продукции и обеспечения экологической устойчивости. В каждом конкретном случае, в зависимости от степени износа детали и применяемых технологических возможностей, должен быть выбран оптимальный метод восстановления.

Список использованной литературы

1. Турсунов А.Т., Рахмонов Ш.Ш. *Qishloq xo'jalik mashinalari*. – Toshkent: O'zbekiston Milliy universiteti nashriyoti, 2019. – 356 b.
2. Назаров И.И., Ашуров А.Х. *Mashina detallari va ularni ta'mirlash asoslari*. – Toshkent: «Fan va texnologiya», 2018. – 280 b.
3. Султанов А.Р., Эргашев Ш.Р. *Qishloq xo'jalik texnikasiga xizmat ko'rsatish va ta'mirlash*. – Samarqand: SamDU nashriyoti, 2020. – 212 b.
4. Ахмедов Б.Х., Комилов У.К. *Payvandlash texnologiyasi*. – Toshkent: «O'qituvchi», 2017. – 198 b.
5. Орлов П.А. *Сельскохозяйственные машины*. – Москва: Колос, 2016. – 464 с.
6. Журнал: *Qishloq xo'jalik mashinasozligi*. – O'zbekiston Respublikasi Qishloq xo'jaligi vazirligi nashriyoti, turli sonlar.
7. Справочник: *Восстановление деталей машин*. Под ред. В.Г. Гук. – Москва: Машиностроение, 2015. – 520 с.

УДК 631.362.3

ВЫСЕВАЮЩИЙ АППАРАТ ИЗБЫТОЧНОГО ДАВЛЕНИЯ СЕЯЛКИ ТОЧНОГО ВЫСЕВА

Н.Н. Романюк, канд. техн. наук, доцент,

В.Н. Еднач, канд. техн. наук, доцент,

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

М.В. Стрига, студент

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

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы, связанные с повышением рабочей скорости высевающих аппаратов сеялок точного высева. Представлена конструкция высевающего аппарата избыточного давления, обоснованы ее формы и размеры ячеек.

Abstract. The article examines issues related to increasing the operating speed of precision seed drill seeders. The design of a seeding device with excess pressure is presented, its shapes and cell sizes are substantiated.

Ключевые слова: Высевающий аппарат, избыточное давление, сеялка точного высева, пневмосемяпровод, ячейка, пневматический высев, качество высева.

Keywords: Seeding unit, overpressure, precision seeder, pneumatic seed line, cell, pneumatic seeding, seeding quality.

Введение

Высевающие аппараты сеялок являются ключевым рабочим органом, контролирующим норму высева и обеспечивающим однородность посева [1, 2, 3]

Наибольшее распространение в конструкции сеялок точного высева как отечественного, так и иностранного производства получили вакуумные высевающие аппараты, позволяющие работать на скоростях до 10 км/ч [4]. Однако, при работе на предельных скоростях нарушаются агротехнические требования к равномерности высева семян по длине рядков, как правило, это связано с высокими скоростями вращения высевающих дисков или барабанов и инерцией движения семян. При этом в высевающих аппаратах избыточного давления данный недостаток выражен в значительно меньшей степени, и интервал рабочих скоростей сеялок может достигать 15 км/ч. Пневматические аппараты избыточного давления встречаются в скоростных сеялках ведущих зарубежных производителей таких как «Amazone», Allis Chalmers, White. Основной отличительной особенностью нагнетательных высевающих аппаратов является форма ячеек на дозирующем барабане, а также избыточное давление в семенной камере, достигающее 10 кПа [5]. Кроме того, напор воздуха используется не только для удержания семян в ячейках и удаления двойников, но и транспортирования их к семенному ложу на дне борозды. При этом конструктивно высевающие аппараты более требовательны к чистоте воздуха, качественному обслуживанию и хорошей герметизации.

Основная часть

Для решения этих недостатков предлагается конструкция высевающего аппарата избыточного давления (рисунок 1), включающего корпус 1, в котором на горизонтальном валу 2 размещен высевающий диск 3 с расположенными по окружности его торцевой плоскости дозирующими элементами 4, каждый из которых имеет ячейку 5 и сквозное отверстие 6 для присасывания семян 7, семенную камеру 8 и напорную камеру 9, канал 10 избыточного давле-

ния, соединенный с напорной камерой 9 и направленный в сторону торцевой плоскости высевающего диска 3, и заборное устройство 11, содержащее пневмосемяпровод 12, выполненный в виде трубки, один конец которого расположен в семенной камере 8 и направлен в сторону дозирующих элементов 4, при этом канал 10 избыточного давления расположен вокруг пневмосемяпровода 12.

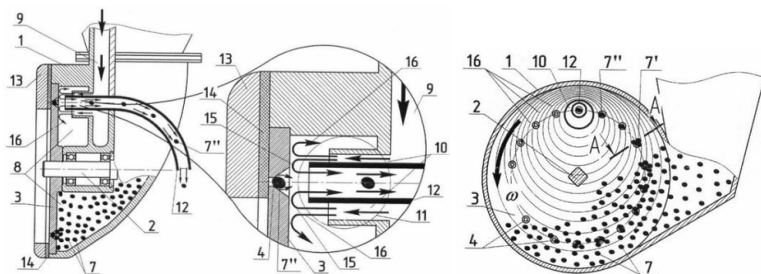


Рисунок 1 – Высеваший аппарат избыточного давления

К торцевой плоскости высевающего диска 3, не сопряженной с семенной камерой 8, при помощи крышки 13 прижата прокладка 14. Полости ячеек 5 дозирующих элементов выполнены в виде усеченных наклонных круговых конусов (рисунок 2), вершины конических поверхностей O_1 и O_2 которых находятся с противоположной семенной 8 и напорной 9 камерам стороны высевающего диска 3, расположены на наклоненных на 10 градусов в сторону семенной 8 и напорной 9 камер от внешних более дальних, чем вершины усеченных наклонных круговых конусов O_1 и O_2 по отношению к горизонтальной оси симметрии и вращения высевающего диска $O_3 O_4$ горизонтальных линий, в проходящих через эти линии и ось симметрии и вращения высевающего диска $O_3 O_4$ плоскостях, осях MP и $ПС$ усеченных наклонных круговых конусов и образуют в плоскостях симметрии высевающего диска, проходящих через его ось вращения $O_3 O_4$ и оси усеченных наклонных круговых конусов MP и $ПС$ в сечениях ячеек 5 наклон к оси симметрии и вращения высевающего диска 20 градусов их дальних по отношению к оси вращения высевающего диска $O_3 O_4$ сторон боковой поверхности ячеек 5, расположенных по линиям $O_1 Л$ и $O_2 Т$, а у ближних к оси вращения высевающего диска $O_3 O_4$ сторон боковой поверхности, расположенных по линиям $O_1 Ф$ и $O_2 Ч$, в сечениях ячеек 5 наклон к оси симметрии и вращения высевающего диска составляет 40 градусов.

Таким образом, на представленной на (рисунке 2) геометрии ячеек 5 в сечении высевающего диска 3 вертикальной плоскостью симметрии нижняя сторона боковой поверхности в этом сечении нижней ячейки 5 наклонена к горизонту на угол 20° градусов, при котором силы трения имеют возможность удерживать зерно семени на поверхности ячейки 5, а нижняя сторона боковой поверхности в этом сечении верхней ячейки 5 наклонена к горизонту на угол 40° градусов, при котором силы трения не имеют возможности удерживать зерно семени на поверхности ячейки 5 от скатывания по ней.

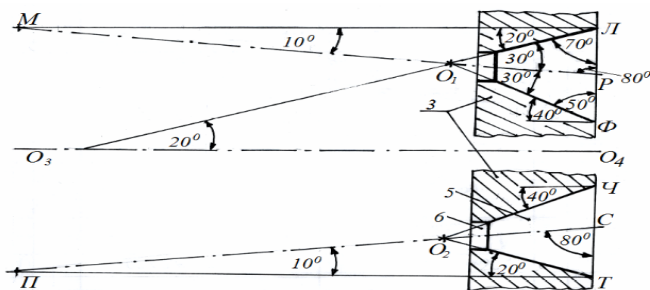


Рисунок 2 – Форма ячеек высевающего аппарата

Работа высевающего аппарата осуществляется следующим образом. Поступающий из напорной камеры 9 по каналу 10 избыточного давления воздух разделяется на два сбалансированных воздушных потока, один из которых, поток воздуха 15, поступает в пневмосемяпровод 12, а другой, поток воздуха 16, поступает в семенную камеру 8, создавая в ней пневмонагнетательный режим избыточного давления, под воздействием которого, а также в результате действия между семенами 7, находящимися в семенной камере 8, сил взаимного бокового давления, семена 7 заполняют по одному или несколько штук дозирующие элементы 4 вращающегося высевающего диска 3 и транспортируются к заборному устройству 11, по мере приближения к которому подвергаются воздействию постоянно усиливающегося и меняющего свое направление потока воздуха 16, который, огибая «лишние» семена 7', выдувает их из дозирующих элементов 4, а огибая основные семена 7'', занимающие каждое в своем дозирующем элементе 4 доминирующее положение (то есть находящиеся в непосредственной близости к сквозным отверстиям 6), прижимает их к сквозным отверстиям 6 и удерживает в ячейках 5, в ре-

зультате чего в каждом дозирующем элементе 4 остается по одному, надежно зафиксированному семени 7". После этого каждый из дозирующих элементов 4 поочередно располагается напротив пневмосемяпровода 12, где поток воздуха 15 осуществляет беспрепятственный захват каждого из основных семян 7" и их транспортировку по пневмосемяпроводу 12 в открытую сошником борозду.

Так как на представленной геометрии ячеек 5 в сечении высевающего диска 3 вертикальной плоскостью симметрии нижняя сторона боковой поверхности в этом сечении нижней ячейки 5 наклонена к горизонту на угол 20 градусов, то при таком угле силы трения удерживают зерно семени на поверхности ячейки 5 и она остается занятой им до достижения верхнего положения ячейки 5, а поскольку нижняя сторона боковой поверхности в этом сечении верхней ячейки 5 наклонена к горизонту на угол 40 градусов, то при таком угле трения не имеют возможности удерживать зерно семени на поверхности ячейки 5 от скатывания по ней и попадания в по пневмосемяпроводу 12 в открытую сошником борозду.

Заключение

Таким образом, благодаря выполнению полостей ячеек 5 высевающего диска 3 в виде усеченных наклонных круговых конусов, снижается количество пропусков в подаче семян и достигается заявленный технический результат – повышение качества однозернового высева семян с уменьшением пропусков их высева, изреженности посевов и увеличением урожайности сельскохозяйственных культур.

Список использованной литературы

1. Оригинальный высевающий аппарат сеялки для посева масличных культур / Н.Н. Романюк [и др.]. // Материалы Междунар. науч.-практич. конф. «Научно-практические аспекты технологий возделывания и переработки масличных и эфиромасличных культур», 3-4 марта 2016г. / под общ. ред. Д.В. Виноградова. – Рязань : ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. – С. 225–229.
2. Спирально-шнековый высевающий аппарат / И.Н. Шило, Н.Н. Романюк, В.А.Эвиев, В.А. Агейчик, С.В. Есипов, А.М. Хартанович // Сборник научных статей Междунар. науч.-практич. конф. «Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве», 26–27 ноября 2020 г. / редкол. : Н.Г. Серебрякова [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2020. – С. 59–62.
3. Выссевающий аппарат для точного высева семян : патент на полезную модель 209454 U1 Российской Федерации, МПК A01C 7/04 / Н.Н. Романюк (BY), В.А. Агейчик (BY), С.А. Войнаш (RU), и др.; заявитель ФГБОУВО «Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева» (RU).– № 2021120754 ; заявл. 12.07.2021 ; опубл. 16.03.2022 // Федеральная служба по интеллектуальной собственности. – 2022. Бюл. №8.
4. Оптимизация вакуумных высевающих аппаратов пропашных сеялок: монография / Несмиян А.Ю/ [и др.]. – Зерноград, 2013. – 176 с.

5. Экспериментальное исследование процесса дозирования семян аппаратом с нагнетательным потоком воздуха / Хижняк В.И. [и др.] // Весник аграрной науки Дона. 2022. – Т. 15. – №3 (59). – С. 50–60.

6. Сабликов, М.В. Сельскохозяйственные машины. Ч.2. Основы теории и технологического расчета. – М. : Колос, 1968. – 296 с.

УДК 631.35 + 621.01

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА СОПРОТИВЛЕНИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЮ БАШМАКА НА ХАРАКТЕРИСТИКУ КОПИРОВАНИЯ РЕЛЬЕФА ПОЛЯ

А.В. Котов¹, аспирант,

Д.Г. Кроль², канд. физ.-мат. наук, доцент

¹ОАО «Сейсмотехника»,

²УО «Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого», г. Гомель, Республика Беларусь

Аннотация: проведено исследование влияния коэффициента сопротивления перемещению башмака по опорной поверхности на характеристику копирования рельефа поля для механизма уравнивания самоходной уборочной косилки.

Abstract: a study was conducted on the influence of the coefficient of resistance to shoe movement on the supporting surface on the characteristics of copying the field relief for the balancing mechanism of a self-propelled harvesting mower.

Ключевые слова: механизм уравнивания, адаптер, башмак, коэффициент сопротивления перемещению, копирование.

Keywords: balancing mechanism, adapter, shoe, coefficient of resistance to movement, copying.

Введение

Одним из условий качественного выполнения технологического процесса заготовки кормов является обеспечение и поддержание нагрузки на опорных башмаках навешиваемого адаптера в заданных пределах. Наиболее информативной характеристикой процесса копирования рельефа поля считается изменение величины нагрузки на опорных башмаках адаптера в заданном диапазоне копирования. Причем в практике сельскохозяйственного машиностроения встречаются два подхода к получению данной характеристики – с учетом и без учета коэффициента сопротивления перемещения башмака по опорной поверхности. Как правило, силой сопротивления перемещения пренебрегают ввиду своей относительной малости [1], что в свою очередь требует проведения дополнительного исследования в правильности использования данного подхода.

Основная часть

В качестве объекта исследования взят механизм уравнивания косилки самоходной универсальной KSU-1 с жаткой-хедер транспортной ЖХТ-9 производства ООО «Комбайновый завод «Ростсельмаш»», кинематическая схема которого приведена на рисунке 1.

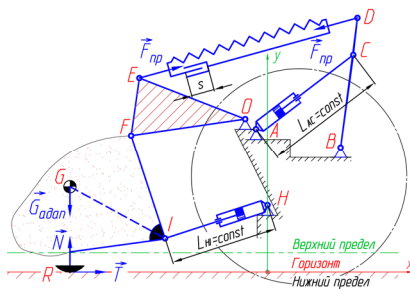


Рисунок 1 – Кинематическая схема механизма уравнивания

Механизм уравнивания настраивается под навешиваемый адаптер на линии условного горизонта за счет регулировки длины двух гидроцилиндров с последующей их фиксации. В результате механизм уравнивания приобретает одну степень свободы, а навешиваемый адаптер может перемещаться в заданном диапазоне копирования рельефа поля относительно рамы самоходной уборочной косилки. При этом адаптер передает на опорные башмаки лишь часть своего веса, в то время как оставшаяся его часть компенсируется пружинным блоком через механизм уравнивания.

Для исследования рассматриваемого механизма уравнивания была разработана соответствующая математическая модель, на основе метода преобразования координат в неизменном базисе [2].

Оценка характеристики копирования рельефа поля проводилась с помощью следующего безразмерного коэффициента:

$$h_i(f) = N_i(f) / N_i(0),$$

где f – коэффициент сопротивления перемещению; N – нагрузка на башмаке навешиваемого адаптера (см. рисунок 1), Н; i – высоты копирования рельефа поля, мм.

На рисунке 2 приведены сравнительная оценка изменения коэффициента h в зависимости от высоты копирования рельефа поля ± 125 мм для следующих коэффициентов сопротивления перемещению башмака по полю f : 0; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8 [3].

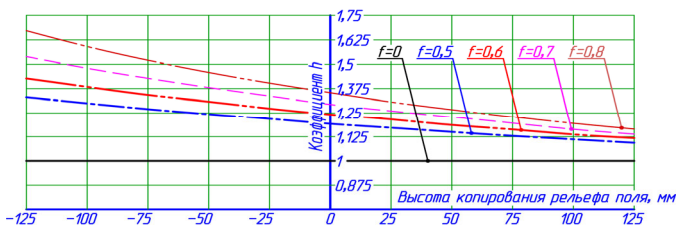


Рисунок 2 – Оценочная характеристика копирования рельефа поля

Заключение

Полученные графические зависимости свидетельствуют о том, что учет коэффициента сопротивления перемещению башмака по полю оказывает существенное влияние на изменение характеристики копирования рельефа поля адаптером. Результаты исследования позволили проанализировать эффективность работы исходного механизма уравнивания самоходной косилки и использовать их для поиска новых технических решений при проведении дальнейшей оптимизации конструкции с целью стабилизации нагрузки на опорных башмаках навешиваемых адаптеров.

Список использованной литературы

1. Математическая модель механизма уравнивания и подъема косилки-плющилки ротационной / Д.В. Джасов [и др.] // Актуальные вопросы машиноведения: сб. науч. тр. / Объедин. ин-т машиностроения НАН Беларуси; редкол.: С.Н. Поддубко [и др.]. – Минск, 2020. – Вып. 9. – С. 27–30.
2. Котов, А.В. Применение векторного анализа при проектировании рычажных механизмов / А.В. Котов, Ю.В. Чупрынин // Науч.-техн. прогресс в с.-х. производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Мн., 2007. – С. 32–37.
3. Конструирование и расчет сельскохозяйственных тракторов : Справ. пособие / В.Я. Анилович, Ю.Т. Водолажченко ; Под ред. проф. Б.П. Кашубы. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1976. – 455 с.

УДК 68.85.29

ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИЙ МОДУЛЬНЫЙ АГРЕГАТ АМП-6

Н.Д. Лепёшкин¹, канд. техн. наук, доцент

В.В. Мижурич¹, науч. сотр.,

Ю.В. Синяк², аспирант

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

²УО «Белорусский государственный аграрный университет»,

г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье дано техническое описание модульного почвообрабатывающего агрегата.

Abstract: The article provides a technical description of a modular soil-cultivating unit.

Ключевые слова: обработка почвы, почва, агрегат.

Keywords: tillage, soil, unit.

Введение

В последние годы в Республике Беларусь, наряду с отвальной обработкой почвы, все более широкое применение находит безотвальная обработка. На основании результатов полевых опытов, проведенных аграрной наукой республики за последние 10 лет, и с учетом почвенно-климатических условий пахотных земель, а также биологических особенностей сельскохозяйственных культур и их размещения в севообороте, возможный объем применения безотвальных обработок может составить около 64 % [1, 2] от всех видов обработок почвы. Для этого, важнейшим условием успешного повсеместного внедрения безотвальной обработки почвы является создание соответствующих технических средств для её осуществления.

Основная часть

В соответствии с вышесказанным, а также для повышения производительности машино-тракторного агрегата при осуществлении основной безотвальной обработки почвы и загрузки тракторов мощностью 400 и более л.с. РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» совместно с ООО «Биоком Технологии» разработан и изготовлен опытный образец агрегата почвообрабатывающего модульного АМП-6 (рисунок 1). Для обработки почвы на глубину от 27 до 40 см агрегат имеет рабочую ширину захвата 4 метра, для обработки почвы на глубину 12–27 см – 6 м, а для обработки почвы на глубину от 6 до 12 см – 8 метров.



Рисунок 1 – Агрегат АМП-6

Конструктивно агрегат включает раму 1 (рисунок 2) со спицей 2, почвообрабатывающими модулями 3, 4, 5 и колёсным ходом 6, гидрооборудование и электрооборудование (не показаны).

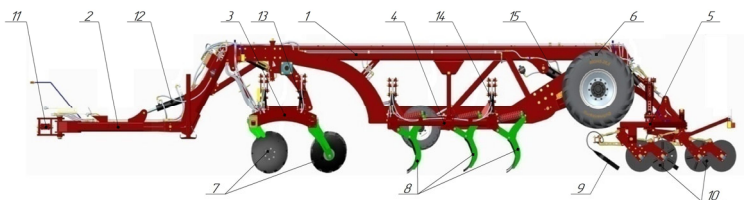


Рисунок 2 – Схема агрегата почвообрабатывающего модульного с изменяемой шириной захвата АМП-6:

- 1 – рама; 2 – сница; 3 – измельчающий модуль; 4 – рыхлительный модуль;
- 5 – выравнивающе-прикатывающий модуль; 6 – колесный ход;
- 7 – дисковые рабочие органы; 8 – чизельные рабочие органы; 9 – выравнивающие рабочие органы; 10 – прикатывающие катки; 11 – поворотное устройство;
- 12, 13, 14, 15 – гидроцилиндры

На раме 1 агрегата почвообрабатывающие модули располагаются в следующей последовательности: впереди измельчающий модуль 3 с дисковыми рабочими органами 7, далее рыхлительный модуль 4 с чизельными рабочими органами 8 и выравнивающее прикатывающий модуль 5 с выравнивающими рабочими органами 9 и прикатывающими катками 10. Колёсный ход 6 установлен за рыхлительным модулем 4. Колёсный ход 6 оборудован колёсами с широкими шинами, обеспечивающими устойчивость агрегата при транспортировании, а также тормозами, в том числе и стояночным тормозом. Конструкция привода тормозов обеспечивает затормаживание агрегата в случае аварийного отцепления агрегата от трактора. Рама 1 агрегата состоит из центральной рамы, на которой установлены сница 2 и колёсный ход 6. При ширине захвата агрегата 6 м к раме 1 крепятся две боковые рамы. При ширине захвата 8 метров к боковым рамам дополнительно крепятся две периферийные рамы. На боковых рамах предусмотрена установка передних регулируемых колёс. Сница 2 шарнирно прикреплена к раме 1 агрегата и имеет поворотное устройство 11 для присоединения к нижним тягам трактора и устройство для выравнивания рамы 1 в виде гидроцилиндра 12. Гидросистема агрегата предназначена для перевода его из транспортного положения в рабочее и наоборот, а также для регулирования глубины хода рабочих органов 7, 8, 9, 10. Гидросистема агрегата соединена с гидросистемой трактора с помощью быстроразъёмных муфт. Регулировка глубины хода рабочих органов 7, 8, 9, 10, подъём-опускание колёсного хода 6, а также

складывание и раскладывание боковых и периферийных рам (при их установке) производятся, с помощью гидроцилиндров 12, 13, 14, 15, управление которыми осуществляется из кабины трактора через пульт управления.

Заключение

Разработанная конструкция агрегата АМП-6 для основной безотвальной обработки почвы к тракторам мощностью 400 л.с и более, позволяет вести обработку почвы на глубину от 6 до 40 см и, в зависимости от глубины обработки, устанавливать ширину захвата 4, 6 или 8 метров.

Список использованной литературы

1. Лапа, В.В. Можно и без плуга. Но выборочно / В.В. Лапа, Е.Ф. Якимович, С.В. Небышинец, Н.Д. Лепешкин // Белорусская Нива – 2011 №67 – С. 13–17.
2. Лепешкин, Н.Д. Безотвальная обработка почвы и перспективы её развития для условий Республики Беларусь / Н.Д. Лепешкин, Н.Г. Бакач, В.В. Мижурин // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 95-летию со дня рождения академика С.И. Назарова (Минск, 19 – 20 окт. 2023 г.) / ред. кол.: П.П. Казакевич [и др.]. – Минск: Белорусская наука, 2023. – С. 70–74.

УДК 631.358:633.521

ПРЕДПОСЫЛКИ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ПОЛИАМИДНОГО ВОРСА В ПРОЦЕССЕ УБОРКИ ЛЬНА

**М.В. Цайц, канд. техн. наук,
И.И. Сергеева, канд. с.-х. наук, доцент,
Е.Л. Ионас, канд. с.-х. наук, доцент,
И.А. Гращенко, ст. преподаватель,
И.А. Савченко, студент**

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь,*

Аннотация: Установлено, что износ применяемого при уборке льна ворса из полиамидного материала носит неоднородный характер. Наблюдается выраженный скос у вершины ворса из-за контакта с металлической декой и менее интенсивный износ передней поверхности, снижающийся от вершины к основанию. Обнаружены локальные повреждения в виде порезов, требующие дополнительного изучения.

Abstract: It was found that the wear of the polyamide pile used for flax harvesting is non-uniform. There is a pronounced bevel at the top of the pile due to contact with the metal deck and less intense wear of the front surface, decreasing from the top to the base. Local damage in the form of cuts was found, requiring further study.

Ключевые слова: лен, роторно-бильный аппарат, вычесывающий барабан, ворс, полиамидный материал.

Keywords: flax, rotary beater, combing drum, pile, polyamide material.

Введение

С целью повышения чистоты обмолота лент льна, снижение повреждения стеблей и отхода их в путанину по комбайновой технологии авторами предложена конструкция роторно-бильного аппарата для отделения семенной части урожая от стеблей [1]. Одним из рабочих элементов которого является цилиндрический барабан (рисунок 1, *а*) с вычесывающим ворсом из полиамидного (ПА) материала цилиндрической формы средним диаметром 3,12 мм и длиной выступающей части – 45,0 мм (см. рисунок 1, *а*). Ворс установлен девятью продольными рядами, (см. рисунок 1, *а*). Рабочий процесс предлагаемого аппарата предполагает, что после обмолота, лента стеблей льна попадает под воздействие вычесывающей щетки, при этом воздействие на обрабатываемую ленту льна осуществлялось от 1-го ряда к 9-му. Движущийся в зажимном транспортере слой стеблей неоднороден, а стебли в слое расположены с перекосом в направлении по ходу и против хода движения ленты [2]. Физико-технологические свойства стеблей и ленты льна также отличаются высокими показателями на разрыв, жесткостью и упругими свойствами в сравнении с другими сельскохозяйственными культурами [2], что оказывает существенное влияние на износ рабочих органов.



Рисунок 1 – Вычесывающий барабан роторно-бильного аппарата.

а – вид вычесывающего барабана спереди; *б* – виды износа ворса роторно-бильного аппарата

Основная часть

Для изучения характера износа ворса из ПА при взаимодействии с лентой стеблей льна, с вычесывающего барабана, который испытывался при проведении производственных испытаний [2, 3], общей

наработкой 56 часов [4, 5], были срезаны три поперечных ряда с интервалом по периметру барабана 120°. При этом фиксировалась последовательность расположения ворсин на барабане как показано на рисунке 1, б. Визуальный анализ износа ворса показал, что износ ворса неоднородный и имеет ярко выраженный скос у вершины, связанный с взаимодействием ворса и металлической поверхности нижней деки, а также менее выраженный износ передней, по ходу вращения барабана, поверхности ворса. На некоторых ворсинах присутствует износ в виде порезов не имеющего конкретного обоснования.

Заключение

Установлено, что износ применяемого в роторно-бильном аппарате ворса из ПА материала носит неоднородный характер: наблюдается выраженный скос у вершины ворса из-за контакта с металлической декой. Также присутствует определенная деформация, приводящая к увеличению площади поперечного сечения ворса. 74,7 % измерений показали увеличение сечения ворса относительно исходных образцов, что указывает на пластические деформации в процессе эксплуатации; зафиксирован менее интенсивный износ передней поверхности, снижающийся от вершины к основанию. Имеется зависимость износа от расположения ворса на вычесывающем барабане, обусловленное тем, что ворс расположенный ближе к диску ротора воздействует на наиболее спутанную ленту льна; обнаружены локальные повреждения в виде порезов, требующие дополнительного изучения.

Список использованной литературы

1. Устройство для отделения семенных коробочек и семян льна от стеблей: патент 2788696 С1 РФ / М. В. Симонов, В. А. Шаршунов, Н. С. Сентюров, М. В. Цайц. – Заявл. 16.06.2022. – Оpubл. 24.01.2023. – Бюл. № 3.
2. Цайц, М. В. Отделение семенной части от стеблей льна роторно-бильным аппаратом при комбайновой уборке : дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Цайц Максим Валерьевич. – Горки, 2024. – 239 с.
3. Повышение эффективности получения семян льна-долгунца при комбайновой уборке / В. А. Шаршунов, М. В. Цайц, С. В. Курзенков [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 7(146). – С. 44–59.
4. Результаты производственных испытаний применения роторно-бильного аппарата в прицепном льнокомбайне / М. В. Цайц, В. А. Левчук, В. Г. Ковалев [и др.] // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2025. – № 1. – С. 134–139.
5. Результаты производственных испытаний и экономическая оценка применения роторного бильно-вычесывающего устройства на льноуборочном комбайне / В. А. Шаршунов, В. Н. Босак, М. В. Цайц [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2023. – Т. 61, № 4. – С. 324–336.

ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ УБОРКИ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР НА ЗЕРНО

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

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

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

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

Аннотация: Рассматриваются различные технологии уборки зернобобовых культур на семена. Приводится описание устройства и работы очесывающей жатки.

Abstract: Various technologies for harvesting grain legumes for seed are discussed. A description of the design and operation of a stripper header is provided.

Ключевые слова: очес, зернобобовые культуры, зерновка, комбайн, жатка.

Keywords: stripper, grain legumes, grain header, combine, header.

Введение

Зернобобовые культуры по международной классификации ФАО выделяются в отдельную группу сельскохозяйственных культур. Так как представлены довольно большим видовым разнообразием растений, которые объединяются по принадлежности к одному семейству – Бобовые (Fabaceae), имеют много общего в биологических особенностях и морфологическом строении. В Республике Беларусь наибольшее значение имеют такие зернобобовые культуры, как горох (посевной и полевой), люпин (узколистный и желтый), вика (яровая и озимая, бобы и фасоль).

Бобовые культуры выращиваются для использования на пищевые, кормовые и технические цели. Основная ценность их заключается в высоком содержании белка в семенах, которое в зависимости от культуры колеблется от 20 до 50%. Кроме того, за счет клубеньковых бактерий, развивающихся на корневой системе бобовых культур, они способны усваивать и накапливать свободный атмосферный азот. В зависимости от культуры, сорта и степени развития бобовые культуры могут оставлять в почве от 50 до 350 кг/га атмосферного азота, что оказывает положительное влияние на урожайность последующих культур и почвенное плодородие.

Основная часть

В Республике Беларусь уборка зернобобовых культур на зерно осуществляется, в основном, прямым комбайнированием: срезанием растительной массы бобовых культур жатками зерноуборочных комбайнов с последующим отделением зерна от стеблей и вороха в

молотильно-сепарирующем устройстве зерноуборочного комбайна или скашивание массы в валок с последующим подбором и обмолотом зерноуборочным комбайном после просыхания стеблевой части растений и зерновок. Данная технология уборки зернобобовых культур зависит от погодных условий, сроков одновременного созревания семенных коробочек, полеглости и перепутанности убираемой массы, из-за большого содержания в обмолачиваемой массе стеблевой части растений не обеспечивается качественное выделение зерна из массы, уменьшается производительность и увеличиваются затраты на ГСМ.

Одним из направлений, позволяющих обеспечить качественную уборку зернобобовых культур является уборка семенных коробочек методом очеса: уборка зерноуборочным комбайном с очесывающей жаткой и одновременны выделением семян из вороха; уборка семенных коробочек методом очеса прицепными машинами со сбором очесанной массы в транспортное средство, просушиванием ее и последующим выделением зерна на стационаре.

Известна очесывающая жатка состоящая из очесывающего барабана 1 (рисунок 1), желобовидного шнекового транспортера 2, выполненного желобовидным, при этом передняя стенка желоба 3, разделяющая зоны шнека 2 и очесывающего барабана 1, выполнена в виде двух жестко закрепленных пластин, расположенных на минимально допустимом расстоянии от зоны очесывающего барабана и образующих «щель-ловушку» 4 с размерами по ширине и высоте, обусловленными возможностью улавливания продукта очеса в правой нижней зоне очесывающего барабана и возврата его в зону шнека.

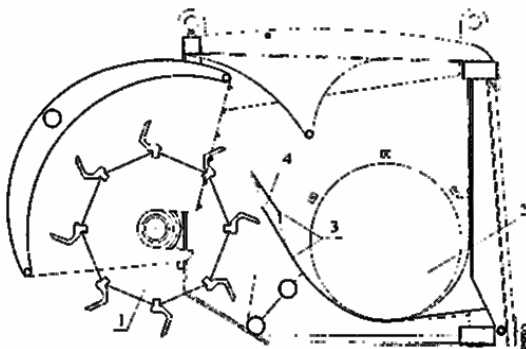


Рисунок 1 – Схема очесывающей жатки:

- 1 – очесывающий барабан; 2 – желобовидный шнековый транспортер;
3 – передняя стенка желоба; 4 – «щель-ловушка»

Очесывающая жатка работает следующим образом. Продукт очеса под действием центробежных сил, сил инерции и воздушного потока, создаваемых очесывающим барабаном 1, перемещается к желобовидному шнековому транспортеру 2, который перемещает очесанную массу в центральную часть очесывающего устройства. Продукт очеса, попадающий в правую нижнюю зону очесывающего барабана, улавливается «щелью-ловушкой» 4, расположенной на передней стенке 3 желоба, и возвращается в зону шнекового транспортера 2.

Исследования, проведенные учеными Республики Беларусь, Украины и Российской Федерации свидетельствуют, что очесывающие жатки удовлетворительно работают на уборке полеглых культур и, при увеличении полеглости свыше 30 %, имеют преимущества перед обычными жатками.

Заключение

Однако, на наш взгляд, второй путь – создание технологии бескомбайновой уборки зернобобовых культур и использование идеи очёса на корню более перспективен, поскольку несет в себе следующие преимущества: кардинальное упрощение конструкции и снижение массы машины для уборки; снижение энергозатрат на 30...35%; снижение микроповреждения зерна обмолачивающим устройством; возможность перевода некоторых технологических операций (очистки, сортировки) с жидкого топлива на электроэнергию; высокая производительность, не ограничиваемая пропускной способностью обмолачивающего устройства; возможность уборки влажных хлебов.

Список использованной литературы

1. Дмитриев В.П. Теоретические и прикладные аспекты разработки экспертных оценок для технического обслуживания / Ростов-на-Дону: Изд. Центр ДГТУ, 2007. – 202 с.
2. Погорелый Л.В., Коваль С.Н. Колосоуборки – «стрипперы-очесыватели»: фата-моргана или новая эра в зерноуборке? // Перспективные технологии уборки зерновых культур, риса, и семян трав. Сб. докл. Междунар. науч.-техн. конф. – Мелитополь, 2003. – С. 31–58.
3. Чуксин П. Возрождение галльской жатки (ТРИЗ, обучение, проблемы, творчество). Режим доступа: <http://www.trizland.ru/trizba>. 3D362-63K.
4. Погорелый Л.В., Коваль С.Н. Прогноз развития технологий и техники для уборки зерновых культур на первую четверть XXI ст. // Перспективные технологии уборки зерновых культур, риса и семян трав: Сб. докл. Междунар. науч.-технич. конф. – Мелитополь, 2003. – С. 17–21.
5. Хоменко А.И., Якутин Н.В. О бескомбайновой уборке зерновых культур / Режим доступа: <http://totem.edu.ru/index>. D28-18K.

УДК 631.3

РАСЧЕТ КОНИЧЕСКОЙ ЩЕТКИ ДЛЯ ОЧЕСЫВАНИЯ ОСОБЕЙ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА

В.А. Бурдейко¹, м. пед. наук, 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

Аннотация. Приводится расчет конической щетки для определения количества ворсинок и горизонтальной нагрузки ворса щетки машины для очесывания особей колорадского жука.

Abstract. The calculation of a conical brush is given to determine the number of bristles and the horizontal load of the bristles of the brushes of a machine for combing Colorado potato beetle individuals.

Ключевые слова: расчет, коническая щетка, колорадский жук, ворс, нагрузка, очесывание.

Keywords: calculation, conical brush, Colorado potato beetle, bristles, load, combing.

Введение

При выращивании экологически чистого картофеля является эффективным применение конической щетки для очесывания особей колорадского жука.

Основная часть

Коническая щетка установлена на машине для сбора колорадского жука, ее параметры и условия работы приводятся в источниках [1; 2].

Определять нужное количество ворсин на конической щетке будем по формуле

$$i_{\text{в}} = \frac{5,124L\pi K_{\text{рп}}}{d_{\text{в}}\beta_{\text{с}}},$$

где $K_{\text{рп}}$ – коэффициент, учитывающий характер распределения пучков ворсин по поверхности барабана: шевроном, по спирали, в шахматном порядке ($K_{\text{рп}} = 4 \dots 6$), L – высота щетки (м); $d_{\text{в}}$ – диаметр ворсины (для полимерного ворса ($d_{\text{в}} = 0,0022 \dots 0,0024$ м)); $\beta_{\text{с}}$ – угол между продольными осями соседних по окружности ворсин (рад).

Определение момента инерции (м^4) поперечного сечения ворсины относительно оси перпендикулярной к плоскости вращения для ворса круглого сечения проводим по формуле

$$J = 0,25\pi r_{\text{в}}^4,$$

где $r_{\text{в}}$ – радиус поперечного сечения ворсины (м).

Расстояние (м) между ободом барабана и поверхностью листьев картофельной ботвы (y_k) находим по формуле

$$y_k = S - h,$$

где S – свободная длина прутка ворса (м); h – деформация ворса (м).

Суммарную горизонтальную нагрузку конической щетки на поверхность листьев картофельной ботвы (H) определяем по формуле

$$P = 0,17 \cdot E \cdot J \frac{S^3}{y_k^3} \cdot i_p \cdot \arccos \frac{y_k + R_k}{R},$$

где E – модуль упругости ворса (Мпа); R_k – радиус барабана щетки (м); i_p – рабочее количество ворсин на щетке.

Для определения горизонтальной реакции листьев ботвы на ворс щетки используем эмпирическую формулу:

$$P = 5,3 \cdot 10^2 \cdot d \left(\frac{E - I}{l} \right)^2 h^{\frac{1}{2}} i_p \times \\ \times [1 + 0,18 (V_{щ} - 2)] \arccos \left(1 - \frac{h}{R_{щ}} \right),$$

где d – диаметр ворса (для капроновой щетки $d = 0,5 \cdot 10^{-3}$ м); E – модуль упругости материала ворса (для синтетического ворса $E = 7,1 \cdot 10^9 \dots 8 \cdot 10^9$ Па); I – осевой момент инерции сечения ворсины щетки ($I = 0,25 \cdot \pi \cdot (d / 2)^4$), м⁴; l – свободная длина ворсины щетки, приблизительно равная радиусу щеточного элемента щетки (принимая $l \approx R_{щ}$), м; $R_{щ}$ – радиус щетки ($R_{щ} = D_{щ} / 2$), м; h – деформация ворсины щетки (в зависимости от состояния листьев картофельной ботвы составляет $h = 0,005 \dots 0,035$ м); i_p – рабочее число ворсин; $V_{щ}$ – окружная скорость щетки (м/с).

На рисунке 1 показаны два крайних положения ворсин.

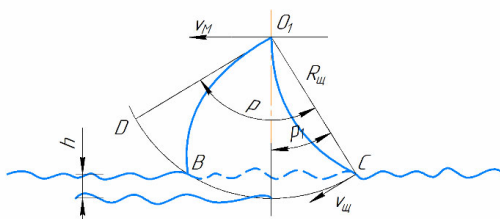


Рисунок 1 – Схема к расчету числа ворсин

Центральный угол $DO_1C = \beta$, соответствующий этим крайним положениям, по нашим опытным данным, составляет примерно $2,6 \cdot \beta$ (β – угол поворота ворсины при контакте с картофельной ботвой в горизонтальной плоскости).

$$\beta = \arccos \frac{V_{\text{ш}}}{V_{\text{м}}}.$$

Зная угол β , можно определить в каждый данный момент рабочее число ворсин i_p . Для этого применяем следующую эмпирическую формулу:

$$i_p = \frac{5,5 - B_{\text{ш}}}{2B_{\text{ш}}/V_{\text{ш}}},$$

где $V_{\text{м}}$ – рабочая скорость машины для очесывания колорадского жука, м/с.

Отношение скоростей $V_{\text{ш}}/V_{\text{м}}$ принимаем в зависимости от конструкции щетки: для конической щетки $V_{\text{ш}}/V_{\text{м}} = 2,7$.

Заключение

Расчет конической щетки машины для очесывания колорадского жука может быть полезным инструментом для оптимизации процессов очесывания, уменьшения травмирования листьев картофельной ботвы.

Список использованной литературы

1. Бурдейко, В.А. Машина для удаления колорадского жука / В.А. Бурдейко, И.М. Дыдышко // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе – сегодня и завтра : материалы VI Междунар. науч.-практ. конф., 2 нояб. 2022 г., Научно-технический центр комбайностроения ОАО «Гомсельмаш». – Гомель, 2022. – С. 233–237.
2. Бурдейко, В.А. Расчет щеток машины для сбора колорадского жука / В.А. Бурдейко, В.Б. Ловкис // Вестник БарГУ. Серия Технические науки. – 2021. – Вып. 9.

УДК 631.313.02

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗУБЬЕВ ЗУБОВОЙ БОРОНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Д.А. Яновский¹, ст. преподаватель,

А.А. Зенов¹, ст. преподаватель,

Д.Н. Бондаренко¹, ст. преподаватель,

В.В. Болвонович², директор,

А.А. Антонов¹, студент

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

²ООО «СелАгро», г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация: в статье представлено исследование прочностных характеристик зубьев зубовых борон выпускаемых в Республике Беларусь с использованием компьютерного моделирования расчетным ядром системы APM FEM для КОМПАС-3D v19.0.

Abstract: The article presents a study of the strength characteristics of the teeth of tooth harrows manufactured in the Republic of Belarus using computer modeling by the calculation core of the APM FEM system for KOMPAS-3D v19.0.

Ключевые слова: борона зубовая, компьютерное моделирование, максимальное эквивалентное напряжение.

Key world: harrow, computer modeling, maximum equivalent stress.

Введение

В зависимости от конструктивных особенностей, типа используемых материалов и условий эксплуатации, бороны могут существенно различаться по своим характеристикам, что в свою очередь влияет на их эффективность и долговечность. Однако, независимо от типа и конструкции, важнейшую роль играет надежность элементов бороны, особенно зубьев, которые непосредственно взаимодействуют с почвой под воздействием значительных нагрузок.

Основная часть

Прочностной анализ выполнялся расчетным ядром системы APM FEM для КОМПАС-3D v19.0 которая является программой для ЭВМ – APM Structure3D [1]. В процессе анализа изучались следующие характеристики: M – максимальное эквивалентное напряжение по Мизесу, МПа; T – минимальный коэффициент запаса по текучести; P – минимальный коэффициент запаса по прочности.

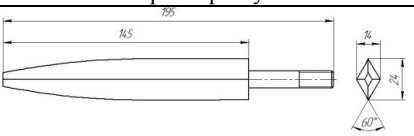
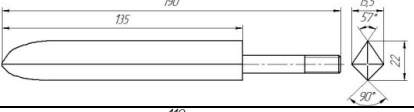
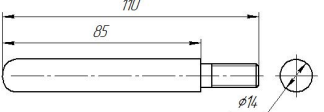
Нагрузка действующая на зуб бороны [2]

$$F = kS,$$

где k – удельное сопротивление почвы, принимаем $k = 130 \text{ кН/м}^2$ что соответствует весьма тяжелым почвам по механическому составу [2]; S – площадь контакта зуба с почвой, м^2 .

Параметры зубьев для анализа показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры зубьев

Марка машины	Тип зуба	Параметры зуба
БШ-15 (ООО «СелАгро», Беларусь)	Четырехугольный профиль симметричный	
БЗ-22 (ОАО «УКХ «Бобруйск- агромаш», Беларусь)	Четырехугольный профиль несимметричный	
БЗЛ-0,7 (ПООО «Техмаш», Беларусь)	Круглый профиль	

Для определения площади контакта зуба бороны с почвой S был использован программный комплекс КОМПАС-3D. Модели зубьев, выполненные в CAD-системе, содержат точные геометрические параметры, включая форму клина.

Площади контакта зубьев с почвой с учетом глубины обработки 70 мм: четырехугольный профиль симметричный $S_1 = 2165 \text{ мм}^2$; четырехугольный профиль несимметричный с углом вхождения 57° $S_{2.1} = 2042 \text{ мм}^2$; четырехугольный профиль несимметричный с углом вхождения 90° $S_{2.2} = 1613 \text{ мм}^2$; круглый профиль $S_3 = 1539 \text{ мм}^2$.

$$F_1 = 130 \cdot 21,65 \cdot 10^{-4} = 0,28 \text{ кН.}$$

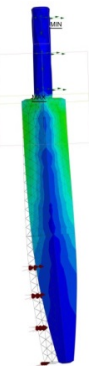
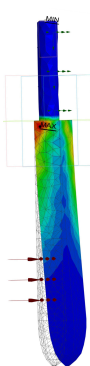
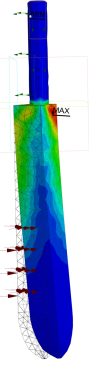
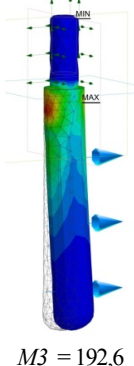
$$F_{2.1} = 130 \cdot 20,42 \cdot 10^{-4} = 0,27 \text{ кН.}$$

$$F_{2.2} = 130 \cdot 16,13 \cdot 10^{-4} = 0,21 \text{ кН.}$$

$$F_3 = 130 \cdot 15,39 \cdot 10^{-4} = 0,20 \text{ кН.}$$

В процессе моделирования на каждый зуб была наложена сетка с 4-узловыми тетраэдрами с максимальной длиной сторон 5 мм. Модели были зафиксированы в верхней части, в месте расположения болтового соединения. К площади каждого зуба на высоту 70 мм была приложена соответствующая нагрузка. Результаты анализа зубьев представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты анализа зубьев

Четырехугольный профиль симметричный	Четырехугольный профиль несиммет- ричный с углом вхождения 90°	Четырехугольный профиль несиммет- ричный с углом вхождения 57°	Круглый профиль
			
$M1 = 125 \text{ МПа};$ $T1 = 2,3;$ $P1 = 4,1.$	$M2.1 = 97,5 \text{ МПа};$ $T2.1 = 2,6;$ $P2.1 = 4,5.$	$M2.2 = 51,2 \text{ МПа};$ $T2.2 = 4,8;$ $P2.2 = 7,9.$	$M3 = 192,6$ $\text{МПа};$ $T3 = 1,2;$ $P3 = 2,1.$

Заключение

Зуб четырехугольного профиля несимметричный с углом вхождения 57° показывает лучшие прочностные характеристики в сравнении с другими типами зубьев. $M2.2$ на 90 % меньше чем $M2.1$, на 144 % меньше чем $M1$ и на 276 % меньше чем $M3$. $T2.2$ на 85 % больше чем $T2.1$, на 109 % больше $T1$ и на 300 % больше чем $T3$. $P2.2$ на 76 % больше чем $P2.1$, на 93 % больше чем $P1$ и на 276 % больше чем $P3$.

Список использованной литературы

1. Руководство пользователя АРМ FEM для КОМПАС-3D v19.0. Москва: НТЦ АПМ, 2023. – 36 с.
2. Кленин, Н.И. Сельскохозяйственные машины. [Текст]: Учебники и учеб.пособия для студ. высш. учеб. заведений. / Н.И. Кленин, С.Н. Киселев, А.Г. Левшин. М.: КолосС, 2008. – 816 с.

УДК 68.85.29

КОНЦЕПЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ УСЛОВИЙ ПРИ ОСНОВНОЙ БЕЗОТВАЛЬНОЙ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ ДЛЯ ВЛАГООБЕСПЕЧЕНИЯ ПОСЕВОВ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

А.А. Шупилов¹, канд. техн. наук, доцент,

Н.Д. Лепешкин², канд. техн. наук, доцент,

Ю.В. Синяк¹, аспирант

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

²РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье предложена концепция рыхления почвы при основной безотвальной обработке, способствующая созданию условий для накопления и сохранения влаги для первоначального периода вегетации в последующем посеянных семян и результаты ее экспериментальной проверки.

Abstract. The article proposes a concept of soil loosening during primary tillage, which contributes to the accumulation and preservation of moisture for the initial vegetation period of subsequently sown seeds, and presents the results of its experimental verification.

Ключевые слова: влажность, почва, плотность, градиент, рабочие органы, чизель, плуг.
Keywords: humidity, soil, density, gradient, working tools, chisel, plow.

Введение

Наиболее стабильным источником поступления влаги являются грунтовые воды. Формирование сложения почвы при ее обработке, способствующее притоку по капиллярам грунтовых вод к корнеоби-

таемому верхнему горизонту является одним из путей устранения дефицита влаги в почве при недостатке атмосферных осадков или их отсутствии продолжительное время [1]. Значимо заранее создать условия для высева семян в почву оптимальной влажности и их обеспечения влагой особенно в начальный период – прорастания семян и всходов, т.е. осуществить подготовку «семенного ложе» для высева семян уже на стадии основной обработки почвы, формируя подстилающее водоносное капиллярное сложение.

Основная часть

При вспашке плугами агрегаты комплектуются катковыми приставками. Их основным назначением является разрушение образовавшихся после вспашки отвальных гребней, дробления почвенных глыб, то есть осуществляется выравнивание поверхности с уплотнением почвы. Известны исследования, которые подтверждают эффективность создания при вспашке уплотненной прослойки на глубине 5-10 см., повышающей сохранность влаги в почве не менее чем на 20 % по сравнению с вспашкой с прикатыванием и более чем в 2 раза по сравнению с вспашкой с боронованием (таблица 1) [2].

Таблица 1 – Влажность почвы в пахотном слое, % [1]

Глубина вспашки, см	Вспашка с боронованием	Вспашка с прикатыванием	Вспашка с прикатыванием и рыхлением (уплотненная прослойка под верхним рыхлым слоем)
0-5	6,2	9,3	10,1
5-10	9,8	16,3	19,8
10-15	21,8	22,5	26,4
15-20	22,8	24,5	25,8

В настоящее время получила широкое распространение в земледелии безотвальная основная обработка почвы с рыхлением почвы, имеющая отличительные особенности по сравнению с отвальной вспашкой. Однако, данный способ обработки почвы и рабочие органы для его осуществления не полностью удовлетворяют агротехническим требованиям, предъявляемым к ним. При безотвальной основной обработке разрушается сложившаяся система поступления к поверхности почвы капиллярной влаги. Это обуславливает необходимость совершенствование технологического приема и рабочих органов для основной безотвальной обработки почвы.

Проведена экспериментальная проверка выдвинутой гипотезы о необходимости формирования при основной безотвальной обработке профиля почвы с градиентом плотности для обеспечения опти-

мальных условий протекания процессов влаго-, тепло-, газообмена. По результатам поискового эксперимента выявлен эффект от создания в структуре почвы при безотвальной обработке градиента плотности почвы на уровне семенного ложа (таблица 2). Средний вес влаги, содержащейся в аккумулирующей прокладке, уложенной в почву обработанную отвальным способом на уровне семенного ложа, составил 0,99 г. Средний вес влаги содержащийся в прокладке, уложенной в почву, обработанную безотвальным способом с формированием градиента плотности почвы, составил 1,19 г. Разность в содержании влаги в аккумуляционных прокладках (0,2 г) позволяет сделать вывод о увеличении содержания влаги на уровне семенного ложа почвы, в структуре которой имеется градиент плотности, на 20%.

Таблица 2 – Результаты поискового эксперимента по выявлению эффекта от создания в структуре почвы градиента плотности почвы на уровне семенного ложа

Характеристика обработанной почвы	Содержание влаги в почве на уровне семенного ложе, г			Средне- арифметическое значение
	Повторности опыта			
	1	2	3	
Обработана отвальным способом	0,97	0,94	1,0 6	0,99
Обработана безотвальным способом с формированием в структуре почвы градиента плотности почвы	1,2	1,1	1,2 6	1,19

Результаты эксперимента свидетельствуют, что данный технологический прием обработки оказывает влияние на накопление влаги в почве.

Заключение

Полученные результаты исследований подтвердили выдвинутую концепцию и технологическую значимость формирования в структуре почвы при безотвальной основной обработке градиента плотности на уровне семенного ложа.

Список использованной литературы

1. Лепешкин, Н.Д. К обоснованию типа рыхлительных рабочих органов почвообрабатывающего агрегата для влагонакопления и влагозадержания на склоновых землях / Н.Д. Лепешкин, В.В. Мижурин // Механизация и электрификация сельского хозяйства : межвед. темат. сб. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по механизации сел. хоз-ва. – Минск, 2022. – Вып. 55. – С. 138–147.
2. Обработка почвы : учеб. пособие / Б. И. Тарасенко [и др.]. – 3-е перераб. и доп. изд. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – С. 23.

УДК 631.362.3: 633.1

АНАЛИЗ НАПРАВЛЕНИЙ ПОВЫШЕНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОСТИ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНО-СУШИЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

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

Д.Н. Бондаренко, ст. преподаватель

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

Аннотация: В статье представлены результаты исследований направлений совершенствования зерноочистительно-сушильных комплексов.

Abstract: The article presents the results of research into the areas of improvement of grain cleaning and drying complexes.

Ключевые слова: зерно, послеуборочная обработка зерна, очистка, сушка.

Key words: grain, post-harvest grain processing, cleaning, drying.

Введение

В всей технологии производства зерна наиболее энерго-ресурсоемким процессом является его послеуборочная обработка. На ее осуществление приходится до 40% расходуемого топлива, 90...95% электроэнергии и 10...12% трудозатрат от общего количества на производство зерна. Это в 1,5...2 раза выше, чем удельное потребление энергии и ресурсов на тех же технологических процессах в наиболее развитых и схожих с республикой по природно-климатическим условиям странах Западной Европы. Такие сравнительно высокие затраты ресурсов на завершающей стадии производства зерна в республике являются следствием технологического несовершенства и недостаточно высокого технического уровня используемых комплексов машин для послеуборочной обработки зерна. Поэтому, уже на протяжении длительного времени в республике проводится коренная модернизация зерноочистительно-сушильного хозяйства сельскохозяйственных организаций.

Основная часть

Для решения возникших задач по послеуборочной обработке зерна правительством республики был принят целый ряд республиканских народнохозяйственных программ модернизации и технического переоснащения зерноочистительно-сушильного хозяйства и зернотоков в сельскохозяйственных организациях. Каждая программа предусматривала частичную (путем замены вышедших из строя машин и оборудования) модернизацию или переоснащение 900...1000 комплексов. Это позволило сократить ежегодные

потери зерна на 200...250 тыс. тонн, сэкономить около 12 тыс. тонн жидкого топлива за счет применения местных видов топлива и более 1,0 тыс. тонн за счет использования современных топочных агрегатов с КПД 90...92%, снизить затраты труда на 43 тыс. чел.-ч, электроэнергии на 79 тыс. кВт. В период выполнения программы 2003–2005 гг. в Республике Беларусь разработан и освоен в производстве ряд машин и оборудования для зерноочистительно-сушильных комплексов.

Однако частичная замена машин и оборудования комплексов не позволила решить проблему в целом. Задача по увеличению валовых сборов зерна, а также начавшееся в республике объединение и укрупнение хозяйств потребовало иного подхода к решению вопроса послеуборочной обработки зерна [1, 2]. Было решено дальнейшую модернизацию зерноочистительно-сушильного хозяйства вести по нескольким направлениям: 1-е и главное – это строительство в сельскохозяйственных организациях целиком новых комплексов; и 2-е – продолжать замену машин и оборудования на действующих, с одновременным переводом на работу на местные виды топлива. В связи с этим, Правительством республики введена в действие "Республиканская программа по разработке, освоению, производству современного зерноочистительно-сушильного оборудования и оснащению этим оборудованием сельскохозяйственных организаций на 2006–2010 годы". Целью программы стало создание в сельхозпредприятиях современных мощностей по очистке, сушке и хранению зерна, в результате чего должны существенно повыситься эффективность и качество послеуборочной обработки, при одновременном снижении до 20% удельных энергозатрат и металлоемкости. В ходе выполнения программы решались следующие задачи: снижение до минимума потерь зерна на всех этапах его обработки и хранения; обеспечение подготовки качественного зернового материала базисных и заготовительных кондиций; доведение показателей энерго- и материалоемкости процессов послеуборочной обработки зерна до уровня передовых стран Западной Европы; реализация в применяемых технологиях максимального использования местных видов топлива, полную автоматизацию технологических процессов.

Заключение

Придавая большое значение обеспечению потребности сельского хозяйства современным зерноочистительно-сушильным обо-
ру-

дованием, стоит задача чтобы компоновочные решения комплексов обеспечивали широкую вариативность технологических схем их работы.

Список используемой литературы

1. Анализ вопроса совершенствования конструкций машин для послеуборочной обработки зерна / В. П. Чеботарев [и др.] // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : материалы Международной научно-практической конференции, Минск, 16-17 октября 2024 г. : в 2 ч. – Минск : БГАТУ, 2024. – Ч. 1. – С. 85–86.
2. Влияние валового сбора зерна на выбор зерноочистительно-сушильного комплекса сельскохозяйственного предприятия / Т. А. Непарко [и др.] // Инновационные подходы и технологии для повышения эффективности производств в условиях глобальной конкуренции: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти член-корр. КазАСХН, д.т.н. проф. Тулеуова Елемеса Тулеуовича, Семей, 1 марта 2016 г.: В 2 т. Т. 2. – Семей: Государственный университет им. Шакарима, 2016. – С. 507–510.

УДК 631.243.5

ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ И ТИПА МАШИНЫ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ОТХОДОВ ТЕПЛИЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА ОВОЩЕЙ

**А.Н. Юрин¹, канд. техн. наук, доцент,
И.О. Захарова², ассистент**

*¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
²УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет, г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: В статье предложены варианты технологических схем удаления отходов тепличного производства и выбрана наиболее эффективная с учетом минимизации ручного труда и денежных затрат. Предложена классификация машин для измельчения отходов тепличного производства.

Abstract: The article proposes options for technological schemes for removing greenhouse production waste and selects the most effective one, taking into account the minimization of manual labor.

Ключевые слова: Тепличное производство овощей, измельчители отходов, компостирование.

Keywords: reenhouse vegetable production, waste shredders, composting.

Введение

По состоянию на 2023 г. в Республике Беларусь промышленное значение имеют 21 тепличный комбинат, общая площадь остекленных теплиц которых составляет 270 га. Зимние теплицы в крупных хозяйствах занимают 231 га [1]. Ежегодно в защищенном грунте

получают примерно 110 тыс. т овощной продукции. В настоящее время в республике проводится системная модернизация имеющегося в наличии тепличного комплекса: оснащение существующих теплиц технологиями светокультуры и дополнительная постройка новых современных теплиц. Строительство новых теплиц планируется не только в тепличных хозяйствах, но и в крестьянских (фермерских) хозяйствах [2]. В Беларуси выход растительных остатков с 270 га теплиц при возделывании огурца партенокарпических гибридов и томата при продленной или переходной культуре составляет 24,3–27,0 тыс. т ежегодно (при соотношении занимаемых культурами площадей остекленных теплиц 50х50). Поэтому на ряду с уборкой по трудоемкости является удаление растительных остатков по завершению процесса выращивания овощей. В настоящее время удаление растительных остатков из теплиц производится практически вручную, с частично механизированной погрузкой в транспортные средства и вывозом за пределы тепличных комплексов для утилизации [3].

Основная часть

При решении этой производственной задачи рассматриваются четыре варианта технологических схем (рисунок 1).

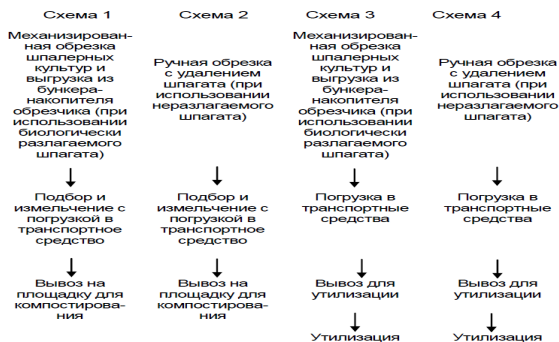


Рисунок 1 – Технологические схемы удаления отходов тепличного производства овощей

Все представленные технологические схемы имеют по три операции. Затраты ручного труда больше по схеме 2 и 4, но это решается применением шпата из биологически разлагающихся волокон льна, конопли, кокоса и т.д. Схема 1 и 2 предусматривает получения ценного

органического удобрения в результате компостирования, но энергозатратней из-за измельчения. Экономическая оценка показала, что экономия средств на удобрениях и совмещении операций подбора, измельчения и погрузки в одной машине, а так же утилизации практически полностью покрывают эту разницу в энергозатратах. В результате наиболее эффективна с точки зрения минимизации ручного труда и денежных затрат технологическая схема удаления растительных остатков 1.

Для реализации этой технологической схемы нужны два типа машин «обрезчик растительных остатков шпалерных овощных культур в теплицах» и «измельчитель отходов тепличного производства».

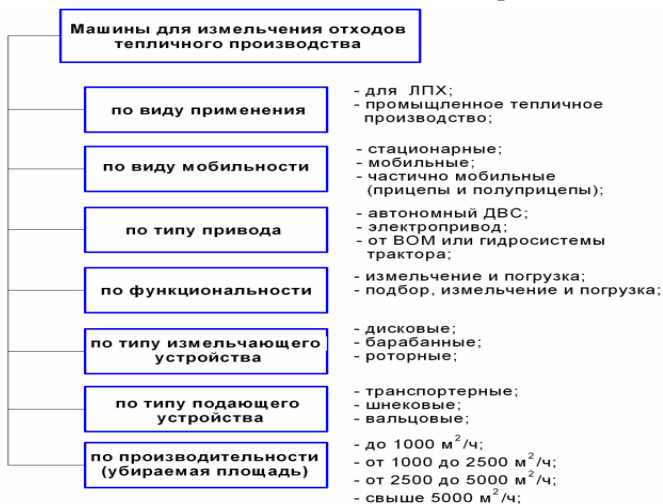


Рисунок 2 – Предлагаемая классификация машин для измельчения отходов тепличного производства

В Беларуси оба типа машин серийно не разрабатывались и не производились. Нами предложено начать разработку с «измельчителя отходов тепличного производства» машины выполняющей наиболее энергоемкую операцию в технологической схеме уборки стеблей.

На рисунке 2 приведена разработанная нами классификация машин для измельчения отходов тепличного производства.

Заключение

Машины этого назначения получили названия «измельчитель биомассы», «биочоппер». Основными фирмами производителями являются Weterings Machinery (Нидерланды), Royal Brinkman (США), Krause (Германия), Gandini Meccanica (Франция), Falc Vor-

тех (Италия), Seko (Великобритания). Работа этих машин обеспечивает осуществление операций подбора органических отходов, частичное прессование, измельчение и выгрузку в транспортное средство. Подбор их осуществляется в зависимости от площадей тепличного производства в м² и размеров технологических проходов в теплицах.

Список использованных источников

1. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Минск, 2007–2025. – URL: https://mshp.gov.by/ru/protokol_prog1-ru (дата обращения: 16.11.2024).

2. Новости сельского хозяйства. – Минск, 2007–2025. – URL: <https://www.infobaza.by/agriculture/11021.html> (дата обращения: 10.11.2024).

3. Обоснование конструктивно-технологической схемы машины для измельчения органических отходов тепличного производства / А.Н. Юрин, В.В. Викторович // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск: Белорусская наука, 2025. – Вып. 58. – С. 226–232.

УДК 631.348.45

ОПРЫСКИВАТЕЛЬ ДВУХРЯДНЫЙ ДЛЯ ЯГОДНИКОВ ОД-2

В.В. Болвонович¹, директор,

Д.А. Яновский², ст. преподаватель,

А.А. Зенов², ст. преподаватель,

Д.Н. Бондаренко², ст. преподаватель

¹ООО «СелАгро»,

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

Аннотация: В статье рассмотрена конструкция опрыскивателя двухрядного для ягодников ОД-2.

Abstract: The article discusses the design of the two-row sprayer for berry bushes OD-2.

Ключевые слова: опрыскиватель, штанга, ягодник.

Key world: sprayer, boom, berry picker.

Введение

В решении проблемы продовольственной безопасности республики важная роль принадлежит круглогодичному обеспечению населения качественными и разнообразными свежими фруктами и продуктами их переработки. Садоводство в нашей республике является наиболее молодой, но не менее важной отраслью сельского хозяйства страны. Потребительский спрос на плодово-ягодную продукцию стабильно растет. По информации статистических ис-

следований фрукты составляют около 6% расходов белорусов на покупку продуктов питания [1].

В то же время отрасль плодоводства в Беларуси остается одной из наименее механизированных, что сдерживает рост площадей возделывания и валового сбора. Низкий уровень механизации негативным образом сказывается на агротехнических сроках выполнения технологических операций по уходу за садами и уборке урожая, качестве производимой продукции и ее стоимости [2].

Основная часть

Для ухода за насаждениями (кустарниками) в предприятии ООО «СелАгро» освоено производство опрыскивателя двухрядного для ягодников ОД-2 (рисунок 1).

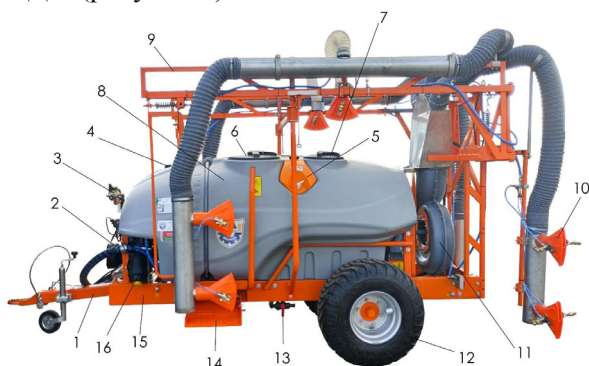


Рисунок 1 Опрыскиватель двухрядный для ягодников ОД-2

- 1 – сцепное устройство; 2 – насос; 3 – регулятор давления (ручной/компьютер);
4 – бак для промывки системы; 5 – бачок для мытья рук;
6 – загрузочная горловина с миксером; 7 – заливная горловина; 8 – основной бак;
9 – штанга; 10 – воздушный диффузор; 11 – вентиляторная приставка; 12 – колёса;
13 – сливной кран; 14 – ступенька; 15 – рама; 16 – всасывающий фильтр

Опрыскиватель ОД-2 предназначен для химической защиты садов, хмельников, ягодников и виноградников от вредителей и болезней, а также для поверхностного внесения жидких минеральных удобрений.

Вентилятор с мультилопастным колесом (центробежного типа) обеспечивает мощный воздушный поток, а штанговая приставка позволяет качественно обрабатывать сразу два ряда, значительно экономит время на обработку сада и снижает расход СЗР. Двухскоростной редуктор помогает настраивать мощность воздушного потока в зависимости от густоты ряда.

На опрыскивателе установлено 10 (20) двухпозиционных корпусов с распылителями. Для удобства работы возможно отключение отдельных распылителей или полностью левой/правой стороны.

Новая технология опрыскивания «На встречных потоках» за счёт значительного снижения потерь от сноса, улучшения качества покрытия целевой поверхности и лучшей «пробиваемости» куста позволяет: снизить нормы расхода рабочего раствора до 30%, а значит снизить потребление ХСЗР; снизить расход воды до 30%; снизить требуемую величину и скорость воздушного потока, что позволяет уменьшить нагрузку на трактор. Конструкция штанги опрыскивателя ОД-2, производства ООО «СелАгро» позволяет улучшить качество обработки насаждений (кустарников) за счет подачи рабочей жидкости под определенным давлением в трех плоскостях.

Заключение

Конструкция опрыскивателя ОД-2 позволяет механизировать процесс химической защиты ягодников и снизить себестоимость продукции при ее производстве.

Список использованной литературы

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://belstat.gov.by/>. – Дата доступа: 01.09.2025.

2. Агропроизводственная характеристика садоводства Республики Беларусь [Электронный ресурс] // РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Режим доступа: <https://belagromech.by/news/10094/> – Дата доступа: 01.09.2025.

УДК 631.358.02:636.085.52

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ В ИЗМЕЛЬЧАЮЩЕМ АППАРАТЕ

В.П. Чеботарев¹, д-р техн. наук, профессор,

Г.А. Радишевский¹, канд. техн. наук, доцент,

Н.П. Гурнович¹, канд. техн. наук, доцент

А.А. Лаппо², инженер

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

*²СФП «Яснево», Столбцовский район,
д. Яснево, Республика Беларусь*

Аннотация: в статье представлен анализ конструкций измельчающих аппаратов и факторов, оказывающих влияние на процесс измельчения зеленой массы.

Abstract: The article presents an analysis of the designs of crushing devices and factors influencing the process of crushing green mass.

Ключевые слова: измельчение, зеленая масса, угол скольжения и защемления.

Key words: crushing, green mass, sliding and pinching angle.

Введение

В настоящее время актуальной проблемой при производстве кормов является повышение качества процесса измельчения растительной массы, используемой для приготовления кормов в производстве продукции животноводства. Измельчение – наиболее простой способ подготовки грубых стебельчатых кормов к скармливанию. Он способствует повышению поедаемости кормов и облегчает работу органов пищеварения животных.

Основная часть

Основным техническим устройством, используемым в конструкциях кормоуборочных машин, является измельчающий аппарат. В настоящее время для измельчения растительной массы используются различные по конструктивному исполнению измельчающие аппараты.

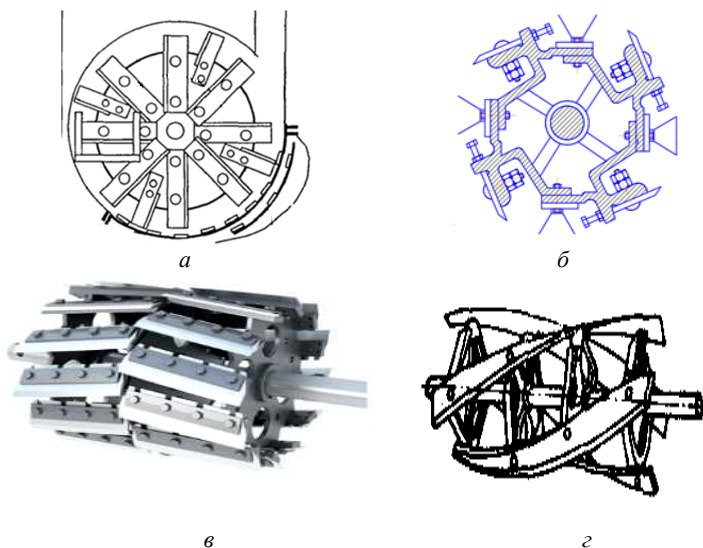


Рисунок 1 – Измельчающие аппараты кормоуборочных машин:

а и б – поперечное резание стеблей;

в и г – продольно-поперечное резание прямыми и криволинейными ножами

На рисунке 1 приведены различные по конструктивному исполнению измельчающие аппараты. Наиболее широкое распростране-

ние получили дисковые и барабанные измельчающие аппараты, использующие прямолинейные ножи. Широкое применение прямолинейных ножей заключается в простоте изготовления, замены, регулировки и заточки. Однако использование прямолинейных ножей имеет ряд недостатков, из которых следует выделить такие, как широкий диапазон углов скольжения и защемления в плоскости резания и неравномерность нагрузки на вал барабана.

Технологический процесс измельчения растительного материала под воздействием режущей кромки лезвия состоит из предварительного сжатия растительной массы до возникновения контактного разрушающего напряжения и процесса резания. На рабочий процесс резания растительной массы оказывают факторы: угол скольжения; угол защемления; физико-механические свойства растений; геометрические параметры режущей пары и зазор между ножом и противорежущим брусом. [2]. Одним из факторов, оказывающих на процесс перерезания растительных остатков, оказывает угол защемления растений между ножом и противорежущей кромкой бруса и зависящий от углов трения φ_1 и φ_2 стеблей о режущие элементы. Если сила резания совпадает с направлением перемещения ножа, то резание стеблей осуществляется без скольжения ($\tau = 0$ - рубка) (рисунок 2), при $0 < \tau < \varphi$ – резание без скольжения и при $\tau > \varphi$ – резание со скольжением – стебли скользят вдоль режущей кромки [3].

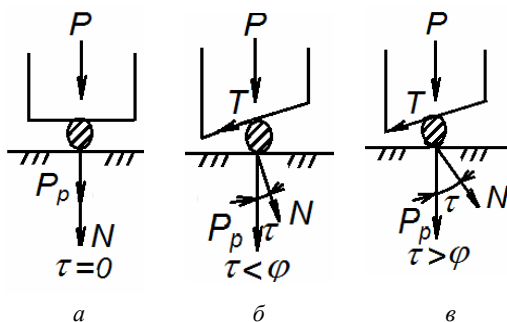


Рисунок 2 – Виды резания стебельчатых кормов: а – резание без скольжения (рубка); б – резание без скольжения; в – резание со скольжением

Наиболее оптимальным является режим резания без скольжения. В этом случае при перерезании растений они не скользят вдоль лезвия, и не возникает сила трения на преодоление которой необходимо

затрачивать энергию. Оптимальным является угол скольжения, при котором не возникает сила трения является $\tau = 20...30^\circ$.

Вторым фактором, оказывающим влияние на перерезание растений, является угол защемления между режущими рабочими органами и зависящий от углов трения φ_1 и φ_2 стеблей о лезвие ножа и противорежущего бруса. Должно соблюдаться условие $\chi < \varphi_1 + \varphi_2$. В этом случае при перерезании растения не будут скользить вдоль режущей кромки ножа к краю питающего окна.

Угол защемления растений при перерезании в барабанных измельчающих аппаратах должен быть в пределах $\chi = 24...30^\circ$ [4, 5]. Для измельчения грубых стебельчатых кормов целесообразно применять барабанный измельчающий аппарат, в котором используются прямые ножи.

Заключение

Для измельчения грубых стебельчатых кормов наиболее перспективным является скользящее резание, так как, не требует применения сложных по конструкции рабочих органов и позволяет повысить качество процесса измельчения за счет рационального распределения сил, действующих на измельчаемые стебли и с учетом применения оптимальных значений углов скольжения и резания. Кроме того, конструкция рабочих органов, обеспечивающих скользящее резание растений, позволяет снизить материалоемкость барабанных измельчающих аппаратов.

Список использованной литературы

1 Демченко, В.Н. Повышение эффективности процесса измельчения грубых и стебельчатых кормов/В.Н. Демченко, А.А. Вертий//Навуний вісник Тарійського державного агротехнологічного університету. 2011, № 1-3. – С. 74–79. URL: <http://nauka.tsatu.edu.ua/e-journals-tdatu/pdf/t3/11DVRSE/pdf> (дата обращения: 01.08.2025).

2 Горячин, В.П. Собрание сочинений. Т.3 /В.П. Горячин; под ред. Н.Д. Лучинского. – М.: Колос, 1965. – 364 с.

3 Резник, Н.Е. Теория резания лезвием и основы расчета режущих аппаратов / Н.Е. Резник. – М.: Машиностроение, 1975. – 312 с.

4 Шаповалов, В.И. исследование работоспособности измельчителя стебельчатых культур с шарнирным креплением ножей/В.И. Шаповалов, В.И. Павлюкевич//Праці Луганського відділення Міжнародної академії інформатики (науковий журнал). – Луганськ: Видавництво ШУ ім В. Даля, 2011. – № 1(23). – С. 96–99.

5 Передня, В.И. Обоснование параметров измельчителя-смесителя кормов вертикального типа. Межвед. темат. Сб. – Вып. 27. ЦНИИМЭСХ Нечерн. Зоны СССР. – Мн.: Урожай, 1984. – С. 20–24.

АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ПЛУГА С ДИСКОВЫМ ПРЕДПЛУЖНИКОМ

Е.В. Лещенко, аспирант,

Ф.И. Назаров, канд. техн. наук, доцент

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

Аннотация: В статье представлена функциональная модель плуга с дисковым предплужником.

Abstract: The article presents a functional model of a plow with a disc coulter.

Ключевые слова: диск, предплужник, движение, скорость, пласт, частица, почва, угол крена, угол атаки, радиус кривизны, сила.

Key words: disc, skim colter, movement, speed, layer, particle, soil, lean angle, approach angle, radius of curvature, force.

Введение

Для обеспечения равномерной и полной заделки растительных остатков в конструкции современных плугов активно внедряются дополнительные рабочие органы, прежде всего предплужники. Предплужник предварительно срезает и укладывает верхнюю часть пласта на дно борозды, позволяет основному корпусу плуга интенсивнее крошить освобожденный от дернины слой, тем самым значительно повышая качество вспашки. В связи с этим, изучение эффективности различных конструкций предплужников, включая лемешные и дисковые, а также анализ условий, влияющих на качество их работы, является актуальной задачей для повышения агротехнической эффективности и снижения энергоемкости основной обработки почвы [1].

Основная часть

Пассивные рабочие органы (такие как лемех, отвал, предплужник) совершают свою основную работу за счет кинетической энергии и силы инерции, возникающей при движении. Изменение скорости напрямую влияет на качество обработки почвы (крошение, рыхление почвы, оборот и заделка пласта), а также на энергетические затраты. Рабочая скорость пахотного агрегата находится в диапазоне 7 – 12 км/ч, вспашка на более высоких скоростях позволяет обеспечить лучшее крошение пласта и улучшить заделку пожнивных остатков, сорняков и удобрений. Однако при работе на засоленных почвах движение на более высоких скоростях приводит

забиванию и увеличению тягового сопротивления, что влечет к сильному росту энергетических затрат и ухудшает качество заделки растительных остатков за счет отсутствия возможности разрушить связный слой.

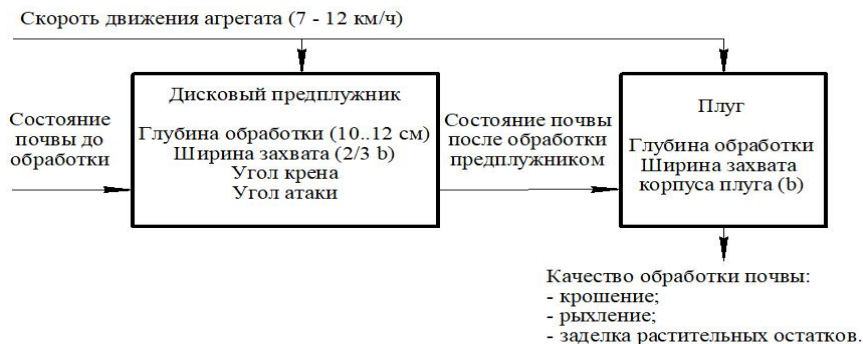


Рисунок 1 – Функциональная блок-схема плуга с предплужником

Применение дискового предплужника позволяет снизить затраты за счет подрезания острой кромкой диска растительного слоя и отбрасывания его прямо в борозду, образованную корпусом плуга при предыдущем проходе. Возможность регулировки угла атаки и крена диска обеспечивает требуемое качество заделки растительных остатков. Для обеспечения качественной вспашки при минимальных энергетических затратах необходимо согласовать работу плуга и предплужника. Для этого построим функциональную модель (рисунок 1). Из рисунка 1 следует, что условия работы корпуса плуга после предплужника существенно изменяются, в частности изменяется сечение обрабатываемого пласта почвы, исключается прямоугольник со сторонами равными глубине обработки предплужника и его ширине.

Заключение

В статье представлена функциональная модель плуга с дисковым предплужником, использование которого является актуальным направлением для повышения агротехнической эффективности и снижения энергоёмкости основной обработки почвы.

Список использованной литературы

1. Назаров, Ф. И. Результаты сравнительных исследований лемешного и дискового предплужников в полевых условиях / Ф. И. Назаров, Е. В. Лещенко, И. С. Крук // Агропанорама. – 2025. – N 1. – С. 7–13.

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКИ
ПРОХОДНОЙ ПРЕССОВАЛЬНОЙ МАШИНЫ
ДЛЯ ЛИНИИ ВЫРАБОТКИ КОРОТКОГО ЛЬНОВОЛОКНА**

В.П. Чеботарев¹, д-р техн. наук, профессор,

Г.А. Радишевский¹, канд. техн. наук, доцент,

Н.П. Гурнович¹, канд. техн. наук, доцент,

В.В. Зыбайло², Б.Л. Лавор²

*¹УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет»*

*²РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: В статье представлены результаты исследований направлений совершенствования проходной прессовальной машины для линии выработки короткого льноволокна.

Abstract: The article presents the results of research into the areas of improvement of a continuous pressing machine for a short flax fiber production line.

Ключевые слова: лен, короткое льноволокно, прессование, кипы льноволокна.

Key words: flax, short flax fiber, pressing, flax fiber bales.

Введение

Интенсификация сельскохозяйственного производства на основе внедрения современных мировых технологий является стратегическим направлением, обеспечивающим прирост объемов производства всех видов сельскохозяйственной продукции.

В свою очередь, повышение эффективности льнопроизводства неразрывно связано с совершенствованием применяемых технологий и обрудования для возделывания, уборки и первичной переработки льна [1, 2]. Внедрение машины для прессования в линии выработки короткого льноволокна позволит значительно уменьшить трудозатраты, снизить влияние человеческого фактора, а также существенно увеличить производительность технологического процесса прессования в кипы короткого льноволокна.

Основная часть

Переработка льнотресты в республике осуществляется на 20 льнозаводах, на которых установлены 43 технологические линии для выработки короткого льноволокна. В настоящее время выработка короткого льноволокна осуществляется на 32 линиях российского производства (КПАЛ, КПАЛ-И) и 11 линиях западноевропейского производства (в основном фирмы DEPOORTERE NV).

В настоящее время на линиях выработки короткого льноволокна (КПАЛ, КПАЛ-И) российского производства, которые установлены на большинстве льнозаводов Республики Беларусь, применяются в основном ручные гидравлические пресса. При выполнении прессования кип, время формирования определяется как совокупность времени, затраченного на транспортировку и формирование навески, загрузки ее в камеру, непосредственного прессования, обвязки, выталкивания кипы из прессовальной камеры и транспортирование кипы от пресса. В технологии прессования только один процесс прессования механизирован, все остальные – ручные.

Исходя из этого возникла необходимость разработки отечественного пресса для линий выработки короткого льноволокна с полной автоматизацией процесса прессования, обладающего аналогичными техническими характеристиками лучшего зарубежного аналога – пресса KPE G2 L35 фирмы «Vlamalin» (Бельгия). что позволит автоматизировать процессы, включая подачу материала, прессование, обвязку и выгрузку кип, позволит сократить трудозатраты и существенно повысить производительность.

На линиях российского производства (КПАЛ, КПАЛ-И) большинство операций прессования короткого льноволокна выполняются с использованием гидравлического пресса, где до 70% трудозатрат на данном этапе приходится на ручные операции, что увеличивает производственные расходы. Формируемые кипы имеют низкую удельную плотность, что увеличивает объем продукции при транспортировке, ведет к росту логистических затрат и снижает конкурентоспособность продукции на внутреннем и внешнем рынках. Пресса зарубежных производителей (например, KPE G2 L35 от «Vlamalin», Бельгия) характеризуются высокой стоимостью как покупки, так и эксплуатации, что делает их недоступными для большинства отечественных предприятий.

Заключение

Для модернизации и реконструкции льнозаводов необходимо разработать отечественную прессовальную машину, которая сможет устанавливаться в линии короткого льноволокна российского производства (КПАЛ, КПАЛ-И) и сочетать в себе положительные качества машин зарубежного производства. Необходимость разработки данной машины подтверждена запросами льнозаводов Республики Беларусь и проектной организацией ОАО «Беллегпром-проект».

Значительный интерес к прессовальному оборудованию могут проявить предприятия России, Казахстана и других стран СНГ, где присутствуют аналогичные проблемы переработки льноволокна.

Список использованной литературы

1. ГОСТ 34389-2018. Техника сельскохозяйственная. Машины для первичной переработки льняной тресты. Методы испытаний. – Введ. 2019-01.09. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 29 с.

2. ТКП 194-2009 (02150). Сельскохозяйственная техника. Испытания сельскохозяйственной техники, машин и оборудования для переработки сельскохозяйственного сырья. Техническая экспертиза. – Введ. 2010.01.01. – Минск: Минсельхозпрод, 2010. – 32 с.

УДК 631.316.4

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ ГРЯД И ГРЕБНЕЙ

А.С. Зыкун, ст. преподаватель,

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

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

Аннотация: В статье рассматриваются основные типы рабочих органов для образования гряд и гребней.

Abstract: The article examines the main types of working organs for the formation of ridges and ridges.

Ключевые слова: почва, гребнеобразователь, стрелчатая лапа, диск, активный рабочий орган.

Keywords: soil, ridge former, lancet paw, disc, active working body.

Введение

Как показывает мировой и отечественный опыт, корнеплоды наиболее эффективно выращивать на профилированной поверхности почвы – гребнях и грядах.

Для формирования такой поверхности необходимы соответствующие сельскохозяйственные машины с рабочими органами определённой конструкции.

Тип и конструкция рабочих органов влияет на форму профиля поверхности, структуру почвы и её водно-физические и температурные показатели.

Основная часть

В наиболее распространённых гребнеобразователях используются схожие по конструкции рабочие органы [1]. По способу под-

вода мощности их можно разделить на пассивные и активные. Пассивные – на тянущиеся и вращающиеся за счет реактивной силы при контакте с почвой (реактивные). Пассивные тянущиеся рабочие органы для образования гряд и гребней (рисунок 1), как правило, выполнены в виде лемешно-отвальных корпусов – стрелчатых лап, включающих в себя стойку, лемех и два отвала. Часть стрелчатых лап имеет возможность регулировки высоты гряды или гребня и ширины междурядий с учетом расстояния между грядами или гребнями. Большинство из них устанавливаются на жестких или подпружиненных стойках.



а) КОН-2,8 (Беларусь)



б) «Agromaster» (Турция)

Рисунок 1 –Пассивные тянущиеся рабочие органы для гребнеобразования

При изготовлении этих рабочих органов требуется получение сложных профилей рабочих поверхностей. Качество крошения почвы в значительной степени зависит от поступательной скорости движения агрегата и содержания влаги. При использовании на тяжёлых и влажных типах почв проявляется высокая склонность к залипанию. Пассивные вращающиеся рабочие органы (рисунок 2) имеют вращающиеся сферические диски на жестких стойках. Они приводятся в движение реактивной силой от контакта с почвой.



а) сплошной диск

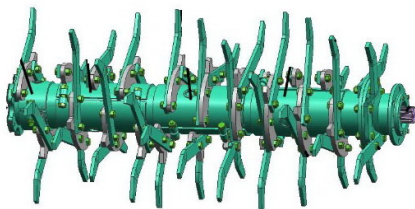


б) диск с вырезами

Рисунок 2 – Пассивные вращающиеся рабочие органы для гребнеобразования

Такие рабочие органы обеспечивают более высокое качество крошения почвы, обладают меньшим тяговым сопротивлением. Недостатком является зависимость качества крошения почвы от конструктивных параметров (расположение дисков на раме, профиль диска и т.п.) и технологических режимов (поступательная скорость, ширина захвата). Кроме того, такие рабочие органы склонны к залипанию на тяжёлых и влажных типах почв.

К активным рабочим органам машин для гребнеобразования относятся рабочие органы, подвод мощности к которым, как правило, осуществляется механически от ВОМ трактора (рисунок 3).



а) с горизонтальной осью



б) с вертикальной осью

Рисунок 3 – Активные рабочие органы для гребнеобразования

Органы данного типа отличают высокое качество крошения обработанного слоя почвы на полях с любым механическим составом. Этот тип рабочих органов создаёт мелкокомковатую структуру почвы за счет послойного отрезания стружки от почвенного массива, интенсивного крошения и перемешивания рабочими органами, обеспечивая при этом наилучшее качество подготовки почвы. Основным недостатком активных рабочих органов является высокая энергоёмкость и повышенный износ.

Заключение

Анализ преимуществ и недостатков рабочих органов для образования гряд и гребней свидетельствует о том, что наиболее перспективными являются активные рабочие органы. Дальнейшее направление совершенствования устройств для образования гряд и гребней связано с поиском принципиально новых конструкций активных рабочих органов, позволяющих повысить их энергоэффективность. Это приведёт к уменьшению энергоёмкости процесса гребнеобразования, уменьшению металлоёмкости машин, снижению тягового сопротивления, повышению производительности и улучшению качества рыхления почвы.

Список использованной литературы

1. Зыкун, А. С. Анализ конструкций грядообразователей / А. С. Зыкун, В. П. Чеботарев // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 23–24 ноября 2023 г. – Минск : БГАТУ, 2023. – С. 97–100.

УДК 631.333/82

ПОДГОТОВКА ПОЧВЫ ПОД ПОСАДКУ 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: Предлагается при подготовке почвы для возделывания картофеля использовать комбинированную машину, выполняющую глубокое рыхление почвы, локальное внутрипочвенное внесение удобрений и нарезку гребней.

Abstract: It is proposed to use a combined machine for preparing soil for potato cultivation, which performs deep loosening of the soil, local subsoil application of fertilizers and cutting ridges.

Ключевые слова: Картофель, удобрение, обработка почвы, культиватор, нарезка гребней.
Key words: Potato, fertilizer, soil cultivation, cultivator, ridge cutting.

Введение

Одним из путей повышения урожайности и уменьшения затрат на единицу площади является внедрение современных технологий, которые включают совмещение технологических операций применением комбинированных агрегатов.

Основная часть

Картофель – культура, которая требует для роста много влаги и воздуха, поэтому структура грунта, его плодородие и способность удерживать влагу зависит от качества обработки почвы. Создание рыхлого, мелкокомковатого пахотного слоя – одна из наиболее важных задач правильной подготовки почвы под посадку картофеля. Хорошо подготовленная почва способствует равномерному прорастанию клубней, обеспечивает доступ кислорода и питательных веществ корням. Глубина обработки выбирается в зависимости от типа почвы и структуры грунта.

«Фундаментом» в технологии возделывания картофеля является предпосадочная подготовка почвы. Качество ее проведения в значительной мере влияет на условия выполнения последующих мероприятий. Чизельное рыхление корнеобитаемого слоя картофеля

позволит обеспечить его влагой и воздухом. Кроме рыхлой почвы картофелю необходимы питательные вещества в необходимом количестве. Удобрения также играют важную роль в формировании высоких урожаев и хорошего качества клубней.

Основную дозу минеральных удобрений обычно вносят разбросным способом. Производственный опыт хозяйств, результаты многолетних научных исследований свидетельствуют о целесообразности и необходимости перехода к внутрипочвенному внесению минеральных удобрений, что позволит значительно повысить коэффициент использования питательных элементов растениями. Локальное внутрипочвенное внесение предусматривает их заделку на заданную глубину в виде ленты. В результате этого оптимальные дозы удобрений при локальном способе внесения можно снизить вдвое в сравнении с разбросным.

Картофель в нашей стране выращивают различными способами, но наиболее широко применяется посадка в гребни.

Глубина посадки клубней также зависит от климатических условий: чем влажнее и холоднее климат, тем мельче посадка и, наоборот, чем суше – тем глубже. Поэтому должна изменяться глубина внесения и доза минеральных удобрений. Высота гребней H также зависит от почвенно-климатических условий (рисунок 1).

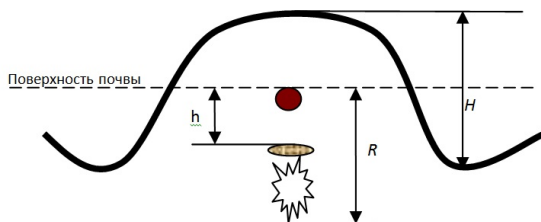


Рисунок 1 – Распределение минеральных удобрений в гребне

Для тяжелых суглинистых и торфяно-болотных почв гребни нарезаются как можно выше. На легких суглинках они должны быть невысокие, чтобы почва не пересыхала и клубни не испытывали недостатка влаги.

Мы предлагаем в технологии возделывания картофеля использовать культиватор-окучник растениепитатель КОР-4 (рисунок 2), который одновременно с нарезкой гребней высотой H способен выполнять глубокое рыхление зоны развития корневой системы картофеля R (рисунок 1) и внесение локальным способом полоски

минеральных удобрений заданной ширины на требуемую глубину заделывания h .



Рисунок 2 – Культиватор-окучник растениепитатель KOP-4

Заключение

Совмещение технологических операций и использование комбинированных машин при выращивании картофеля выгодно, поскольку это сокращает количество проходов техники по полю, экономит топливо и время, снижает затраты труда и минимизирует негативное воздействие удобрений на окружающую среду благодаря их локальному внесению.

Список использованной литературы

1. Zubovich, D. G. Способы подготовки почвы под посадку картофеля / Д. Г. Zubovich, В. Д. Zubovich // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник науч. статей Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 23-24 ноября 2023 г. – Минск: БГАТУ, 2023. – С. 103–106.
2. Zubovich D.G. и др. Энергосбережение при посадке картофеля// Изобретатель: Научно-технический журнал. – 2014. – №3. – С. 6–11.

УДК 631.332: 633.15

К ВОПРОСУ ВЫБОРА ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА ДЛЯ ПОСЕВА СЕМЯН КУКУРУЗЫ В ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ГРУППОВОГО ДОЗИРОВАНИЯ

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

А.А. Дралов, магистрант

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь*

Аннотация: в статье рассматривается вопрос выбора высевающего аппарата для посева семян кукурузы в пневматической системе группового дозирования. Приводится анализ влияния выбора высевающего аппарата на равномерность и качество посева.

Abstract: the article discusses the choice of a seeding apparatus for sowing corn seeds in a pneumatic group dosing system. It analyzes the impact of the choice of a seeding apparatus on the uniformity and quality of sowing.

Ключевые слова: высевательный аппарат, объемный высев, семена кукурузы.

Keywords: seeding apparatus, volumetric seeding, corn seeds.

Введение

В современном сельском хозяйстве важным аспектом повышения эффективности посевных работ является обеспечение равномерного и точного распределения семян кукурузы. Использование пневматических систем группового дозирования позволяет значительно улучшить качество посева, повысить производительность и снизить потери семян. Однако выбор высевательного аппарата для таких систем требует тщательного анализа и оценки его технических характеристик, так как от этого зависит точность дозирования, надежность работы оборудования и качество получаемого урожая. Особое внимание уделяется особенностям пневматических систем и требованиям к аппаратам, обеспечивающим равномерное и безотказное внесение семян кукурузы в условиях группового дозирования.

Основная часть

Кукуруза является одной из важнейших сельскохозяйственных культур на планете, используемой как в продовольственных, так и в кормовых целях. Её выращивание во многом зависит от применяемых агрономических методов, включая технику посева. Традиционные однострочные методы посева, хотя и широко применяются, имеют недостатки, связанные с перерасходом семян, ненужной конкуренцией среди растений и неэффективным использованием ресурсов. В этих условиях рост популярности технологии рядового двухстрочного посева становится актуальным для повышения урожайности и оптимизации агрономических процессов. В последние годы широко распространилась технология двухстрочного рядового посева семян кукурузы сеялками объемного высева с использованием пневматической системы группового дозирования. Такая технология посева кукурузы обеспечивает существенное снижение конкуренции между растениями за питательные вещества, воду, солнечный свет. При этом растениями в процессе роста активно используется вся площадь поля. Использование пневматической системы группового дозирования для объемного высева семян и удобрений обеспечивает существенное повышение производительности и снижение затрат труда за счёт повышения скорости движе-

ния посевного агрегата до 10...12 км/ч вместо 5...6 км/ч у пневматических сеялок точного высева при посеве семян кукурузы, в том числе за счет использования больших объемов бункеров для семян и туков, которые существенно снижают время на обслуживание сеялок при заправках семенами и туками. Все это способствует благоприятным условиям посева в сжатые сроки и снижению затрат труда. По отзывам некоторых руководителей сельскохозяйственных организаций в периодической печати кукуруза, посеянная с использованием этой технологии, оказалась более устойчивой к засухе, увеличилась урожайность семян кукурузы и зеленой массы, а полученный корм стал более питательным, что сказалось на продуктивности КРС. И все это обусловлено, на наш взгляд, именно увеличением площади питания на одно растение в 2,0...4,0 раза, сравнительно быстрым смыканием рядков кукурузы, что ухудшает условия для испарения влаги с поверхности почвы, при этом листья кукурузы меньше затеняют друг друга, что способствует лучшему использованию солнечной энергии. Но существенное влияние на качество посева кукурузы таким способом оказывает именно высевной аппарат. В настоящее время существует огромное множество конфигураций высевных аппаратов, однако работа совместно с пневматической системой группового дозирования подразумевает значительное сокращение этого списка в связи с особенностями их совместной работы. Опираясь на опыт прошлых лет и отзывы механизаторов, наилучшим выбором становится катушечный высевной аппарат. Очевидно, поэтому на большинстве сеялок используются именно катушечные высевные аппараты. Высевной аппарат катушечного типа удовлетворяет требования по неустойчивости и неравномерности высева между аппаратами. Он прост в установке на норму высева и достаточно универсален, широко применяется на зерновых сеялках. Однако для работы с семенами кукурузы катушка нуждается в доработке, поскольку семена кукурузы значительно крупнее семян зерновых. Нынешняя конструкция катушечных высевных аппаратов неспособна обеспечить качественный высев семян кукурузы в продольной и поперечной плоскостях. Поэтому обоснование конструктивных параметров и режимов работы катушечного высевного аппарата имеет очень большее значение для пневматических систем группового дозирования. В связи с этим нами запланированы исследовательские работы в данном направлении.

Заключение

Рядовой двухстрочный метод посева кукурузы и других пропашных культур представляет собой эффективное агрономическое решение, способное повысить урожайность и уменьшить затраты. Дальнейшие исследования необходимы для уточнения дополнительных данных по оптимизации этого метода, а также для анализа его применения в новых агроэкологических условиях.

Список использованной литературы

1. Синягин, И. И. Площади питания растений / И. И. Синягин. – Москва, 1970. – 232 с.
2. Новаков, С. А. Принципы рационального размещения семян по поверхности поля / С. А. Новаков // Сб. науч. тр. МИИСП. – Москва, 1975. – Т. 13. – Вып. 1. – Ч. 2. С. – 26–29.
3. Астахов, В. С. Посевная техника: анализ и перспективы развития / В. С. Астахов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1999. – № 1. – С. 6–8.
4. Астахов, В. С. Результаты испытаний макета пропашной сеялки с пневматической централизованной высевальной системой / В. С. Астахов, В. Г. Дрозд // Механизация обработки почвы и посева при интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур: сб. науч. тр. – Горки, 1993. – С. 54–60.
5. Астахов, В. С. Сеялка СПУ-6 на кукурузном поле / В. С. Астахов // Белорусская Нива. – 2001. – 17 апр. – С. 2.
6. Астахов, В. С. Широкорядный двухстрочный посев кукурузы. Как эффективно задействовать зарубежные агрегаты? / В. С. Астахов, Я. У. Яроцкий // Белорусская Нива. – 2008. – 15 мая. – С. 2.
7. Яроцкий, Я. У. Обеспечение агротехнических требований при посеве сельскохозяйственных культур комбинированным агрегатом АППМ-6: рекомендации / Я. У. Яроцкий, В. С. Астахов, И. Е. Ладик // ГУДОВ «Центр повышения квалификации руководящих работников и специалистов комитета по сельскому хозяйству и продовольствию Могилевского облисполкома». – Горки, 2012. – 28 с.
8. Астахов, В. С. К вопросу обоснования посева кукурузы рядовым двухстрочным способом / В. С. Астахов, Г. А. Валуженич, Г. О. Иванчиков // Сборник научных работ «Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения» / Брянский ГАУ, 2022 С. 54–58.

УДК 631.362.3

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ КАРТОФЕЛЕСОРТИРОВАЛЬНОЙ МАШИНЫ

Н.Н. Романюк, канд. техн. наук, доцент,

В.Н. Еднач, канд. техн. наук, доцент,

М.В. Стрига, А.А. Буров, студенты

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

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы, связанные со снижением повреждений картофеля и обеспечением заданной точности его сортировки в процессе по-

слеуборочной обработки на роликовых сортировках. Установлено, что одним из факторов, влияющих на качество работы картофелесортировальной машины является взаимосвязь угловой частоты вращения роликов и размеров клубня картофеля. Установлена оптимальная частота вращения роликов, при которой соблюдается максимальное качество и производительность картофелесортировальной машины.

Abstract: This article examines issues related to reducing potato damage and ensuring the required sorting accuracy during post-harvest processing using roller sorters. It has been established that one of the factors influencing the performance of a potato sorting machine is the relationship between the angular speed of the rollers and the size of the potato tuber. The optimal roller speed for maintaining maximum quality and productivity of the potato sorting machine has been determined.

Ключевые слова: картофель, роликовая поверхность, сила трения, критическая угловая скорость, калибрующий зазор.

Keywords: potato, roller surface, friction force, critical angular speed, calibration gap.

Введение

Одной из ключевых задач отрасли картофелеводства является сокращении потерь картофеля на всех этапах его производства и переработки, включая послеуборочную обработку. Значительные повреждения клубни получают в процессе их сортировки из-за несовершенства режимов работы картофелесортировальных машин. Анализ конструкций роликовых поверхностей современных машин для сортировки картофеля выявил ряд системных недостатков: низкая точность отделения примесей, высокий уровень механических повреждений (защемление, деформация), ограниченная производительность при сохранении качества обработки. Нормативно-технические требования согласно ГОСТ 7176-2017 устанавливают строгие параметры для продовольственного картофеля [1].

Основная часть

Для получения качественно разделенных клубней картофеля по фракциям необходимо, чтобы клубни, размеры которых соответствовали размерам калибрующих зазоров, проходили через их не заклинивая и не повреждаясь. Для соблюдения данного условия необходимо, чтобы скорость вращения роликов $\omega_{\max}$ позволяла обеспечивать максимальную производительность поверхности, но при этом клубни успевали проходить в калибрующие зазоры между роликами поверхности, что обеспечивает критически допустимая скорость вращения $\omega_{\text{кр}}$, при соблюдении условия $\omega_{\max} \leq \omega_{\text{кр}}$.

На рисунке 1 представлена схема взаимодействия клубня овальной формы с роликами, между которыми образован калибрующий зазор C_1 . Для упрощения расчетов, поперечное сечение клубня

представлено в виде эллипса с наибольшей стороной b и наименьшей C . Ролики имеют одинаковые радиусы $R_1 = R_2$ и угловые скорости $\omega_1 = \omega_2$. Как правило, такое соотношение присуще большинству роликовых калибрующих поверхностей.

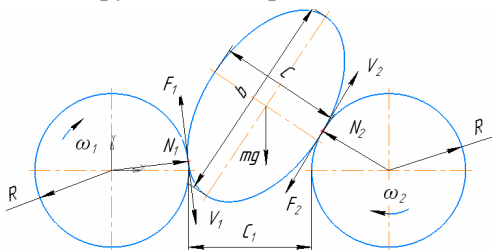


Рисунок 1 – Схема взаимодействия клубня с роликами

Для обеспечения прохода клубня через поверхность необходимо, чтобы при вращении клубня, наибольшая ось сечения заняла вертикальное положение, а его толщина была меньше либо равной размеру калибрующего зазора $C \leq C_1$. Таким образом, клубень под воздействием силы тяжести давит на ролики, вследствие чего возникают нормальные реакции N_1 и N_2 . При вращении роликов возникают силы трения F_1 и F_2 , направленные тангенциально к поверхности роликов. Силы трения увлекают клубень и заставляют его вращаться. Задача исследования – определить предельную скорость вращения роликов $\omega_{кр}$, при которой клубень начнет «проскакивать» над калибрующим зазором. Анализируя физическую модель баланса моментов, приходим к выводу, что силы трения создают моменты, противодействующие проскальзыванию клубня в зазор. При вращении роликов с угловой скоростью $\omega_1 = \omega_2$, линейная скорость на поверхности будет равна

$$V = R \cdot \omega_1,$$

где R – радиус роликов, м; ω_1 – угловая скорость ролика c^{-1} .

При условии отсутствия скольжения, скорость клубня будет равна линейной скорости на поверхности роликов. В момент, когда наибольшая ось сечения клубня примет вертикальное положение, радиус кривизны сечения клубня можно принять как

$$\rho = (b/2)^2 / (C/2),$$

где b – ширина клубня, м; C – толщина клубня, м.

Угловая скорость клубня $\omega_{кл}$ связана с линейной скоростью его центра соотношением

$$\omega_{\text{кл}} = V / \rho = (R \cdot \omega_1) / \rho,$$

где V – линейная скорость клубня на поверхности ролика, м/с;
 ρ – радиус кривизны клубня, м.

Проанализируем скоростной баланс и динамический эффект. Ролики могут вращаться со скоростями, когда клубень не успевает пройти сквозь зазор и будет совершать колебания от ударных воздействий вращающихся частей. Чем больше амплитуда этих колебаний, тем больше вероятность проскальзывания картофеля над зазором и наоборот. Определим угловую критическую скорость $\omega_{\text{кр}}$, при которой амплитуда колебаний клубня в зазоре была недостаточна для проскальзывания над зазором $\omega_{\text{кр}} \leq \omega_1$.

Определим момент инерции клубня I относительно его центра, для упрощения расчета примем клубень как эллиптическое однородное твердое тело массой m

$$I = 0,25 m \cdot ((C/2)^2 + (b/2)^2),$$

где m – масса клубня, кг.

Угловое ускорение клубня ε от его силы тяжести

$$\varepsilon = m \cdot g \cdot C / (2 \cdot I),$$

где g – ускорение свободного падения, м/с²; I – момент инерции клубня кг·м².

Время, за которое клубень может пройти в зазор, рассмотрим, как время поворота наибольшей его оси из горизонтального положения в вертикальное (на угол $\beta = 90^\circ = \pi/2$) поскольку если он повернется на больший угол, то вновь будет подхвачен одним из роликов и не провалится в зазор

$$t = (2 \cdot \beta / \varepsilon)^{1/2} = (\pi / \varepsilon)^{1/2},$$

где β – угол поворота наибольшей оси клубня в поперечном сечении, рад; ε – угловое ускорение клубня от его силы тяжести, рад/с².

За это время ролик совершит n количество оборотов

$$n = \omega_1 \cdot t / (2\pi).$$

Из схемы приведенной на рисунке 1 видим, что при повороте клубня значение нормальных сил и сил трения снижается, а когда наибольшая ось займет вертикальное положение, значение нормальных сил $N_1 = N_2 = 0$, соответственно силы трения $F_1 = F_2 = 0$. При таком положении нечто не может вернуть клубень из зазора на ролики кроме инерции заставляющей его вращаться и проскочить зону прохождения сквозь зазор. Учитывая симметрию клубня за один оборот, он занимает два оптимальных положения через угол

2π. Соответственно поскольку угловая скорость клубня $\omega_{\text{кл}}$ зависит от скорости первого и второго роликов $\omega_1 = \omega_2$ то учитывая возможное проскальзывание, прохода клубня в калибрующий зазор равна половине оборота 2π. Таким образом угловая скорость роликов должна удовлетворять условию $\omega_{\text{кр}} \leq (2\pi) / t$.

Учитывая ускорение клубня ϵ и момент инерции клубня I , получим следующие выражения угловую критическую скорость $\omega_{\text{кр}} = ((m \cdot g \cdot 0,5 \cdot C) / I)^{1/2}$, $\omega_{\text{кр}} = ((m \cdot g \cdot 0,5C) / (0,25m \cdot ((C/2)^2 + (b/2)^2)))^{1/2}$.

Заключение

Получена зависимость угловой скорости вращения роликов от массы и размеров клубней, позволяющая рассчитать диапазон допустимых скоростей вращения роликов калибрующей поверхности картофелесортировальной машины, при которых клубни картофеля не будут проскакивать над калибрующими отверстиями, а будут проходить в соответствующие зазоры. При этом можно получить максимальную производительность сортировальной поверхности при заданной точности разделения клубней на фракции. Данные исследования будут использованы при оптимизации режимов работы существующих роликовых сортировок картофелесортировальной машины.

Список использованной литературы

1. ГОСТ 7176-2017 – Картофель продовольственный.
2. Еднач, В.Н. Повышение качества калибрования картофеля поверхностью с изменяющейся скоростью вращения роликов: дис. ...канд. техн. наук : 05.20.01 / Еднач Валерий Николаевич; БГАТУ. – Минск, 2018 – 145 л.
3. Влияние кинематических режимов работы роликовой сортировки на её эффективность / Н. Н. Романюк [и др.] // Современные проблемы и пути развития технического сервиса в АПК : материалы Международной научно-практической конференции, Минск, 5-6 июня 2024 г. - Минск : БГАТУ, 2024. – С. 269–272.
4. Исследование сил трения клубней картофеля о рабочие органы картофелеуборочных и сортировальных машин / В. Н. Еднач [и др.] // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной ведущим ученым БГАТУ, создателям научной школы по автотракторостроению Д. А. Чудакову, В. А. Скотникову, Минск, 28-30 ноября 2013 г. – Минск: БГАТУ, 2013. – С. 364–365.
5. Романюк, Н. Н. Исследование скорости перемещения сортируемого материала по калибрующей поверхности [Электронный ресурс] = Investigation of the speed of movement of the sorted material on the calibration surface / Н. Н. Романюк, В. Н. Еднач, М. Б. Гарба // Наука и образование. – 2021. – Т. 4. – N 4.
6. Еднач, В. Н. К вопросу качества калибровки картофеля / В. Н. Еднач, М. М. Дечко, Д. Н. Бондаренко // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 22-24 ноября 2017 г. – Минск : БГАТУ, 2017. – С. 140–143.

**НАКЛОННЫЙ РАБОЧИЙ ОРГАН
ДЛЯ ЯРУСНОГО ВНЕСЕНИЯ ТУКОВ**

С.О. Нукешев¹, д-р техн. наук, профессор,

Н.Н. Романюк², канд. техн. наук, доцент,

К. Шежау¹, докторант,

В.Н. Еднач², канд. техн. наук, доцент,

А. Еркен¹, М.В. Стрига², А.А. Буров², студенты

*¹Казахский агротехнический исследовательский университет
им. С. Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан,*

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

Аннотация: В данной работе проанализирована конструкция наклонного рабочего органа, предназначенного для послойного внесения минеральных удобрений. Проведены теоретические расчёты и экспериментальные исследования, позволившие определить необходимые тяговые усилия. На основании критерия минимизации этих усилий выявлены оптимальные параметры угла резания и скорости движения агрегата.

Abstract: This study examines the design of an inclined working element for layered application of mineral fertilizers. Both theoretical calculations and experimental tests were conducted to determine the required traction forces. Based on the condition of minimizing traction effort, the optimal values of the cutting angle and machine speed were identified.

Ключевые слова: минеральные удобрения, чизель-удобритель, почва, долото, тяговое усилие, внутрипочвенное внесение.

Keywords: mineral fertilizers, chisel fertilizer applicator, soil, chisel tip, traction force, in-soil application.

Введение

Почвенный анализ, проведённый погектарно в северных регионах Казахстана, выявил, что свыше 70...90% опытных полей характеризуются низким содержанием азота и фосфора. Фермеры также фиксируют проблему уплотнения почвы, особенно после применения нулевой технологии обработки, что способствует образованию лиманов на отдельных участках. Минимальные и нулевые технологии возделывания зерновых не предусматривают внесения основной дозы минеральных удобрений, из-за чего снижается уровень питательных веществ в зоне, доступной для корней, и возрастает плотность почвы. Согласно исследованиям, даже небольшое увеличение плотности на 0,1...0,3 г/см³ относительно оптимального уровня способно снизить урожайность на 20...40% [1, 2, 3, 4, 5].

В качестве решения этих агротехнических проблем предложено использовать специализированный чизель-удобритель, который выполняет глубокое рыхление почвы с параллельным внесением удобрений на различные глубины [6].

Основная часть

Конструкция чизеля-удобрителя включает параллелограммную раму, на которой закреплены рабочие органы, установленные под углом, а также опорные колеса, бункер для удобрений и прицепное устройство. Ключевым элементом агрегата выступает наклонная стойка, расположенная под углом $40...45^\circ$, которая в процессе работы поднимает и сдвигает пласт почвы, разрушая уплотнённые участки. Такая геометрия позволяет минимизировать образование развалных борозд. На передней части стойки установлена клиновидная накладка, а в нижней части – башмак, к которому с помощью болтов крепится долото. На задней стороне стойки размещён прямоугольный рассеиватель, обеспечивающий послойное распределение минеральных удобрений на глубины 6-10 см, 16-18 см и 23-25 см. Особенностью накладки является то, что площадь её нижней грани в 2,2-2,5 раза меньше верхней, что снижает сопротивление при движении в почве. Рассеиватель встроен в конструкцию таким образом, чтобы его наклонная верхняя грань совпадала с наклонной частью рабочей стойки, а нижняя – была немного смещена (на 2-3 мм) к верхней стороне, создавая условия для равномерного распределения удобрений [7, 8].

При анализе сил, действующих на рабочий орган при его движении в почвенной среде, получена зависимость тягового сопротивления от геометрических параметров инструмента и физико-механических свойств почвы:

$$P_x \sin(\alpha + \varphi) = bh\rho(B + \frac{C}{2} \cos\varphi \cdot \sin 2\alpha) \frac{v^2}{A}, \quad (1)$$

где b – ширина захвата; h – глубина рыхления; ρ – плотность почвы; α – угол резания; φ – угол трения; l_o – длина боковой грани клина; l_x – длина лезвия; $\sigma_{сж}$ – временное сопротивление почвы сжатию.

Путём анализа функции установлены оптимальные параметры для снижения тягового усилия: угол резания α в диапазоне $16-20^\circ$, а скорость движения агрегата – 1,8-2,0 м/с. Оптимальное расстояние между

стойками составляет 400 мм, а между удобренными лентами – 140 мм. Экспериментальная проверка модели (1) проводилась на почвенном канале с использованием динамометра ДЭПЗ-1Д-10Р-2, подключённого к ПК и соответствующего требованиям ГОСТ Р 8.663-2009 (2-й класс, погрешность $\pm 0,45\%$). Согласно эксперименту, при глубине обработки 0,27 м максимальное тяговое усилие одного рабочего органа составило 1870 Н, что демонстрирует хорошую согласованность с теоретическим прогнозом – расхождение не превышает 4,5%.

Заключение

Для борьбы с истощением и уплотнением почв разработана конструкция чизеля-удобрителя, который позволяет не только глубоко рыхлить почву, но и одновременно вносить минеральные удобрения послойно на заданные глубины – 6...10 см, 16...18 см и 23...25 см.

Анализ тягового сопротивления показал, что минимальные усилия достигаются при угле резания в пределах 16...20° и скорости движения агрегата от 1,8 до 2,0 м/с.

Рекомендуемое расстояние между стойками составляет 400 мм, а между рядами внесения удобрений – 140 мм.

Результаты испытаний на почвенном канале подтвердили, что максимальное усилие, которое требует один рабочий орган при глубине обработки 0,27 м, не превышает 1870 Н, что подтверждает эффективность предложенной конструкции.

Список использованной литературы

1. Материалы второй международной конференции по самовосстанавливающемуся земледелию на основе системного подхода NO-Till, Днепропетровск, 2005. – 232 с.
2. Романюк, Н.Н. Снижение уплотняющего воздействия на почву мобильных энергосредств : монография / Н.Н. Романюк // Минск : БГАТУ, 2020. – 200 с.
3. Влияние многоосной ходовой системы машинно-тракторных агрегатов на плотность почвы / И.Н. Шило, Н.Н. Романюк, А.Н. Орда, С.О. Нукешев, В.Г. Кушнир // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2018. – №1 – С. 31–36.
4. Закономерности накопления повторных осадков почвы при воздействии ходовых систем мобильной сельскохозяйственной техники / И.Н. Шило, Н.Н. Романюк, А.Н. Орда, В.А. Шклярович, А.С. Воробей // Агропанорама. – 2014. – № 6. – С. 2–7.
5. Влияние количества осей ходовой системы мобильной сельскохозяйственной техники на глубину следа / И.Н. Шило, А.Н. Орда, Н.Н. Романюк, С.О. Нукешев, В.Г. Кушнир // Тракторы и сельхозмашины. – 2016. – №4 – С. 37–41.
6. Обоснование конструктивно-технологической схемы глубокорыхлителя-удобрителя / С.О.Нукешев, Н.Н.Романюк, В.А.Агейчик, Е.Н.Ахметов // Материалы Международной науч.-практ. конф. «Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве», Минск, 16–17 октября 2024 года в 2 ч. / редкол.: Н. Н. Романюк [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2024. – Ч.1. – С. 193–195.

7. A Chisel Fertilizer for In-Soil Tree-Layer Site-Specific Application in Precision Farming / S.Nukeshev, K.Yeskhodzhin, D.Karaivanov, M.Ramaniuk, E.Akhmetov, B.Saktaganov, K.Tanbayev // International Journal of Technology. – 2023. – №14(1). – p. 109–118. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v14i1.5143>.

8. Рыхлитель-удобритель : патент на изобретение 35686 В Респ. Казахстан, МПК A01B 49/06 / С.О.Нукешев (KZ); К.К.Айтуганов (KZ); К.Д.Абулхаиров (KZ); Н.Н.Романюк (BY); В.А.Агейчик (BY); Е.С.Ахметов (KZ); К.Д.Есхожин (KZ); Р.К.Кусаинов (KZ); К.М.Тлеумбетов (KZ); Б.Ж.Сактаган (KZ); заявитель Товарищество с ограниченной ответственностью «AGRITECH-KATU» (KZ). – № 2021/0182.1; заявл. 19.03.2021; зарегистрир. 27.05.2022 // Государственный реестр изобретений Респ. Казахстан. – 2022. – Бюл. №21.

УДК 631.8

ВЫСЕВАЮЩИЙ АППАРАТ ДЛЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

С.О. Нукешев¹, д-р техн. наук, профессор,

Н.Н. Романюк², канд. техн. наук, доцент,

А.М. Сугирбай³, PhD,

Е.Е. Назарбаев¹, докторант,

Н.В. Бенкс¹, А.Е. Советов¹, М.В. Стрига², А.А. Буров², студенты

*¹Казахский агротехнический исследовательский университет
им. С. Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан,*

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

*³Университет имени Шакарима города Семей,
Республика Казахстан*

Аннотация: В данной работе проанализирована конструкция высевающего аппарата, предназначенного для внесения основной дозы минеральных удобрений. Проведено моделирование ее работы методом дискретных элементов и определена ее работоспособность в различных конфигурациях.

Abstract: This study analyzes the design of a metering device intended for applying the main dose of mineral fertilizers. Its operation was simulated using the discrete element method, and its performance was evaluated in various configurations.

Ключевые слова: минеральные удобрения, высевающий аппарат, моделирование, равномерность дозирования, количество посева.

Keywords: mineral fertilizers, metering device, simulation, dosing uniformity, application rate.

Введение

Особенность внутрипочвенного внесения – точное размещение минеральных удобрений относительно корней растений – предопределяет повышенные требования к конструкциям туковысевающих аппаратов, тукозаделывающих рабочих органов и качеству

удобрений. Анализ современных высевающих аппаратов и специализированных механизмов для распределения трудносыпучих материалов свидетельствует о том, что наибольшую эффективность демонстрируют устройства, оснащённые рабочими элементами, обеспечивающими активный захват материала из бункера и его принудительную транспортировку по тукопроводу к сошнику [1–6]. К числу наиболее перспективных решений относятся разновидности катушечных высевающих аппаратов, такие как штифтовые, лопастные и мотыльковые, которые широко применяются для внесения трудносыпучих удобрений. Вместе с тем экспериментальные исследования выявили, что при работе с минеральными удобрениями, обладающими нестандартной влажностью, происходит задержка материала в межштифтовом пространстве – в «пассивных зонах». Это приводит к накоплению удобрений и заполнению активной зоны между элементами, в результате чего штифтовая катушка утрачивает функциональность и фактически превращается в цилиндрический ролик, что прекращает процесс высева.

В целях повышения эксплуатационных характеристик и надёжности туковысевающих агрегатов предложена и разработана оригинальная конструктивная схема высевающего аппарата.

Основная часть

Рабочий объем разработанного шестиканального ролика за один оборот рассчитывается путем суммирования свободного пространства катушки и определения объема активного слоя (1). На рисунке 1 показан поток гранулированного удобрения внутри дозирующего устройства и основные параметры для расчета рабочего объема разработанного шестиканального ролика (рис.2).

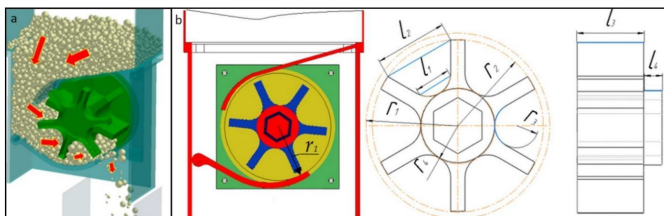


Рисунок 1 – Разработанное шестиканальное дозирующее устройство

Общий рабочий объем разработанного шестиканального дозирующего устройства определяется по формуле:

$$V_{\text{wv}} = 12 \left(\left(\frac{1}{2} r_2^2 \left(\frac{\pi \alpha_2}{180^\circ} - \sin \alpha_1 \right) + \frac{1}{2} r_3^2 \left(\frac{\pi \alpha_2}{180^\circ} - \sin \alpha_2 \right) + \frac{1}{2} (l_1 + l_2) h \right) l_3 \right) + 2\pi(r_2^2 - r_4^2)l_4, \quad (1)$$

где α_1 – угол канавки; α_2 – угол хорды; r_2 – радиус ролика; l_1 – длина нижней хорды; l_2 – длина верхней хорды; l_3 – длина канавки, мм; h – расстояние между верхней и нижней хордами.

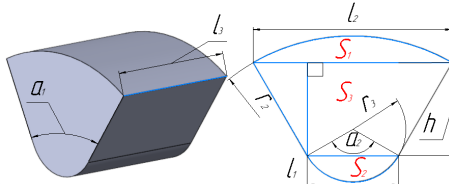


Рисунок 2 – Параметры для расчета объема свободного пространства одной канавки

Проведено тройное моделирование разработанного шестиканального вала с различными длинами зазора (l) от 3 мм до 15 мм с шагом 2 мм для семи параметров. При скорости вращения вала 10 об/мин были измерены данные от 2 до 8 секунд для расчета массы выгруженного гранулированного удобрения за один оборот. Теоретический расчет выгруженной массы гранул (Q_{wv}) был сравнен с результатами моделирования на DEM (Q_{sim}).

Результаты теоретического анализа и моделирования на DEM с зазором в середине.

В первом задании исследуется шестиканальный валик с различными длинами зазора (l). Теоретическая масса выгруженного гранулированного удобрения значительно увеличилась с 125,84 г до 175,29 г, поскольку длина зазора шестиканального валика увеличилась с 3 мм до 15 мм. Однако масса выгруженного гранулированного удобрения, смоделированная с помощью DEM, увеличилась лишь незначительно, когда длина зазора шестиканального валика увеличилась с 3 мм до 15 мм. Коэффициент регрессии линейной линии тренда среднего значения трех моделирований на DEM составил 0,9926. Это показало линейное увеличение массы выгруженного гранулированного удобрения, смоделированного с помощью DEM. Среднее значение моделируемой выгруженной массы гранулированного удобрения незначительно увеличилось с 123,35 г до 134,30 г, когда расстояние между шестью канавками вальца увеличилось с 3 мм до 15 мм. SR увеличился с 2,02 % до 30,52 % вме-

сте с увеличением расстояния между канавками. Это показывает, что увеличение расчетной длины зазора шестиканального вала с 3 мм до 15 мм приводит к более неэффективному использованию рабочего процесса из-за проскальзывания частиц.

Таким образом, существуют взаимодействия между частицами и между частицами и материалом. Когда валок вращается, материал перемещает частицы, что приводит к дальнейшей корректировке соседних частиц. По мере увеличения длины зазора расчетного шестиканального вала влияние материала на частицы уменьшается, что приводит к увеличению проскальзывания частиц.

Из-за скольжения частиц увеличение расчетной длины зазора шестиканального валика с 3 мм до 15 мм привело к увеличению массы выгруженного гранулированного удобрения всего на 10,95 г.

Увеличение длины зазора значительно улучшает равномерность распределения гранулированного удобрения, при этом коэффициент вариации (CV) уменьшается с 63,18 % до 38,73 % (рисунок 3).

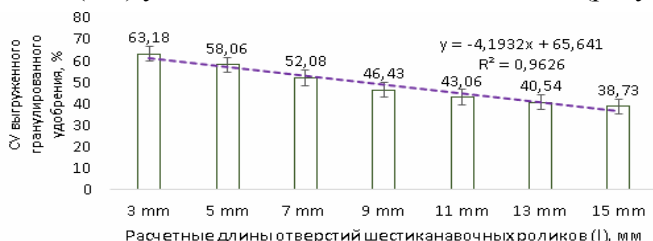


Рисунок 3 – Средний коэффициент вариации расхода гранулированного удобрения из нескольких повторений

Линия тренда CV линейно зависит от длины зазора между шестью канавками ролика, с коэффициентом регрессии 0,9626 для линейной линии тренда среднего CV в трех симуляциях DEM. Кроме того, длина зазора между шестью канавками ролика не должна превышать 15 мм. Это необходимо для обеспечения свободного потока гранулированных частиц удобрений из дозирующего устройства, когда шестиканавочный ролик не вращается, а сеялка движется в транспортном положении.

Влияние дополнительных зазоров с левой и правой сторон.

После определения влияния зазоров во второй задаче были добавлены дополнительные зазоры с левой и правой сторон ролика. Сравнение ролика с канавками и зазорами в середине, с левой и правой сторон показано на рисунках 4а и 4б. В этом случае длина ролика бы-

ла разделена на пять частей, чтобы обеспечить симметричность левой и правой частей. Таким образом, длина каждого зазора составляла 12 мм. Теоретическая масса выгруженного гранулированного удобрения с рифленным валиком с зазорами посередине, слева и справа составила 201,61 г. Результаты моделирования с использованием DEM показали, что масса выгруженного гранулированного удобрения составила 148,35 грамма, а SR – 35,9 % с CV 30,94 %.



Рисунок 4 –Положение зазора между роликами:
а – посередине; б – посередине, слева и справа

Преимуществом катушки является универсальность, способность дозировать гранулированные минеральные и органические удобрения [7].

Заключение

Разработанная катушка была протестирована в различных конфигурациях, а именно с одним зазором посередине и дополнительными зазорами с левой и правой сторон. Добавление боковых зазоров значительно улучшило равномерность и массу выбрасываемого удобрения. Теоретическая масса выгрузки была рассчитана как 201,61 г, в то время как фактическая масса, измеренная с помощью DEM-моделирования, составила 148,35 г, что дало SR 35,9%. Результаты показали, что увеличение длины зазора привело к увеличению проскальзывания частиц. Это привело к улучшению равномерности распределения удобрений, о чем свидетельствует снижение CV с 63,18% до 38,73%. Проверка с помощью лабораторного оборудования с смещенным валиком с прямыми зубьями подтвердила выгрузку 150 г минерального гранулированного удобрения. Результаты показали важность оптимизации параметров зазора для обеспечения баланса между эффективностью и равномерностью выгрузки. Это позволило предположить, что предлагаемая конструкция валика с канавками может повысить равномерность дозирования удобрений.

Список использованной литературы

1. Nukeshev, S., Yeskhozhin K., Karaivanov D., Ramaniuk M., Akhmetov E., Saktaganov B., Tanbayev K. A. Chisel Fertilizer for In-Soil Tree-Layer Differential Appli-

cation in Precision Farming / International Journal of Technology. Volume 14(1), pp. 109–118. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v14i1.5143>.

2. Nukeshev S., Eskhozhin D., Lichman G., Karaivanov D., Zolotukhin E., Syzdykov D., 2016a. Theoretical Substantiation of The Design of a Seeding Device for Differentiated Intra Soil Application of Mineral Fertilizers. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, Volume 64(1), pp. 115–122. 10.11118/actaun201664010115.

3. Nukeshev, S., Eskhozhin, K., Eskhozhin, D., Syzdykov, D., 2017a. Justification of Design and Parameters of Seeding Unit for Fertilizers. Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, Volume 39(4), pp. 1139–1149.

<https://doi.org/10.1007/s40430-016-0588-5>.

4. Nukeshev S., Slavov B., Karaivanov D., Balabekova A., Zhaksylykova Z., 2019. Forced Vibrations of the Hopper of Fertilizer Applying Machine. Mechanics, Volume 24(6), pp. 798–804. <https://doi.org/10.5755/j01.mech.24.6.22464>

5. Nukeshev S., Tanbayev K., Ramaniuk M., Kakabayev N., Sugirbay A., Moldazhanov A., 2024. Spray Angle and Uniformity of the Flat Fan Nozzle of Deep Loosener Fertilizer for Intra-Soil Application of Fertilizers. AgriEngineering, Volume 6(2), 1365–1394. <https://doi.org/10.3390/agriengineering6020079>.

6. Nukeshev, S., Yeskhozhin, K., Tokushev, M., Zhazykbayeva, Z., 2016b. Substantiation of the Parameters of the Central Distributor for Mineral Fertilizers. International Journal of Environmental and Science Education, Volume 11, pp. 7932–7945. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1117306.pdf>

7. Nukeshev S., Sugirbay A., Dulatbay Y., Tanbaev K., Yeskhozhin K., Chen J., Nazarbayev Y., Sugirbaeva Z. Offset Straight-Tooth Roller Development Using the Discrete Element Method for Applying Granular Mineral Fertilizer / International Journal of Technology. Volume 15(6), 2024. – pp. 2060–2073. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v15i6.7311>.

УДК 631.8

ЗЕРНОТУКОТРАВЯНАЯ СЕЯЛКА – РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНО-ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

С.О. Нукешев¹, д-р техн. наук, профессор,

Н.Н. Романюк², канд. техн. наук, доцент,

В.Н. Еднач², канд. техн. наук, доцент,

А.А. Керейбаев¹, А.С. Жетписбай¹, М.В. Стрига²,

А.А. Буров², студенты

*¹Казахский агротехнический исследовательский университет
им. С. Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан,*

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

Аннотация: В работе приведены результаты лабораторно-полевых исследований разработанной зернотукотравяной сеялки по определению потребного тягового усилия на рабочий орган, качества дозирования и заделки семян, удобрений внутри почвы.

Abstract: This paper presents the outcomes of laboratory and field experiments on the developed grain-fertilizer-grass seeder, including the determination of the draft force acting on the working body, and the evaluation of the quality of seed and fertilizer distribution and placement in the soil.

Ключевые слова: минеральные удобрения, сеялка, высевающий аппарат, сошник, равномерность дозирования, глубина заделки.

Keywords: mineral fertilizers, seeder, metering device, seed opener, dosing uniformity, seeding depth.

Введение

В мировой практике сформировались два основных подхода к восстановлению и повышению продуктивности лугов и пастбищ – поверхностное и коренное улучшение. Оба метода получили распространение и в лугопастбищном хозяйстве Казахстана и Беларуси. Поверхностное улучшение предусматривает проведение мелиоративных мероприятий, внесение удобрений и подсев трав без обработки задернутой почвы. Однако его результативность часто ограничивается конкуренцией со стороны аборигенных видов, наиболее адаптированных к местным условиям. В связи с этим данный метод применим преимущественно на участках с изреженным травостоем или требует предварительной обработки дернины. Коренное улучшение используется в тех случаях, когда доля ценных кормовых трав не превышает 25 % и предполагает полную распашку угодий, внесение удобрений и посев специально подобранных травосмесей.

Несмотря на наличие различных способов повышения продуктивности угодий, сохраняется проблема снижения их эффективности при длительном использовании. Это обуславливает необходимость поиска новых технологических решений, позволяющих совмещать процессы подсева и внесения удобрений с сохранением эксплуатационной пригодности угодий.

Авторами предлагается технология улучшения кормовых и пастбищных угодий, основанная на одновременном посеве семян трав и внесении минеральных удобрений на разные горизонты почвы. Для её реализации разработана конструкция зернотукотравяной сеялки, обеспечивающей прямой посев и дифференцированное внесение удобрений с учётом состояния угодий [1-5].

Основная часть

В соответствии с поставленными задачами экспериментальные исследования проводились согласно ГОСТ 28714-2007 Машины для внесения твердых минеральных удобрений. Методы испытаний, ГОСТ 31345-2007 «Сеялки тракторные. Методы испытания», ОСТ 70.5.1-83 «Испытания сельскохозяйственной техники. Маши-

ны посевные». Лабораторно-полевые эксперименты проводились в лабораториях технического факультета и на полях Кампуса (Целиноградский район, Акмолинская область) АО «Казахский агротехнический университет им С.Сейфуллина».

Лабораторные тяговые испытания. Для изучения влияния параметров рабочих органов сеялки на его тяговые характеристики проведены предварительные лабораторные испытания на почвенном канале. Почвенный канал оснащен измерительной информационной системой и электронным динамометром ДЭПЗ-1Д-10Р-2 с регистрацией данных на ПК и имеющим предельную допускаемую относительную погрешность соответствия по ГОСТ Р 8.663-2009 для 2-го класса $\pm 0,45\%$. Получены данные, характеризующие зависимость тягового сопротивления экспериментального сошника-щелевателя от его конструктивных параметров при различных скоростных режимах, рисунок 1. Аппроксимация экспериментальных данных зависимости тягового сопротивления экспериментального сошника от скорости поступательного движения позволила получить следующие уравнения:

при минимальной скорости

$$y = 123,57x^2 - 59,893x + 243,14$$

$$R^2 = 0,9081$$

при средней скорости

$$y = 47,857x^2 - 56,393x + 520,44$$

$$R^2 = 0,977$$

при максимальной скорости

$$y = 17,143x^2 - 54,857x + 851,8$$

$$R^2 = 0,8758.$$

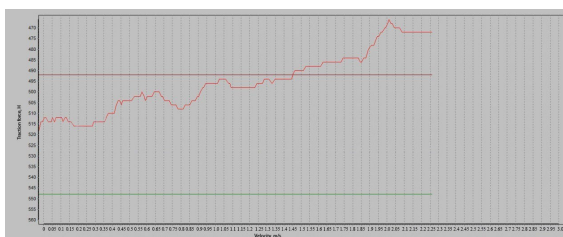


Рисунок 1 – Изменения тягового усилия рабочих органов сеялки при скорости 0,5-0,75 м/с

Согласно результату динамометрирования усилие одного рабочего органа при глубине обработки 0,1 м варьировал от 238 до 808 Н при скоростях 0,1-1,75 м/с, рисунок 2.

Изменение тягового усилия рабочих органов сеялки в зависимости от скорости движения имеет параболический характер (рисунок 2). Это объясняется тем, что в начальный момент взаимодействия рабочего органа с почвой возникают инерционные силы, так как в это время нарушается инерция покоя почвы, ее частицы приобретают определенные ускорения и некоторую абсолютную скорость, которая не совпадают с линией ската. Очевидно, инерционная сила будет направлена по линии абсолютной скорости частиц, только в обратную сторону. В установившемся процессе разрушения почвы тяговое усилие минимальное. Однако при дальнейшем увеличении поступательной скорости, тяговое усилие также возрастает.

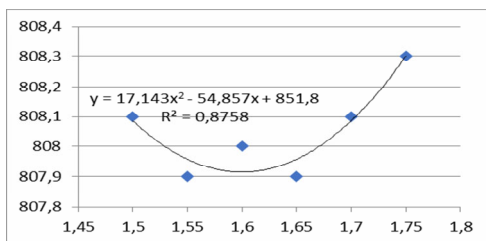


Рисунок 2 – Изменения тягового усилия рабочих органов сеялки при скорости 1,5–1,75 м/с

Лабораторно-полевые исследования показали, что высевальные аппараты зернотукотравяной сеялки с установленными в предыдущем этапе параметрами обеспечивают устойчивое дозирование семян трав и минеральных удобрений, неравномерность высева между высевальными аппаратами и неустойчивость высева варьируют в пределах 0,41–7,24%. Сошники-щелеватели также обеспечивают заделывание семян, при этом семена люцерны в основной массе расположены на глубине 1,8–3,2 см с коэффициентами вариации 19–28%. Семена костреца безостого расположены на глубине 2–4 см с коэффициентом вариации 8–15 %. Величина коэффициента вариации расположения на глубине свидетельствует об удовлетворительной рассеиваемости семян костреца безостого. Такой же характер посева имеет семена эспарцета, при этом на глубине 2–3 см коэффициент вариации составляет 7–11%. Идентичный характер посева

имеют семена житняка и донника, на глубине 2–3 см коэффициент вариации составляет 8–14%. Полевые исследования показали, что в нескольких рабочих органах имелось место забивания вертикальной стойки семяпровода из-за образования сводов над козырьком бокового ножа, долото с заостренной спереди кромкой с углом 60° при прорезании щели в почве поднимает и отодвигает в сторону порезанные засохшие корки почвы. Выявленные недостатки предполагают изменения конструкции сошника-щелевателя в части снятия долота и увеличения размера сечения выходной части вертикальной стойки семяпровода.

Заключение

Лабораторно-полевые исследования разработанной зернотрусовой сеялки показали, что усилие одного рабочего органа при глубине обработки 0,1 м варьирует от 238 до 808 Н при скоростях 0,1–1,75 м/с, высевальные аппараты обеспечивают устойчивое дозирование семян трав и минеральных удобрений, неравномерность высева между высевальными аппаратами и неустойчивость высева варьируют в пределах 0,41–7,24%. Сошники-щелеватели также обеспечивают заделывание семян с коэффициентом вариации 1,8–28%. Полевые исследования также показали, что в нескольких рабочих органах имелось место забивание вертикальной стойки семяпровода из-за образования сводов над козырьком бокового ножа, долото с заостренной спереди кромкой с углом 60° при прорезании щели в почве поднимает и отодвигает в сторону порезанные засохшие корки почвы. Выявленные недостатки предполагают изменения конструкции сошника-щелевателя.

Список использованной литературы

1. Nukeshev S., Kossatbekova D., Ramaniuk M., Sagitov A., Akhmetov E., Mamyrbayeva I., Tanbayev K., Tleumbetov K. Traction Force, Sowing Quality, and Deformation Characteristics of the Coulter of a Grain–Fertilizer–Grass Seeder / *AgriEngineering* 2024, 6, 2326–2351. <https://doi.org/10.3390/agriengineering6030136>
2. Nukeshev S., Eskhozhin D., Mamyrbayeva I., Karaivanov D., Gubasheva A., Tleumbetov K., Kossatbekova D., Tanbayev K. Mathematical modelling and designing of a universal conical spreader for granular material / *Acta Technologica Agriculturae* 3 Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, Volume 26 – Issue 3, 2023, pp. 152–158. <https://doi.org/10.2478/ata-2023-0020>.
3. Nukeshev S., Yeskhozhin K., Akhmetov Y., Kossatbekova D., Tleumbetov K., Tanbayev K. Traction force investigation of the new working body of the sod seeder / *International Journal of Technology*. Volume 14(3), 2023. – pp. 536–548. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v14i3.6008>.

4. Евразийский Патент №.038584. Зернотукотравяная противозерозионная сеялка / КАТУ им.С.Сейфуллина.; опубл. 17.09.2021, www.eapo.org. – 3 с.: ил.

5. Зернотукотравяная сеялка : патент на изобретение 35155 В Респ. Казахстан, МПК A01B 49/06, A01B 49/04, A01C 7/20 / С.О.Нукешев (KZ); Д.З.Есхожин (KZ); Н.Н.Романюк (BY); В.А.Агейчик (BY); К.Д.Есхожин (KZ); Р.К.Кусайнов (KZ); Е.С.Ахметов (KZ); Б.Н.Горбунов (KZ), К.М.Тлеумбетов (KZ); Д.Ш.Косатбекова (KZ); заявитель НАО «Казахский агротехнический университет им. Сакена Сейфуллина». – № 2020/0206.1; заявл. 27.03.2020 ; зарегистрир. 27.03.2021 // Государственный реестр изобретений Респ. Казахстан. – 2021. – Бюл. №25.

УДК 631.8

ВЫБОР ТУКОВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА ДЛЯ ПОВЫШЕННЫХ ДОЗ

**С.О. Нукешев¹, д-р техн. наук, профессор,
Н.Н. Романюк², канд. техн. наук, доцент,
В.Н. Еднач², канд. техн. наук, доцент,
К.Г. Гафнер¹, А.А. Турсынбек¹, М.В. Стрига²,
А.А. Буров², студенты**

*¹Казахский агротехнический исследовательский университет
им. С. Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан*

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

Аннотация: В работе рассмотрены конструкции экспериментальных штифтово-катушечных и желобчато-катушечных высевальных аппаратов для внесения повышенных доз минеральных удобрений. Проведены сравнительные исследования качества и количества высева.

Abstract: The paper considers the designs of experimental pin-coil and trough-coil sowing machines for applying increased doses of mineral fertilizers. Comparative studies of sowing quality and quantity were conducted.

Ключевые слова: минеральные удобрения, высевальный аппарат, равномерность дозирования, количество высева.

Keywords: mineral fertilizers, metering device, dosing uniformity, application rate.

Введение

Анализ конструкций высевальных аппаратов и рассмотрение технологического процесса их работы показывает, что наиболее перспективным направлением в совершенствовании устройств для внесения туков является использование высевальных аппаратов с рабочими органами, позволяющими активно выполнять отбор минеральных удобрений в бункере и принудительно перемещать их в тукопровод к сошнику [1–6].

Основная часть

Наиболее подходящим для удовлетворения вышеприведенных требований является разработанный нами катушечно-штифтовый туковывсевающий аппарат. Результаты экспериментальных исследований показали бесперебойную работу туковывсевающего аппарата и низкие показатели неравномерности высева между аппаратами и неустойчивости высева (4-8%). Однако повышение производительности аппарата требует увеличения частоты ее вращения до 50 мин^{-1} , что сложно достичь при переоборудовании существующих машин.

Поэтому, с целью повышения производительности, предложен катушечно-штифтовый туковывсевающий аппарат (рисунок, 1а.) Цель достигается за счет того, что штифты 5 на поверхности катушки размещены на пересечениях правых 7 и левых 6 многозаходных винтовых канавок, при этом образующие штифтов являются продолжением образующих винтовых канавок, углы между гранями пирамидальных штифтов α и плоскостями, перпендикулярными высотам пирамид, меньше угла трения минеральных удобрений о поверхности граней зубьев, а угол наклона винтовых канавок β к плоскостям, перпендикулярным осям вращения приводного вала цилиндрической высевающей катушки меньше угла трения минеральных удобрений о поверхность винтовых канавок (рисунок, 1б).

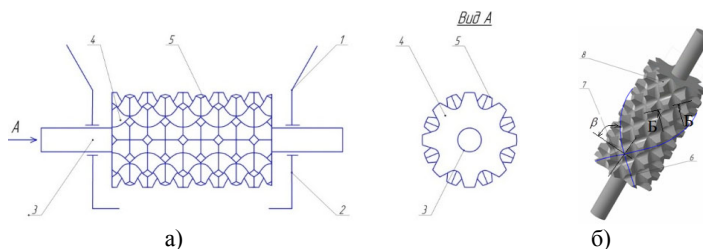


Рисунок 1 – Катушечно-штифтовый туковывсевающий аппарат:

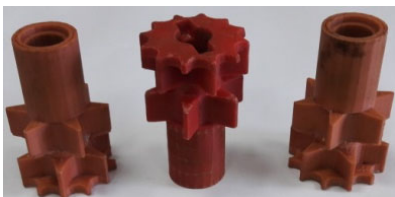
1 – бункер, 2 – корпус; 3 – вал; 4 – катушка; 5 – штифт;

6, 7 – левая и правая винтовые линии; 8 – винтовая канавка

На основании рекомендуемой максимальной дозы внесения для гранулированных удобрений – 400 кг/га, для изучения влияния основных конструктивных и технологических параметров на технологический процесс высева были приняты следующие переменные

факторы: n – частота вращения вала туковывсевающего аппарата; $n=20; 30; 40; 50; 60; 70$ об/мин, h – глубина штифтов; $h = 5; 8,68; 10,68; 12,68; 14,68$ мм. Необходимо отметить, что глубина 5 мм является базовой, без канавки. Добавление канавки углубляет канавки катушки максимально на 3,68 мм, что увеличивает объем межштифтового пространства.

Исследование зависимости подачи минеральных удобрений от различных частот вращения катушки показало, что производительность катушки почти линейно возрастает с увеличением его частоты вращения. Самую большую секундную производительность - от 35 до 118,7 г/с при частотах вращения вала катушки от 20 до 70 мин⁻¹ имеет катушка с глубиной канавки 12,68 мм. Анализ показывает, что подача минеральных удобрений туковывсевающим аппаратом увеличивается до глубины канавок 12,68 мм. Дальнейшее ее увеличение приведет к снижению производительности при всех частотах вращения вала катушки. Очевидно, это связано с тем, что чрезмерное увеличение глубины канавок не способствует повышению их заполняемости, а при повышенной частоте вращения, она может даже снизиться. Также вышеприведенным требованиям отвечают желобчато-катушечные высевающие аппараты, повсеместно применяемые для высева семян зерновых культур. Они отличаются простотой конструкции, удобством технологической настройки и надежностью работы, при достаточно хорошем качестве выполнения технологического процесса. Было сделано предположение о том, что желобчато-катушечные аппараты могут хорошо работать с минеральными удобрениями. Теоретические исследования позволили установить, что совершенствование формы желобков позволяет повысить их производительность, причем желобок параболической формы может превысить производительность формы окружности на 80 и более процентов, а эллиптической формы – в 1,5 раза. Для высева повышенной дозы минеральных удобрений рекомендуется исполнять желобки катушки параболической формы. При этом основные параметры - диаметр катушки 50 мм, число желобков 12, ширина перемычек между желобками 1,6 мм, центральный угол 28,9° и ширина сегмента 12,5 мм сохраняются. Режим работы серийной катушки также сохраняется. Для проведения сравнительных испытаний с катушечно-штифтовыми аппаратами были изготовлены желобчато-катушечные высевающие аппараты с указанными параметрами, рисунок 2.



а



б

Рисунок 2 – Желобчато-катушечные высевальные аппараты:
а - изготовленные катушки; б – катушки, установленные в бункере

Для выбора туковысевающего устройства проведены сравнительные испытания предложенных конструкций катушек. Были определены их секундные производительности, неравномерности высева между аппаратами и неустойчивости высева. Исследования показали, что показатели качества высева - неравномерность высева между аппаратами и неустойчивость высева у обоих высевальных катушек находятся на одном уровне и варьируют в пределах 3,8...7,8 %. Производительность экспериментального катушечно-штифтового аппарата больше на 10,6% чем у желобчато-катушечного высевального аппарата.

Заключение

Проведённые исследования показали, что катушечно-штифтовый туковысевающий аппарат обеспечивает высокую производительность и стабильное качество высева минеральных удобрений при неравномерности 4–8%. Его усовершенствованная конструкция позволяет увеличить подачу до 118,7 г/с при глубине канавок 12,68 мм и частоте вращения 70 мин⁻¹.

Желобчато-катушечные аппараты также соответствуют агротехническим требованиям, особенно при использовании параболической формы желобков, что повышает производительность до 80%, однако катушечно-штифтовый аппарат превосходит их по подаче на 10,6% и рекомендуется для применения при внесении повышенных доз удобрений.

Список использованной литературы

1. Nukeshev, S., Yeskhochin K., Karaivanov D., Ramaniuk M., Akhmetov E., Saktaganov B., Tanbayev K. A. Chisel Fertilizer for In-Soil Tree-Layer Differential Application in Precision Farming / International Journal of Technology. Volume 14(1), pp. 109–118. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v14i1.5143>.
2. Nukeshev S., Eskhochin D., Lichman G., Karaivanov D., Zolotukhin E., Syzdykov D., 2016a. Theoretical Substantiation of The Design of a Seeding Device for Differentiated

Intra Soil Application of Mineral Fertilizers. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, Volume 64(1), pp. 115–122. 10.11118/actaun201664010115.

3. Nukeshev, S., Eskhozhin, K., Eskhozhin, D., Syzdykov, D., 2017a. Justification of Design and Parameters of Seeding Unit for Fertilizers. Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, Volume 39(4), pp. 1139–1149.

<https://doi.org/10.1007/s40430-016-0588-5>.

4. Nukeshev S., Slavov B., Karaivanov D., Balabekova A., Zhaksylykova Z., 2019. Forced Vibrations of the Hopper of Fertilizer Applying Machine. Mechanics, Volume 24(6), pp. 798–804. <https://doi.org/10.5755/j01.mech.24.6.22464>.

5. Nukeshev S., Tanbayev K., Ramaniuk M., Kakabayev N., Sugirbay A., Moldazhanov A., 2024. Spray Angle and Uniformity of the Flat Fan Nozzle of Deep Loosener Fertilizer for Intra-Soil Application of Fertilizers. AgriEngineering, Volume 6(2), 1365–1394. <https://doi.org/10.3390/agriengineering6020079>.

6. Nukeshev, S., Yeskhozhin, K., Tokushev, M., Zhazykbayeva, Z., 2016b. Substantiation of the Parameters of the Central Distributor for Mineral Fertilizers. International Journal of Environmental and Science Education, Volume 11, pp. 7932–7945. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1117306.pdf>.

УДК 631.8

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДОЗОЙ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

**С.О. Нукешев¹, д-р техн. наук, профессор,
Н.Н. Романюк², канд. техн. наук, доцент,
А.Е. Сагдиев¹, А.Ж. Байзаков¹, М.В. Стрига²,
А.А. Буров², студенты**

*¹Казахский агротехнический исследовательский университет
им. С. Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан*

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

Аннотация: В работе сравниваются высевающие аппараты с шиберной и вращающейся заслонками по качеству дозирования и затрате усилий. Аппараты с вращающейся заслонкой показали высокую эффективность и меньшие энергозатраты, что рекомендуется для многодозаторных машин.

Abstract: This paper compares fertilizer spreaders with slide and rotary shutters in terms of dosing quality and required effort. Spreaders with rotary shutters demonstrated high efficiency and lower energy consumption, making them preferable for multi-dispenser machines.

Ключевые слова: высевающий аппарат, дозирование, минеральные удобрения, заслонка, эффективность.

Keywords: fertilizer spreader, dosing, mineral fertilizers, shutter, efficiency.

Введение

В сельском хозяйстве важной задачей является точное и равномерное внесение минеральных удобрений, правильная дозировка

которых влияет не только на рост и развитие растений, но и на экономическую эффективность производства, снижая перерасход материалов и минимизируя экологические риски [1-5]. Для этого применяются различные механизмы, регулирующие подачу удобрений, одним из которых является изменение дозы путем управления высевом. В частности, регулирование дозы внесения удобрений можно осуществлять двумя основными способами: либо путем изменения частоты вращения высевающей катушки, либо посредством изменения площади высевного окна. Каждый из этих методов имеет свои технические особенности и ограничения, влияющие на сложность конструкции высевающих аппаратов, точность дозирования и удобство эксплуатации. В частности, изменение частоты вращения катушки требует синхронизации с движением машины, что усложняет управление и конструкцию высевающего оборудования. В данной работе рассмотрены и сравнены два вида высевающих аппаратов, позволяющих изменять дозу внесения минеральных удобрений с помощью регулируемых заслонок: шиберной и вращающейся. Исследование включало оценку неравномерности и устойчивости посева, а также затрачиваемых усилий на управление заслонками, что важно для выбора наиболее эффективного и надежного варианта в различных условиях эксплуатации.

Основная часть

Исследование проводилось с использованием двух типов высевающих аппаратов, которые отличаются принципом регулирования дозы: один с шиберной заслонкой, другой – с вращающейся заслонкой. В первом случае регулировка происходит путем перемещения шибера, изменяющего проходное сечение высевного окна, во втором – путем поворота заслонки вокруг оси, что также изменяет площадь высевного окна, но при этом существенно влияет на механические характеристики системы. В ходе экспериментов были измерены следующие показатели: неравномерность посева между отдельными аппаратами, неустойчивость посева во времени, а также усилия, необходимые для перемещения заслонок и вращения вала. Это позволило получить полное представление о работе каждого типа аппарата и выявить их преимущества и недостатки. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Из данных таблицы 1 видно, что качественные показатели по равномерности и устойчивости посева для обоих типов аппаратов

находятся на близком уровне и не отличаются значительно. Однако существенным преимуществом является то, что усилия, необходимые для управления вращающейся заслонкой, в три раза ниже, чем для шиберной. Это уменьшает нагрузку на приводные механизмы и способствует повышению надежности и долговечности оборудования.

Таблица 1 – Показатели качества работы высевających аппаратов

Виды аппаратов	Неравномерность высева, %	Неустойчивость высева, %	Затрачиваемое усилие, Нм
С шиберной заслонкой	5,4	6,3	116
С вращающейся заслонкой	6,1	5,9	38

Детальный анализ показал, что усилие на валу аппарата с шиберной заслонкой сильно зависит от степени открытия заслонки: при закрытом положении усилие значительно выше, чем при полном открытии, превышая его более чем в 1,5 раза. Лабораторные наблюдения показали, что в конструкции с шиберной заслонкой возможны ситуации, когда гранулы удобрений задерживаются в канавках заслонки, что усложняет её перемещение и может приводить к сбоям в работе дозатора. Вращающаяся заслонка, напротив, обеспечивает более плавное и равномерное изменение площади высевного окна и требует меньших усилий для изменения положения, что позволяет применять её на машинах с несколькими дозаторами, где особенно важна простота и надежность конструкции.

С учетом результатов лабораторных испытаний была предложена схема управления дозой внесения, при которой изменение нормы удобрений происходит за счет регулировки угла поворота вращающейся заслонки. Аппарат состоит из катушки с штифтами, расположенной на валу, и вращающейся заслонки, размещенной над высежным окном. Изменение площади проходного сечения заслонки регулирует норму внесения удобрений. Управление углом поворота осуществляется посредством шагового двигателя, связанного с заслонкой через вал.

Лабораторные опыты также показали, что при оптимальной частоте вращения катушки в 50 об/мин и угле открытия заслонки около 50° достигаются минимальные значения коэффициентов вариации, что соответствует наиболее равномерному и устойчивому высева. При этом неравномерность высева между аппаратами и неустойчивость высева не превышали 8,5 %, что соответствует высоким требованиям к качеству высева. При меньших углах открытия за-

слонки (10°) и низкой частоте вращения катушки (10 об/мин) показатели качества ухудшались, что связано с меньшей площадью высевного окна и сниженной производительностью дозатора. Производительность аппарата зависит от площади высевного окна и частоты вращения катушки, варьируясь в широком диапазоне от 750 до 3800 г/мин. Это позволяет эффективно регулировать дозу удобрений в зависимости от условий и потребностей конкретного поля. Для оценки качества перехода с одной дозы на другую использовались параметры времени стабилизации дозы и величина отклонения от заданного значения. Анализ показал, что отклонения в первые 2,5–3 секунды могут достигать 10–15 %, однако при дальнейшем времени они снижаются до 3–9 %. При скорости движения машины около 8 км/ч это соответствует прохождению агрегата на длину 6–7 метров, что является приемлемым для большинства сельскохозяйственных операций.

Таким образом, двухступенчатая система дозирования, включающая винтовой ворошитель в бункере, катушечный дозатор и регулируемое высевное окно с вращающейся заслонкой, управляемой шаговым двигателем, обеспечивает стабильную и точную работу высевающей системы. Это позволяет удовлетворить агротехнические требования к равномерности и производительности внесения удобрений.

Заключение

Исследование показало, что высевающие аппараты с вращающейся заслонкой имеют значительные преимущества по сравнению с шиберными: они требуют меньших усилий на приводе и обеспечивают более стабильную работу. Рекомендуется использовать шиберные заслонки на машинах с одним-двумя дозаторами, а вращающиеся – на агрегатах с группой дозаторов. Регулирование дозы через изменение площади высевного окна и частоты вращения катушки обеспечивает высокое качество посева и снижает механические нагрузки. Такой подход повышает эффективность и надежность работы оборудования, что важно для современных сельскохозяйственных машин.

Список использованной литературы

1. Nukeshev, S., Yeskhodzhin K., Karaivanov D., Ramaniuk M., Akhmetov E., Saktaganov B., Tanbayev K. A. Chisel Fertilizer for In-Soil Tree-Layer Differential Application in Precision Farming / *International Journal of Technology*. Volume 14(1), pp. 109–118. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v14i1.5143>.

2. Nukeshev S., Eskhozhin D., Lichman G., Karaivanov D., Zolotukhin E., Syzdykov D., 2016a. Theoretical Substantiation of The Design of a Seeding Device for Differentiated Intra Soil Application of Mineral Fertilizers. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, Volume 64(1), pp. 115–122.

10.11118/actaun201664010115

3. Nukeshev, S., Eskhozhin, K., Eskhozhin, D., Syzdykov, D., 2017a. Justification of Design and Parameters of Seeding Unit for Fertilizers. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, Volume 39(4), pp. 1139–1149.

<https://doi.org/10.1007/s40430-016-0588-5>

4. Nukeshev S., Slavov B., Karaivanov D., Balabekova A., Zhaksylykova Z., 2019. Forced Vibrations of the Hopper of Fertilizer Applying Machine. *Mechanics*, Volume 24(6), pp. 798–804. <https://doi.org/10.5755/j01.mech.24.6.22464>

5. Nukeshev S., Tanbayev K., Ramaniuk M., Kakabayev N., Sugirbay A., Moldazhanov A., 2024. Spray Angle and Uniformity of the Flat Fan Nozzle of Deep Loosener Fertilizer for Intra-Soil Application of Fertilizers. *AgriEngineering*, Volume 6(2), 1365-1394. <https://doi.org/10.3390/agriengineering6020079>.

УДК 631.363.21

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЧАСТИЦ ЗЕРНА ПО ДНУ И БОКОВОЙ ГРАНИ ПАЗА РОТОРА

Д. Алижанов, Ш. Абдурахмонов

*Национальный исследовательский университет «Ташкентский
институт инженеров ирригации и механизации сельского
хозяйства», г. Ташкент, Республика Узбекистан*

Аннотация. В настоящей работе рассматривается рабочая камера измельчителя с горизонтальным расположением ротора на котором имеются пазы прямоугольного сечения, служащие для перемещения и измельчения зернового материала, для этой же цели имеются пазы на верхнем диске. Для исследования движения частицы зерна по боковой грани и по пазу составлены дифференциальные уравнения. После соответствующих постановок на эти уравнения получены соответствующие системы уравнений. Для численной и графической реализации системы уравнений составлены соответствующие машинные программы в система «matlab». Подготовленные программы позволяют провести исследований движения частицы по боковой поверхности и дну паза ротора в численном и графическом видах.

Введение

В мире ведутся научно-исследовательские работы, направленные на создание новых видов ресурсосберегающих технологий и технических средств для приготовления кормов, путем измельчения зерновых материалов в животноводческих хозяйствах и обоснование их технологических рабочих процессов [1, 2, 3, 4, 5, 6]. В связи с этим считается необходимым разработка и обоснование параметров роторного измельчителя зерна обеспечивающего ми-

нимальные удельные энергозатраты получение измельченных зерновых продуктов, соответствующих зоотехническим требованиям по виду и возрасту скота и на основе этого обеспечение пылеобразной фракции, не превышающей 5 %.

В измельчающих зерновой материал машинах с горизонтальным расположением ротора исследование процессов в рабочей камере необходимо для получения зависимостей конструктивных и режимных параметров с энергетическими и качественными характеристиками. В настоящей работе рассмотрен ряд возможных движений зернового материала в рабочей камере.

Основная часть

Если пазы ротора располагаются под значительным углом α к вертикальной оси ротора, то возможно движение частицы зерна будет зависеть от скоростных режимов ротора и конструктивных параметров паза. Рассмотрим этот случай, представляющий как теоретический, так и практический интерес.

Из рисунка 1 видно, что движущая частица, находящаяся на поверхности боковой грани и не опирающаяся на дно паза ротора, может совершать два движения: по оси x и в радиальном направлении по вращающейся оси r . При этом на частицу будут действовать силы веса – mg , центробежная сила $F_c = mrw^2$, поворотная сила $F_k = 2m \cdot \frac{ds}{dt} \cdot w \cdot \sin\beta$, сила трения о боковую грань $F_{fr} = 2mf \cdot \frac{ds}{dt} \cdot w \cdot \sin\beta$.

Для исследования движения частицы по боковой грани составим дифференциальное уравнение с учетом двух степеней свободы рассматриваемой системы:

$$\begin{cases} m\ddot{x} = mg - 2mf \cdot \frac{ds}{dt} \cdot w \cdot \cos\beta \\ m\ddot{r} = mrw^2 - 2mf \cdot \frac{ds}{dt} \cdot w \cdot \sin\beta \end{cases} \quad (1)$$

Так как

$$ds = \sqrt{(dx)^2 + (dr)^2}, \quad \sin\beta = \frac{dr}{ds}, \quad \cos\beta = \frac{dx}{ds},$$

то после соответствующих подстановок в (1) получим систему уравнений в виде:

$$\begin{cases} \ddot{x} = g - 2fw\dot{x} \\ \ddot{r} = rw^2 - 2fwr\dot{r} \end{cases} \quad (2)$$

Если угол $\beta \geq \alpha$, то контакт частицы с дном паза ротора невозможен, и движение может осуществляться только по боковой гра-

ни. Так как угол β есть величина переменная, то вышеприведенное условие можно записать в виде:

$$\sin \alpha \leq \frac{\dot{r}}{\sqrt{(\dot{r})^2 + (\dot{\beta})^2}}$$

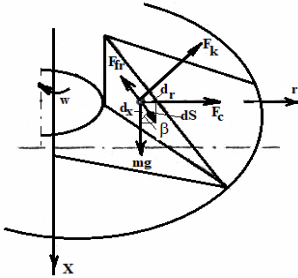


Рисунок 1 – Схема сил при движении частицы по боковой грани паза

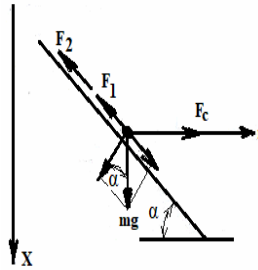


Рисунок 2 – Схема сил при движении частицы по дну паза

Для случая $\alpha > \beta$ имеем движение частицы по дну паза ротора. Здесь (рис.2) уравнение движения имеет вид:

$$\begin{cases} m\dot{r} = F_c - F_1 - F_2 \\ m\ddot{x} = mg \cdot \sin^2 \alpha - (F_1 + F_2) \cdot \sin \alpha \end{cases} \quad (3)$$

где $F_c = mrw^2$, сила трения по дну паза $F_1 = fmg \cdot \cos \alpha$, сила трения боковую грань – $F_2 = 2fmw \cdot \dot{r} \cos \alpha \cdot \sin \alpha$.

Сделав соответствующие подстановки в систему (3), получим

$$\begin{cases} \dot{r} = rw^2 - fg \cos \alpha - 2f \cdot w \dot{r} \cos \alpha \cdot \sin \alpha \\ \ddot{x} = g \cdot \sin^2 \alpha - \sin \alpha (fg \cos \alpha + 2fw \dot{r} \cos \alpha \cdot \sin \alpha) \end{cases} \quad (4)$$

Представим систему (2) и (4) в матричной форме.

Понизим порядок системы уравнений (2). Примем $r = r(1), \dot{r}(1) = r(2), x = r(3), \dot{x}(3) = r(4)$.

Тогда получим:

$$\begin{cases} \dot{r}(1) = r(2) \\ \dot{r}(2) = r(1) \cdot w^2 - 2fw \cdot r(2) \\ \dot{r}(3) = r(4) \\ \dot{r}(4) = g - 2fw \cdot r(4) \end{cases} \quad (5)$$

Аналогично для системы (4):

$$\begin{cases} \dot{r}(1) = r(2) \\ \dot{r}(2) = r(1) \cdot w^2 - fg \cdot \cos \alpha - 2fw \cdot r(2) \cos \alpha \cdot \sin \alpha \\ \dot{r}(3) = r(4) \\ \dot{r}(4) = g \cdot \sin^2 \alpha - \sin \alpha (fg \cos \alpha - 2fw \cdot r(2) \cos \alpha \cdot \sin \alpha) \end{cases} \quad (6)$$

Система (5) в матричной форме:

$$\begin{bmatrix} \dot{r}(1) \\ \dot{r}(2) \\ \dot{r}(3) \\ \dot{r}(4) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ w^2 & -2fw & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 2fw \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} r(1) \\ r(2) \\ r(3) \\ r(4) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} * g \quad (7)$$

Система (6) в матричной форме:

$$\begin{bmatrix} \dot{r}(1) \\ \dot{r}(2) \\ \dot{r}(3) \\ \dot{r}(4) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ w^2 & -A_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & -A_2 & 0 & 0 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} r(1) \\ r(2) \\ r(3) \\ r(4) \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ A_2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ A_4 & 0 & 0 & A_5 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (8)$$

Здесь $A_1 = 2fw \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha$, $A_2 = 2fw \cdot \cos \alpha \cdot \sin^2 \alpha$,

$A_3 = -fg \cdot \cos \alpha$, $A_4 = g \cdot \sin^2 \alpha$, $A_5 = -fg \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha$.

Для численной и графической реализации (7) и (8) составим соответственно машинные программы в системе «matlab». Для (7) используя файл «Vas 3.m», получим

Function yprime = Vas 3(t,r);

yprime = [0100; 22.5·1000 - 111 00; 00 01; 000 111] *

*[r(1)r(2)r(3)r(4)]' - [0001]' * 9.81.

Программа для решения этой системы с выводом графиков имеет вид:

clc

t0=0

t final = 0.5;

YO = [0.014 0.01 0 0.01];

tol = 1.e - 3;

t race = 1;

[t,r] = ode 23 ("Vas 3", to, t final, YO, tol, t race);

Plot (t,r(:, 1), t,r(:,2), t,r(:,3), t,r(:,4))grid, rauce).

Для (8), используя файл «Vas 4,m», получим:

Function yprime = Vas 4(t,r);

yprime = [0100; 22.5·1000 - A₁ 00; 0001; 0 - A₂ 00] *

] - [0000; A₃ 000; 0000; A₄ 00 A₅] *

*[r(1)r(2)r(3)r(4)]' [1001]'

Программа решения этой системы с выводом графиков на экран имеет вид:

clc

t0=0

t final = 0.5;

YO = [0.014 0.01 0 0.01];

tol = 1.e-3;

t race = 1;

[t,r] = jde 23 («Vas 4», t0, t final, YO, tol, t race);

Plot (t,r(: 1), t,r (:2), t,r (:3), t,r (:4))grid, pause.

В уравнениях принять значение коэффициентов:

$$w^2 = \left(150 \frac{P}{c}\right)^2 = 22.5 \cdot 10^{-2}; 2fw = 2 \cdot 0.37 \cdot 150 = 111; g = 9.81.$$

Заключение

Подготовленные программы позволяют провести исследования движения частицы в численном и графическом видах по боковой поверхности и дну паза ротора, в зависимости от угловой скорости ротора, угла наклона паза ротора α , коэффициентов трения f начального и конечного диаметров r ротора.

Список использованной литературы

1. Алижанов Д., Сахаров В.В., Сирожидинов А.С., Тураев Ш.Т., Саидходжаев С.А. Патент №IAP 03209 Роторная дробилка, 27.10.2006 г.
2. Сергеев Н.С. Центробежно-роторные измельчители фуражного зерна. / Диссертация док. тех. наук. / Челябинск, 2008. – 167с.
3. Фомин В.В. Снижение энергоёмкости и повышение однородности измельчения зерна в малогабаритном центробежно-роторном измельчителе: /дисс. канд. техн. наук/. -Новосибирск. –2010. – 140 с.
4. D. Alijanov, Sh. Abduroxmonov, N.T.Umirov, E.G'aniboyeva, R.Xudoyqulov, A.Bozorboyev, About the Destruction of Grain in the Working Chamber of the Crusher. // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJTEEE) ISSN: 2278-3075, Volume-9 Issue-1S, November 2019. 436–438 st.
5. D.Alijanov, Sh. Abduroxmonov, N.Umirov models of the quality of grinding the grain of an experimental crusher. International Scientific Conference “Konstruktion Mechanics, Hdraulics and Water Recources” (CONMECHYDRO-2020).
6. Дьяконов В.П. Справочник по применению системы PC Matlab М.: Изд-во физ-мат. лит., 1993.

УДК 631.358.633.51

О ПОВЫШЕНИИ ПОЛНОТЫ СБОРА ХЛОПКА ВЕРТИКАЛЬНО-ШПИНДЕЛЬНЫМИ МАШИНАМИ

М. Шоумарова, профессор,

Т. Абдиллаев, доцент

Национальный исследовательский университет

*«Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации
сельского хозяйства», г. Ташкент, Республика Узбекистан*

Известно, что для уборки урожая хлопчатника применяются вертикально-шпиндельные аппараты (ВША), изготавливаемые в

Узбекистане, а также горизонтально-шпиндельные аппараты (ГША), выпускаемые в США и др. зарубежных странах. ВША имеют несложную конструкцию и приспособлены для уборки средневолокнистого хлопка. ГША имеют более сложную конструкцию, требуют более высоких эксплуатационных расходов. Практика показала, что ВША уступают ГША по полноте сбора хлопка, однако, если к началу сезона уборки некоторая часть коробочек не успевает созреть в северных хлопкосеющих странах, то считается целесообразным использование ВША. ВША состоит из четырех шпиндельных барабанов А, В, С и D, из них А и В, а также С и D составляют одну пару вращающихся навстречу друг к другу (рисунок 1). Поэтому они затягивают куст хлопчатника в узкую рабочую камеру S (не более 36 мм), где шпиндели, обкатываясь по сжатому кусту, подводят свои зубья к раскрывшейся коробочке хлопка. Зуб, расположенный на цилиндрической поверхности шпинделя, похожий на двугранный клин, захватывает волокна, извлекает хлопок из коробочки и вращающийся шпиндель наматывает его на себя несколько раз.

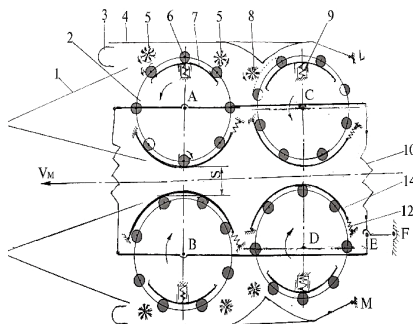


Рисунок 1 – Схема Вша: 1 – кустонаправитель; 2 – барабан; 3 – приемная камера; 4 – дверца аппарата; 5 и 8 – съемные барабаны; 6 – шпиндель; 7 – внутренние ремни; 9 – пружина прижимающая; 10 – пружина стягивающая барабаны; 11 – внешние ремни рабочей зоны; 12 – пружины, растягивающие внешние ремни

Вращающийся барабан подводит шпиндель с намотанным хлопком в зону съема, где ролик шпинделя перекачивается по внутренним ремням. Поэтому изменяется направление вращения шпинделя в обратную сторону.

Для затягивания куста в узкую рабочую камеру, окружная скорость барабанов $\bar{V}_6$ должна быть больше рабочей скорости машины $\bar{V}_M$ движения машины по полю. Отношение $\frac{\bar{V}_6}{\bar{V}_M} = k$ называется коэффициентом опережения барабана. Необходимо, чтобы всегда было $k > 1,0$.

Для повышения полноты сбора аппаратом, шпиндели смежных барабанов А и Д, а также С и Д, размещают в “шахматном” порядке, когда шпindelь правого барабана в рабочей камере устанавливают по середине шага шпинделей левого барабана (рисунок 1). Траектории движения центра шпинделей при $k > 1,0$ будут иметь петли удлиненной циклоиды 1, а геометрические места поверхности шпинделя образуют эквидистантную кривую 2 этих петель (рисунок 2).

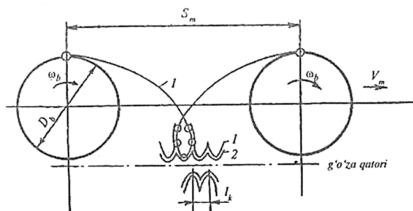


Рисунок 2 – Схема воздействия смежных шпинделей соседних барабанов на куст хлопчатника: 1 – петля траектории центра шпинделя;

2 – эквидистантная кривая поверхности шпинделя относительно петель

При шахматном размещении шпинделей раскрывшаяся коробочка одновременно будет касаться трех шпинделей, вероятность сбора повышается. Если шахматность нарушится, то резко снизится полнота сбора. Быстрому нарушению шахматности способствует серийный механический привод аппарата.

Существующий механический привод уборочного блока машины состоит из раздаточного редуктора, установленного на ВОМ трактора. От этого редуктора вращательное движение через карданный вал передается на конический редуктор уборочного аппарата, на выходном валу которого горизонтально установлена шестерня Z-30, от которой движение получают шестерни 1 и 2 на валах переднего правого барабана А и заднего правого С барабанов (рисунок 3).

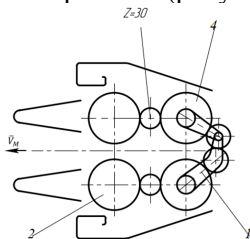


Рисунок 3 – Схема механического привода барабанов аппарата:

- 1 – шестерня на валу барабана А; 2 – шестерня на валу барабана С;
- 3,4, и 5 – паразитные шестерни; 6 – шестерня на валу заднего левого барабана Д;
- 7 – шестерня на валу левого переднего барабана В

Установлено, что передняя пара барабанов А и В собирает почти 80 % урожая хлопка. Задняя пара барабанов С и Д обрабатывает остатки хлопка. Поэтому считается, что они работают в другом, измененном агрофоне. Поэтому задняя пара барабанов собирает меньшую долю остатка хлопка. Все шестерни привода работают не в закрытом редукторе, а в открытом состоянии, где много пыли отчего их зубья быстро изнашиваются. Износ зубьев шестерен суммируется на приводе барабана В. Поэтому шахматное расположение передней пары барабанов А и В быстро нарушается, резко снижается полнота сбора. Для длительного сохранения шахматности обеих пар барабанов нами предложено электрифицировать привод аппарата. Для этого вместо раздаточного редуктора машины устанавливается электрогенератор постоянного тока на 16 кВт. По гибкому кабелю ток передается на уборочный аппарат. На уборочном аппарате для передней пары барабанов А и В устанавливаются электромотор 4 кВт на валу барабана А. На валу барабана А имеется шестерня от которой через промежуточную шестерню вращение передается на шестерню вала В.

Рисунок 4. В итоге число зубчатых зацеплений между барабанами А и В резко сокращается. Шестерни находятся в одном закрытом редукторе, поэтому износ резко уменьшается, шахматность шпинделей барабанов А и В сохраняется на несколько уборочных сезонов. Полнота сбора не понижается. Вторая пара барабанов С и Д имеет такой же привод.

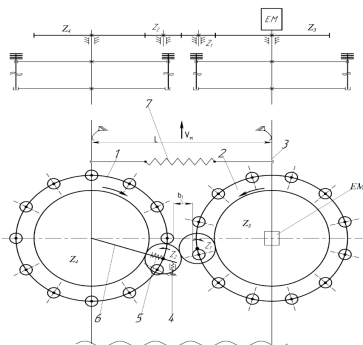


Рисунок 4 – Схема механизма вращения барабаны в паре: 1 – левый барабан; 2 – правый барабан; 3 – неподвижная рама на правой подошве; 4,5 и 7 – пружины; 6 – поворотный рычаг

Было отмечено, что вторая пара барабанов С и Д работают в измененном агрофоне, но сейчас коэффициент опережения второй пары барабанов такой же, что на первой паре А и В. Поэтому полнота сбора остатков хлопка второй парой барабанов очень низок. С учетом этого предлагаем увеличить скорость вращения задней пары на 15–20 %. Предложенный вариант электрификации привода барабанов позволяет изменять скорости барабанов при реальной работе машины на полях, где на некоторых его участках урожай оказывается существенно уменьшенным. При подъезде к таким участкам, на ходу машины, можно увеличить угловую скорость барабанов, повысится полнота сбора.

Заключение

Замена существующего механического привода уборочного блока вертикально-шпиндельной хлопкоуборочной машины на предлагаемый вариант электропривода позволит существенно предотвращать нарушение “шахматного” расположения шпинделей каждой пары барабанов, отчего предотвратится снижение полноты сбора хлопка машиной.

Предлагаемый вариант электрификации привода хлопкоуборочных аппаратов позволит устанавливать для задней пары барабанов, которая обрабатывает остатки хлопка после первой пары барабанов завышенный коэффициент опережения. Это повысит полноту сбора хлопка.

Предлагаемый электрифицированный привод уборочного блока машины позволит менять коэффициенты опережения всех пар барабанов на ходу машины в соответствии изменения урожайности на некоторых участках поля.

Список использованной литературы

1. Сабликов М.В. Хлопкоуборочные машины. – М.: “Агропромиздат”, 1985. – 152 с.
2. Shoumarova M., Abdillaeв T. Qishloq ho‘jalik mashinalari. – T.: “Fan va texnologiya”, 2019, – 474–480 b.
3. Глуценко А.С. Динамика механизмов привода шпинделей уборочных аппаратов хлопкоуборочных машин. – Т.: “Фан”, 1995.
4. Ризаев А.А., Оманов Н. Расчет количества шпинделей на барабанах хлопкоуборочного аппарата, “Проблемы механики”, №2, 2018.
5. Шоумарова М., Абдиллаев Т., Юсупов Ш.А. Привод шпиндельных барабанов вертикально-шпиндельной хлопкоуборочной машины. Регистрационный номер заявки: IAP 20220630.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАБОЧИХ РАСТВОРОВ И СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ С НОВЫМ РАСПЫЛИТЕЛЕМ

С.Н. Мищенко, инженер,

С.В. Белоусов, канд. техн. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет
имени И.Т. Трубилина», г. Краснодар, Российская Федерация*

Аннотация: Работа включает в себя эффективное использование современных распылителей и средств защиты растений в сельском хозяйстве и садоводстве. Рассмотрены критерии выбора оборудования, включая объем бака, тип форсунок и устойчивость к химикатам. Подчеркивается важность техники безопасности для оператора, оптимального времени обработки и калибровки оборудования для равномерного нанесения.

Abstract: The work includes the effective use of modern sprayers and plant protection products in agriculture and horticulture. Special attention is given to the preparation of working solutions, including compatibility of chemicals, mixing order, and filtration. The importance of operator safety, optimal treatment time, and equipment calibration for uniform application is emphasized.

Ключевые слова: рабочие растворы, средства защиты растений, современные распылители, подготовка растворов, техника безопасности.

Keywords: working solutions, plant protection products, modern sprayers, solution preparation, and safety techniques.

В современном сельском хозяйстве и садоводстве передовые технологии распыления играют ключевую роль в оптимизации обработки растений. Они позволяют более экономно и точно применять необходимые препараты. Однако, для достижения максимальной эффективности, важен не только выбор качественных средств защиты, но и грамотный подбор распылителя, правильное приготовление рабочих растворов и строгое соблюдение правил безопасности. Рассмотрим основные моменты, связанные с использованием современного оборудования для распыления.

1. *Выбор распылителя:* современные модели, такие как Gardena Comfort или Marolex Titan, отличаются удобством использования, устойчивостью к агрессивным химическим веществам и возможностью регулировки распыления.

При выборе следует учитывать: объем бака: для небольших садов и огородов подойдут компактные опрыскиватели (5-10 литров), а для обработки больших территорий – модели с баком 16-20 литров; регулировка распыления: наличие форсунок, позволяющих

изменять тип распыления от мелкого "тумана" до направленной «струи», дает возможность адаптироваться к различным культурам и задачам. Например, для обработки листвы лучше использовать мелкодисперсное распыление, а для внесения удобрений под корень – струйное; материалы изготовления: использование химически стойкого пластика или нержавеющей стали значительно продлевает срок службы распылителя; инновации: AI-распылители, такие как SaveFarm, используют камеры и искусственный интеллект для сверхточного нанесения препаратов, что позволяет сократить расход пестицидов до 95%.

2. *Подготовка рабочего раствора*: проверка совместимости: перед смешиванием различных препаратов необходимо убедиться в их физической и химической совместимости. Например, щелочные растворы могут снизить эффективность гербицидов. Для этого рекомендуется провести простой тест: смешать небольшие количества препаратов в прозрачной емкости и наблюдать за реакцией в течение 15-30 минут. Порядок смешивания: бак опрыскивателя сначала заполняют водой примерно на треть, а затем добавляют препараты в строгом соответствии с инструкцией (как правило, сначала сухие, а затем жидкие формы). Фильтрация: использование встроенных фильтров помогает предотвратить засорение форсунок.

3. *Техника безопасности и эффективность*: защита оператора: обязательно используйте средства индивидуальной защиты: респиратор, перчатки и защитную одежду. Не проводите обработку в ветреную погоду, чтобы избежать попадания химикатов на кожу и в дыхательные пути. Оптимальное время обработки: Лучшее время для опрыскивания – утро или вечер, когда температура воздуха не превышает +25°C, а влажность составляет не менее 60%. Это уменьшает испарение капель и повышает эффективность обработки. Калибровка оборудования: важно убедиться в равномерности распыления. Например, для фунгицидов рекомендуется 50-70 капель на квадратный сантиметр, а для гербицидов – 20-30 капель на квадратный сантиметр.

4. *Инновации в распылении*: Технология HVLP (High Volume Low Pressure): обеспечивает распыление при низком давлении и высокой точности, снижая потери раствора до 15%. Особенно эффективна в теплицах и на небольших участках. Электростатические распылители: заряженные капли лучше прилипают к листьям, повышая покрытие на 30–40%. Дроны: автономные системы обрабатывают большие площади, минимизируя человеческий фактор.

Список использованной литературы

1. Вчерашняя, С. Н. Применение жидких комплексных удобрений / С. Н. Вчерашняя, С. В. Белоусов // Теория и практика финансово-хозяйственной деятельности предприятий различных отраслей. Наука и общество: актуальные проблемы и решения : Сборник трудов конференций: III Национальной научно-практической конференции; Национальной научно-практической конференции, Керчь, 10–29 октября 2021 года. – Керчь: ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», 2021. – С. 538–541. – EDN DJXYUJ.

УДК 635.1

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

В.С. Колесник, студент,

Д.Г. Манучарян, аспирант,

С.В. Белоусов, канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ имени И.Т. Трубилина»,

г. Краснодар, Российская Федерация

Аннотация: В статье рассмотрены основные параметры и режимы работы культиваторного рабочего органа. Приведены требования к конструкции и условиям эксплуатации, рассмотрены примеры современных решений и даны рекомендации по выбору параметров для различных типов почвы и условий эксплуатации.

Abstract: The article discusses the main parameters and modes of operation of the cultivator working body. The requirements for the design and operating conditions are given, examples of modern solutions are considered, and recommendations are given on the choice of parameters for various types of soil and operating conditions.

Ключевые слова: культиватор, рабочий орган, параметры, режим работы, обработка почвы.

Keywords: cultivator, working body, parameters, operating mode, tillage.

Эффективность обработки почвы во многом зависит от правильного выбора параметров и режимов работы культиваторных рабочих органов. Современные культиваторы используются для предпосевной и междурядной обработки, уничтожения сорняков, рыхления и выравнивания почвы. Оптимизация параметров позволяет снизить энергозатраты, повысить качество обработки и уменьшить износ техники.

Основные параметры культиваторного рабочего органа:

Тип и форма: Самые распространённые стрельчатые лапы, рыхлительные лапы, пружинные зубья. *Ширина захвата:* обычно 330–400 мм для стрельчатых лап (геометрическая ширина захвата лапы – 0,4 м). – 6–15 см, для междурядной – 4–10 см. *Расстояние между*

органами: 70–90 см, что обеспечивает равномерное рыхление и минимизацию пропусков. *Материал и конструкция*: прочность и износостойкость обеспечиваются использованием легированных сталей и защитных покрытий. *Режимы работы культиваторного рабочего органа*: жёсткое крепление: используется для стабильной глубины, но увеличивает нагрузку на трактор; упругое крепление: позволяет рабочему органу работать в вибрационном режиме, снижая тяговое сопротивление и энергозатраты. *Регулировка глубины*: осуществляется с помощью опорных колёс, изменения положения рамы и навесной системы. *Скорость движения*: оптимальная скорость – 7–12 км/ч. При увеличении скорости возможно ухудшение качества обработки. *Направление обработки*: обычно поперёк предыдущей обработки для равномерного рыхления.

Технологический процесс работы культиватора.

Рабочие органы культиватора при движении по полю заглубляются в почву на заданную глубину, разрушают и крошат верхний слой, подрезают сорняки. Пружинный механизм защищает лапы от столкновения с препятствиями и позволяет им выглубляться и возвращаться обратно. Вибрационное воздействие способствует формированию мелкой фракции почвы, улучшает структуру и способствует сохранению влаги.

Заключение

Современные культиваторы оснащаются секциями с параллелограммным механизмом, что обеспечивает копирование рельефа поля и равномерную обработку. Для разных типов почв и культур рекомендуется использовать регулируемые рабочие органы, что позволяет адаптировать глубину и ширину захвата. На тяжёлых почвах эффективнее работают лапы с увеличенной шириной захвата и усиленной стойкой, на лёгких – пружинные зубья. Оптимальный выбор параметров и режимов работы культиваторного рабочего органа позволяет повысить качество обработки почвы, снизить энергозатраты и повысить ресурс техники. Перспективным направлением является внедрение автоматических систем регулировки рабочих органов в зависимости от свойств почвы и условий работы.

Список использованной литературы

1. Белоусов, С. В. Современные технологии обработки почвы / С. В. Белоусов // Научное обеспечение агропромышленного комплекса, Краснодар, 26–28 ноября 2012 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2012. – С. 3–4. – EDN SWYMFQ.

2. Белоусов, С. В. Инновационный метод междурядной обработки почвы, подкормки пропашных культур и многолетних насаждений / С. В. Белоусов, В. А. Бледнов // Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов : Материалы VI Международной научно-практической конференции, Краснодар, 17–21 июня 2013 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2013. – С. 304-309. – EDN TDIXZB.

3. Belousov, S. V. Explanation of the angle of sharpening of a plough cutting working body / S. V. Belousov, E. A. Saprykin, I. S. Karmazin // E3S Web of Conferences, Sevastopol, 09–13 сентября 2019 года. Vol. 126. – Sevastopol: EDP Sciences, 2019. – P. 00025. – DOI 10.1051/e3sconf/201912600025. – EDN OCJGFB.

4. Совершенствование технологических процессов и технических средств для полеводства / В. Б. Рыков, С. И. Камбулов, Н. В. Шевченко, С. В. Белоусов. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2023. – 262 с. – ISBN 978-5-907668-68-3. – EDN NOEGAG.

УДК 663.6 : 621.385

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА СУШКИ ХМЕЛЯ КОМБИНИРОВАННЫМ СВЧ-КОНВЕКТИВНЫМ СПОСОБОМ

Н.Г. Горячева¹, канд. техн. наук, доцент,

Г.В. Новикова², д-р техн. наук, профессор,

О.В. Михайлова², д-р техн. наук, профессор,

М.В. Просвирякова², д-р техн. наук, доцент

¹ *ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России»,
г. Химки, Российская Федерация*

² *ГБОУ ВО «Нижегородский инженерно-экономический
университет», г. Княгинино, Российская Федерация*

Аннотация: Разработана непрерывно-поточная СВЧ-конвективная хмелесушилка с комбинированными резонаторами, обеспечивающая трёхэтапную сушку свежего хмеля. Использование комбинации микроволновой энергии и конвективного нагрева позволяет эффективно контролировать процессы тепломассообмена, сохраняя технологические свойства продукта и снижая его микробную нагрузку.

Abstract: A continuous-flow microwave-convective hop dryer with combined resonators has been developed, providing a three-stage drying process for fresh hops. The use of a combination of microwave energy and convective heating allows effective control over heat-mass transfer processes, preserving the technological properties of the product while reducing its microbial contamination.

Ключевые слова: СВЧ-конвективная хмелесушилка, непрерывно-поточный процесс, комбинированный резонатор, тороидальный резонатор, обеззараживание, качество хмеля.

Keywords: microwave-convective hop dryer, continuous flow process, combined resonator, toroidal resonator, sterilization, hop quality.

Введение

Сушка свежих растений, включая хмель, имеет решающее значение для сохранения уникальных органических характеристик и полезных биологически активных соединений, влияющих на аромат и полезные свойства продуктов переработки. Современные подходы требуют инновационных решений, устраняющих недостатки традиционных способов тепловой обработки, поскольку они нередко вызывают деградацию структуры и потерю летучих эфирных соединений, способствуя возникновению патогенных бактерий

Комбинированные методы, сочетающие конвективный и СВЧ-нагрев, позволяют интенсифицировать процесс и улучшить качество продукции [1]. Одним из передовых подходов является сочетание традиционной конвекции и микроволновых полей, что значительно ускоряет процедуру обезвоживания и улучшает контроль над потерей важных компонентов растения [1]. Тем не менее, традиционные конструкции оборудования с микроволнами зачастую имеют ограничения по обеспечению однородного распределения энергии внутри объема высушиваемого материала вследствие неоднородности глубины проникновения волн и разницы в толщинах слоев продукта [3].

Основная часть

Традиционные методы сушки, основанные на конвективном нагреве, часто приводят к перегреву продукта, потере ароматических соединений и развитию микрофлоры. В связи с этим актуальной задачей является разработка новых технологий, сочетающих эффективность и щадящий режим обработки. Одним из перспективных направлений является СВЧ-конвективная сушка. Данная технология позволяет интенсифицировать процесс удаления влаги и обеспечить равномерный прогрев продукта.

Настоящее исследование посвящено разработке принципиально нового устройства для непрерывной СВЧ-конвективной сушке хмеля, на основе комбинации нетрадиционных резонаторов и усовершенствованной транспортировке обрабатываемого материала. Установка включает три ключевых элемента: два усеченно-конусообразных резонатора и один кольцевой, образующих единое пространство для прохождения хмеля [2]. Внутри каждого блока реализован механизм транспортировки посредством диэлектрического конвейера, обеспечивающего постоянный контакт материала

с зоной активной сушки. Для оптимизации энергетического ресурса предусмотрен керамический канал под транспортирующей лентой. Направляющий микроволновую энергию непосредственно в слой обрабатываемых материалов. Особенностью конструкции является расположение магнетронов с волноводами вокруг периметра резонаторов, смещенное на 120^0 для достижения оптимального пространственного распределения поля. Такая схема размещения магнетронов вместе с регулируемым подводом подогретого воздуха создает оптимальные условия для контроля температурных и влажностных режимов на всех этапах сушки. Процесс протекает в три стадии.

Первый этап (в усеченном коническом резонаторе): происходит нагрев хмеля до $31\text{--}34^\circ\text{C}$ за счет комбинации СВЧ-энергии и конвективного тепла. На этом этапе удаляется поверхностная влага, что предотвращает ее дальнейшую миграцию внутрь продукта. *Второй этап* (во втором усеченном коническом резонаторе): температура повышается до $37\text{--}46^\circ\text{C}$, что способствует удалению внутренней влаги обусловленное градиенту температуры и давления. *Третий этап* (в тороидальном резонаторе): выравнивание влажности и температуры при $65\text{--}75^\circ\text{C}$, а также его обеззараживание. Особенность этапа – создание высокого электрического поля ($0,6\text{--}1,2$ кВ/см), которое уничтожает микроорганизмы на поверхности и внутри шишек хмеля.

Заключение

Предлагаемая установка представляет собой революционное решение проблемы эффективного и экологически чистого способа подготовки хмеля для дальнейшего производства напитков и лекарственных препаратов. Многоступенчатый подход снижает риск микробиологического загрязнения и сохраняет ценные химические компоненты исходного сырья, делая установку незаменимой для аграриев и предприятий пищевой индустрии.

Список использованной литературы

1. Геворкян В., Кочемасов В. Объемные диэлектрические резонаторы – основные типы, характеристики, производители // Электроника – 2016. – № 4. – С. 62–76.
2. Патент RU 2814187 C1. СВЧ-конвективная хмелесушилка непрерывно-поточного действия с комбинированными резонаторами / Просвирякова М.В., Горячева Н.Г. и др.; заявл. 12.03.2023; опубл. 26.02.2024.
3. Стрекалов А.В., Стрекалов Ю.А. Электромагнитные поля и волны : учеб. пособие – Москва: РИОР; ИНФРА-М, 2014. – 375 с.

УДК 631.353.2

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ НАУЧНОГО ЗАДАНИЯ ПО РАЗРАБОТКЕ ГРАБЛЕЙ-ВАЛКОВАТЕЛЕЙ ГВГ-9,5

Э.В. Дыба¹, канд. техн. наук, доцент,

Л.И. Трофимович¹, ст. научный сотрудник,

А.И. Пунько², канд. техн. наук, доцент

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

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

Аннотация: В статье предложена новая конструктивная схема машины и основные результаты проведенных государственных приемочных испытаний гребенчатых рабочих органов граблей-валкователей ГВГ-9,5.

Abstract: The article examines the advantages and disadvantages of the technical means used for raking (swathing) grass mass, and also presents the relevance of developing belt-type rakes and swathers.

Ключевые слова: кормопроизводство, гребенчатые грабли-валкователи, подборщик, качество травяных кормов.

Keywords: forage production, belt swathers, pick-up, belt conveyor, quality of grass forage.

Введение

При высоких урожаях зеленой массы скашивание в прокос и интенсивное его ворошение позволяет получить травяные корма кондиционной влажности в более короткие сроки. Качество такого корма высокое, в нем максимально сохраняется каротин, протеин, углеводы и другие, питательные и витаминные комплексы, влияющие на его энергетическую ценность. Дальнейшее досушивание и сохранение энергетической ценности травяных кормов во многом зависит от качества их сгребания в валки [1].

Основная часть

Разработана новая конструктивная схема граблей-валкователей гребенчатого типа. Грабли состоят из рамы 1, дышла 2, двух стрел (поворотных) 3, двух секций (с гребенчатыми роторами) 4, двух колес (ходовых) 5, навески 6, двух талрепов 7, кронштейнов 8, гидрооборудования 9, электрооборудования 10, тормозной системы 11 (рисунок 1). Привод рабочих секций граблей-валкователей осуществляется от гидромоторов, расположенных на осях гребенчатых роторов, а насосная станция, расположена на поворотной навеске, приводимый от ВОМ трактора, через карданную передачу.

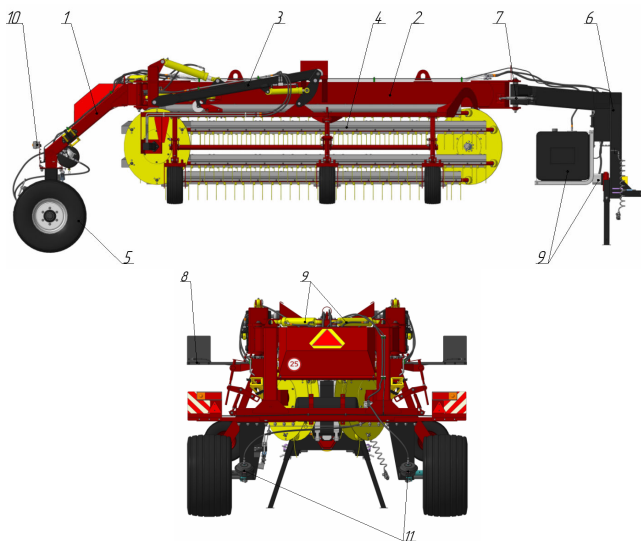


Рисунок – 1 Грабли-валкователи ребенчатые ГВГ-9,5:

- 1 – рама; 2 – дышло; 3 – стрела (поворотная); 4 – секция (с гребенчатым ротором);
 5 – колесо (ходовое); 6 – навеска; 7 – талреп; 8 – кронштейн; 9 – гидрооборудование;
 10 – электрооборудование; 11 – тормозная система

Процесс сгребания (валкообразования) скошенной растительной массы осуществляется следующим образом. При движении граблей по проколу роторы с гребенками правой и левой рабочих секций, вращаясь от привода гидромоторов, под углом к направлению движения подхватывают скошенную массу. Благодаря параллелограммному механизму рабочих секций зубья гребенок, совершая поступательное движение, перемещают подхваченную массу вдоль рабочей зоны, не давая ей при этом соприкоснуться с почвой до тех пор, пока масса не переместится в зону формирования валка. При этом происходит активное вспушивание скошенной массы и отделение от примесей (земли, камней и т.д.), обеспечивая таким образом «чистый» и хорошо продуваемый валок.

За период эксплуатации опытного образца ГВГ-9,5 в ГП «Экспериментальная база «Зазерье» Пуховичского района Минской области отработано суммарно 368 ч (1340 га) на валковании посевов злаковых и бобовых трав, а также травосмесей. Результаты приемочных испытаний изложены в протоколе испытаний ГУ «Белорусская машиноиспытательная станция» от 15.09.2023 № 030-1/3-2023 [2].



Рисунок 2 – Грабли-валкователи гребенчатые ГВГ-9,5 во время государственных приемочных испытаний

Определение эксплуатационно-технологических и функциональных показателей граблей проводилось при рабочей скорости движения агрегата 8,1 км/ч, 10,0 км/ч и 12,5 км/ч (по ТЗ 7,0–12,0 км/ч) в сравнении с колесно-пальцевыми граблями ГРЛ-9,6 аналогичного назначения и ширины захвата с трактором «БЕЛАРУС-82.1» на сгребании проявленной травы урожайностью 17,6...19,2 т/га и влажностью 71,9-78,0 % из прокосов в валки.

В результате функциональной оценки установлено: фактическая ширина захвата граблей ГВГ-9,5 составила 9,6-9,4 м (по ТЗ $9,5 \pm 0,2$ м), а у граблей ГРЛ-9,6 при рабочей скорости движения агрегата 7,2 км/ч, 9,7 км/ч и 12,2 км/ч составляла 8,4 м, 7,8 м и 7,7 м соответственно; линейная плотность валка после сгребания граблями ГВГ-9,5 составила 11,4 кг/м, 11,9 кг/м, 11,8 кг/м (по ТЗ 10,0-12,0 кг/м) соответственно рабочим скоростям, а у граблей ГРЛ-9,6 при рабочей скорости движения агрегата 7,2 км/ч, 9,7 км/ч и 12,2 км/ч составляла 10,5 м, 11,9 м и 11,2 м соответственно; общие потери в процентах к урожаю после сгребания граблями ГВГ-9,5 составили 0,85 %, 1,10 % и 1,22 % (по ТЗ не более 2,00 %) соответственно рабочим скоростям, а у граблей ГРЛ-9,6 при рабочей скорости движения агрегата 7,2 км/ч, 9,7 км/ч и 12,2 км/ч составляла 1,15 %, 1,36 % и 1,64 % соответственно; загрязненность травы почвой после сгребания граблями ГВГ-9,5 отсутствовала (по ТЗ не допускается). Следует отметить, что загрязненность травы почвой после сгребания граблями ГРЛ-9,6 составила 0,3, 0,4 и 0,8 %.

В результате расчета экономических показателей использования граблей ГВГ-9,5 в сравнении с импортным аналогом V-Twin 950 Super фирмы «ELHO» (Финляндия) установлено, что годовая экономия себестоимости механизированных работ составила

25160,40 руб., что на 47,7 % меньше за счет снижения прямых эксплуатационных затрат. Годовой приведенный экономический эффект составил 45857,70 руб. Абсолютные капитальные вложения граблей ГВГ-9,5 окупаются через 3,4 года. Капитализированная стоимость граблей ГВГ-9,5 составила 209952,86 руб.

Заключение

В результате приемочных испытаний граблей несоответствий требованиям ТЗ и действующих ТНПА не выявлено, что подтверждает достоверность проведенных теоретических исследований. Полученные значения показателей сравнительной экономической эффективности использования граблей ГВГ-9,5 соответствуют данным, представленным в ТЗ.

Список использованной литературы

1. Особенности технологий и техническое обеспечение заготовки кормов из трав и силосных культур // Официальный сайт предприятия РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://belagromech.by/news/osobennosti-tehnologij-i-tehnicheskoe-obespechenie-zagotovki-kormov-iz-trav-isilosnyhkul-tur>. – Дата доступа: 11.02.2024.

2 Дыба, Э.В. Анализ полученных результатов экспериментальных 3. Протокол приемочных испытаний граблей-валкователей гребенчатых ГВГ-9,5 №030/-1/3-2023 от 15 сентября 2023 года. Введ. 15.09.2023 / ГУ «Белорусская МИС». Привольный, 2023. 95 с.

УДК: 631.353.2

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ ГРАБЛЕЙ-ВАЛКОВАТЕЛЕЙ ЛЕНТОЧНОГО ТИПА

**Э.В. Дыба¹, канд. техн. наук, доцент,
Л.И. Трофимович¹, ст. научный сотрудник,
В.Б. Ловкис², канд. техн. наук, доцент,
А.И. Пунько², канд. техн. наук, доцент**

¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

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

Аннотация: В статье рассмотрены достоинства и недостатки применяемых технических средств для сгребания (валкования) травяной массы, а также приведена актуальность разработки граблей-валкователей ленточного типа.

Abstract: The article examines the advantages and disadvantages of the technical means used for raking (swathing) grass mass, and also presents the relevance of developing belt-type rakes and swathers.

Ключевые слова: кормопроизводство, ленточные валкователи, подборщик, ленточный транспортер, качество травяных кормов.

Keywords: forage production, belt swathers, pick-up, belt conveyor, quality of grass forage.

Введение

В нашей республике для уборки высокоурожайных трав разработаны и освоены в производстве различные виды машин: ротационные грабли с шириной захвата от 4 до 7 м – ГВР-420, ГВР-630, ГР-700П, ГВЦ-6,6, ГВБ-6,2, колесно-пальцевые грабли ГРЛ-8,5; ГРЛ-9,6 (10,6/11,7), ГК-630 и ГВ-7,2/9,6. Однако они имеют те или иные технологические недостатки, которые приводят к засорению формируемого валка частицами почвы, что снижает качество кормов и приводит к его потерям [1].

Основная часть

Обзор лучших промышленно-освоенных объектов техники показал, что фирмами «Reiter (RT Engineering)» (Австрия), «ROC» (Италия), «POTTINGER» (Австрия), «KUNH» (Франция), «SIP» (Словения) «Oxbo International Corp» (США) и др. разработаны валкователи травяных кормов ленточного типа [2]. Они предназначены для подбора и укладки скошенной массы в один или два валка для последующей уборки пресс-подборщиком или кормоуборочным комбайном (рисунок 1). Принцип действия ленточных валкователей можно сравнить с принципом работы подборщика кормоуборочного комбайна или прицепных косилок с ленточным транспортером. Скошенная масса не стягивается в валок по земле, а без дополнительного соприкосновения с почвой подхватывается и укладывается в него. Корма в меньшей степени подвергаются загрязнению в сравнении с другими технологиями валкования, прежде всего при работе роторными валкообразователями и колесно-пальцевыми граблями [3]. В этом проявляется первое преимущество рассматриваемых машин. Щадящий режим уборки приобретает особое значение при работе на подборе низкоурожайной массы и сведении ее с нескольких прокосов в один валок. В этом контексте ленточные валкователи идеально подходят для работы с люцерной. Благодаря деликатному подбору скошенной массы листья люцерны, богатая белками, останется на стебле и попадет в валок, и соответственно существенно повышается ценность и качество кормов из этой культуры. Также такие машины не повреждают молодые побеги люцерны, когда идет валкование. А это ускоряет срок отрастания нового урожая.

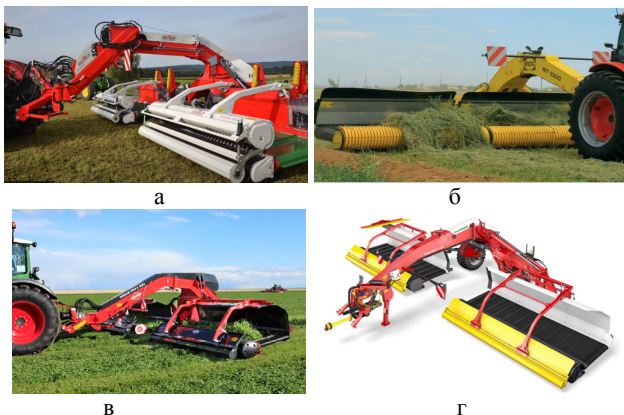


Рисунок 1 – Ленточные валкователи травяных кормов
 а – RESPIRO R 9 PROFi фирмы «Reiter (RT Engineering)» (Австрия), б – RT 1000
 фирмы «ROC» (Италия), в –MERGE MAXX 950 фирмы «KUHN» (Франция),
 г – Mergento VT 9220 фирмы «POTTINGER» (Австрия)

В зависимости от конфигурации поля и урожайности скошенной массы изготовители говорят об увеличении рабочей скорости по сравнению с другими решениями на 2...8 км/ч и достижения максимально возможную – до 20 км/ч [4]. На низких рабочих скоростях ленточные валкователи великолепно справляются с большим количеством скошенной массы. Гидравлический привод подборщика и поперечных ленточных транспортеров позволяет регулировать частоту вращения вала и скорость работы в зависимости от условий уборки. Применение ленточного валкователя позволит также: формировать один большой валок без потери качества каждые 9, 18, 27, 36 и 45 метров, что позволяет существенно экономить топливо и обеспечить необходимую загрузку кормоуборочного комбайна, пресс-подборщика и прицепа-подборщика; осуществлять заготовку кормов в более сжатые сроки, так как производительность ленточного валкователя выше, чем у традиционных граблей-валкователей; обеспечить эффективную заготовку кормов при втором, третьем и последующих укосах, когда объем массы с гектара снижается; получать корма с высоким качеством и снизить ветеринарные расходы, так как животные перестают страдать от желудочной инфекции.

Заключение

Существующие недостатки ротационных и колесно-пальцевых граблей-валкователей привели к изысканию новой конструкции машин, обеспечивающих получение максимально «чистого» корма.

Разработка валкователей ленточного типа и освоение в производстве позволит снизить себестоимости кормов и затрат труда, улучшить их качество при закладке на хранение.

Список использованной литературы

1. Дыба, Э.В. Анализ современных конструкций колесно-пальцевых граблей, применяемых для валкования травяных кормов / Э.В. Дыба, Л.И. Трофимович // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Международной научно-технической конференции РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», посвященной 100-летию со дня рождения М.М. Севернёва. – Минск. – 2021. С. 50–63.

2. Дыба, Э.В. Анализ известных типов граблей-валкователей / Э.В. Дыба, В.В. Микульский, Л.И. Трофимович // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Международной научно-технической конференции РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», посвященной 100-летию со дня рождения М.М. Севернёва. – Минск. – 2021. С. 104–109.

3. Дыба, Э.В. Поиск путей повышения качества травяных кормов / Э.В. Дыба, В.В. Микульский, Т.А. Непарко // Актуальные проблемы устойчивого развития сельских территорий и кадрового обеспечения АПК: материалы Международной научно-практической конференции (Минск, 3-4 июня 2021 года) / редкол.: Н.Н. Романюк [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2021. – С. 408–413.

4. Ленточные валкообразователи // Официальный сайт компании «РОС» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://roc-rus.ru>. – Дата доступа: 2.09.2025.

УДК: 631.353.2

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КАЧЕСТВО ЗАГОТАВЛИВАЕМЫХ ТРАВЯНЫХ КОРМОВ

Э.В. Дыба, канд. техн. наук, доцент,

Л.И. Трофимович, ст. научный сотрудник

РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация: статья посвящена анализу основных факторов, влияющих на качество заготавливаемых травяных кормов.

Abstract: The presented article is devoted to the analysis of the main factors influencing the quality of harvested grass forage.

Ключевые слова: кормопроизводство, грабли-валкователи, сгребание, валкование, травяные корма, загрязнение кормов, качество травяных кормов.

Keywords: forage production, rake-swathers, raking, swathing, grass forage, forage contamination, grass forage quality,

Введение

Важным звеном технологического процесса заготовки травяных кормов является операция сгребания высушенной или провяленной

зеленой массы в валки. Но для получения высококачественных кормов необходимо строгое соблюдение всех факторов, влияющих на конечный результат.

Основная часть

Заготовка кормов – сложный и длительный технологический процесс, на протекание которого влияет большое количество факторов. Основными факторами являются: погодные условия; оптимальные сроки уборки трав; высота скашивания; продолжительность полевой сушки или проявлявания скошенной массы до кондиционной влажности; качество сгребания проявленной травяной массы; степень измельчения закладываемой массы; качество закладываемого сенажа и силоса; быстрое уплотнение травяных кормов до требуемой величины; качественное хранение и выемка с минимальным окислением.

Одним из наиболее существенных факторов, имеющих стохастический характер и неподдающихся управлению, являются погодные условия. При неблагоприятных погодных условиях значительное количество травы портится в прокосах и валках, что приводит к получению низкокачественного корма, созданию условий для развития гнилостных бактерий, а также ведет к ухудшению условий для последующего роста травы и ее уборки.

Оптимальные сроки уборки трав. Кормовые растения следует убирать в оптимальные фазы вегетации [1]: кукурузу – в конце молочной – начале восковой спелости зерна; многолетние бобовые травы – в фазу бутонизации, но не позднее начала цветения; злаковые травы – в конце фазы выхода в трубку до начала колошения (фаза флага-листа); травосмеси многолетних бобовых и злаковых трав – в названные выше фазы вегетации преобладающего компонента; однолетние бобовые и бобово-злаковые травосмеси – в фазе начала цветения бобового компонента, не дожидаясь завязывания в двух-трех нижних ярусах бобов, чтобы избежать полегания культуры и накопления клетчатки. Индикатор уборочной зрелости травы – содержание клетчатки не более 25 % в сухом веществе. Именно он помогает точнее всего определить оптимальный момент скашивания трав.

Своевременная уборка трав первого укоса в течение 10 дней позволяет получить дополнительно не только второй, но и третий укос, за счет которого сбор сухого вещества, обменной энергии, протеина с 1 га увеличивается на 12...16 %, а выход молока и мяса

в расчете на 1 га многолетних трав повышается в 1,3 и 1,5 раза соответственно при снижении затрат и стоимости кормов на единицу продукции на 9 % – 13 %.

Высота скашивания для многолетних трав – 4..7 см (для трав первого года пользования – 8...9 см); для однолетних бобово-злаковых смесей допускается высота среза до 6 см, кукурузы – 35...40 см. При более низком срезе масса загрязняется землей, повреждаются ростовые почки, что приводит к снижению урожая второго и последующих укосов.

Высота среза, выровненность поля плюс способность подвески косилок поддерживать заданную высоту среза, а также применение ленточных валкообразователей обеспечивают снижение загрязнения корма почвой.

Продолжительность полевой сушки или провяливания скошенной массы до кондиционной влажности. Однолетние травы, бобово-злаковые смеси, многолетние травы при урожайности до 150 ц/га скашивают в валки. Плотность массы свежескошенной травы в валке должна быть не более 10...12 кг/м, ширина валка – 1,2...1,25 м. При урожайности многолетних трав более 150 ц/га их скашивают в прокос. В прокосах массу провяливают до 65...70 %, собирают в валки и досушивают до 60 % влажности (оптимальная влажность трав с высоким качеством корма) [2].

Ворошение проводят через 1,5...2,0 ч после скашивания при высоком урожае (более 200 ц/га). При попадании скошенной массы под дождь прокосы ворошат, валки оборачивают.

Качество сгребания провяленной травяной массы. Сохранение энергетической ценности сена или сенажа во многом зависит от качества их сгребания в валки. Ротационные и колесно-пальцевые грабли-валкователи имеют существенный технологический недостаток – волочение травяной массы по поверхности поля, что увеличивает вероятность увлечения за собой камней и других инородных тел в валок. Кроме того, высокая окружная скорость зубьев граблин (10-15 м/с) и постоянный их контакт с поверхностью почвы приводит к засорению формируемого валка землей и пылью (особенно при работе валкователя на сложном рельефе), а также высоким потерям листьев и соцветий, особенно при многоукосной системе заготовке кормов.

Степень измельчения закладываемой массы. Для кукурузного силоса оптимальная степень измельчения 4...10 мм, для силоса из злаковых и злаково-бобовых смесей – 20...40 мм, сенажа люцерны – 30...50 мм, зернового сенажа – 5...15 мм [3].

Качество закладываемого сенажа и силоса. Оно зависит от ряда других факторов, в первую очередь от процента содержания сухого вещества. Высокая влажность сырья повышает буферную ёмкость, что мешает быстрому закислению массы. Из валков испарение влаги из 1 т зеленой массы составляет около 20 л/ч, а из расстеленной массы – 100 л/ч. Кроме того, высокое содержание протеина также повышает буферную ёмкость закладываемой массы [2].

Быстрое уплотнение травяных кормов до требуемой величины. Для получения корма высокого качества необходимо быстрое заполнение хранилища и уплотнение массы. Плотность укладки сенажной массы: 500-600 кг/м³ при влажности 50...60 %, 450–500 кг/м³, а при влажности 40...50 %. Плотность укладки силосной массы должна составлять 600...650 кг/м³ (при влажности 60...65 %) и 650...800 кг/м³ (при влажности 65...70 %).

Плохо уплотненная сенажная масса сильно разогревается. Повышение температуры на каждые 5° С сверх нормативной (37 ° С) снижает переваримость протеина на 9 % [2].

Качественное хранение и выемка с минимальным окислением. Практика показывает, что из-за ошибок при вскрытии траншеи можно существенно снизить качество корма. Корм на открытой площади соприкасается с воздухом, а, следовательно, окисляется. Положение существенно усугубляется, если выемка корма производится неправильно. Например, при выемке массы из траншеи ковшем происходит разрыхление большого количества корма. Все эти и подобные нарушения существенно снижают качество корма на кормовом столе.

Заключение

Для снижения потерь и повышение качества основных видов заготавливаемых травяных необходима разработка новых граблей-валкователей, принцип работы которых основан на минимальном контакте сгребующих пальцев с поверхностью поля.

Список использованных источников

1. Современные технологии заготовки кормов: рекомендации / С. И. Станкевич, С. И. Холдеев. – Горки: БГСХА, 2016. – 29 с.
2. Технологический регламент, техническое обеспечение и технологические карты выращивания и заготовки кормов из трав: Регламент // Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Мн.: 2011. – 74 с.
3. Технологии кормозаготовки // Агропромышленная газета юга России [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <https://www.agropromyug.com/kormlenie/1039-zavisimost-produktivnosti-krs-ot-kachestva-objomistykh-kormov>. – Дата доступа: 06.09.2025.

Секция 2 «МОБИЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ»

УДК 629.36.017

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ХОДОВЫХ СИСТЕМ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ «БЕЛАРУС»

Г.И. Гедроить, канд. техн. наук, доцент,

С.В. Занемонский, ст. преподаватель,

Т.А. Варфоломеева, ст. преподаватель,

Н.В. Павлючук, канд. биол. наук

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

Аннотация: В статье дан обзор современных технических решений, направленных на совершенствование ходовых систем колесных тракторов «БЕЛАРУС».

Abstract: The article provides an overview of modern technical solutions aimed at improving the running gear of BELARUS wheeled tractors.

Ключевые слова: трактор, колесо, сдвигание, шина, протектор.

Keywords: tractor, wheel, doubling, tire, tread.

Введение

Для работы в полевых условиях шины должны обеспечить трактору высокую проходимость, максимальные тягово-сцепные качества, хорошую очищаемость протектора, допустимое буксование и давление на почву, малую глубину следа. При создании сельскохозяйственных шин особое внимание должно быть уделено таким важным показателям как тип, рисунок и глубина протектора, количество и угол наклона грунтозацепов [1].

Основная часть

Исследования показывают, что применение на тяжелых сельскохозяйственных машинах в агрегате с тракторами тяговых классов 3 и 5 шин с давлением воздуха около 200 кПа вместо шин с давлением воздуха 370 кПа способствует улучшению показателей воздействия ходовых систем на почву, но не решает проблему переуплотнения дерново-подзолистых почв [2]. Широко распространенным способом улучшения проходимости тракторов является сдвигание или страивание колес. Это дает положительный эффект для повышения тягово-сцепных свойств из-за увеличения сцепного веса трактора, снижения давления на почву, уменьшения колееобразования. ОАО «МТЗ» предлагает установку сдвоенных колес на тракторы тягового класса 1,4 и выше [3]. При сдвигании задних

колес тракторов «БЕЛАРУС» ограничивается скорость (20 км/ч), суммарная грузоподъемность сдвоенных шин не должна превышать грузоподъемность одинарной шины более, чем в 1,7 раза, давление в шинах наружных колес должно быть ниже в 1,2–1,25 раза чем во внутренних и не должно быть меньше допустимого для одинарных шин [4]. Сдваивание передних колес допускается в исключительных случаях во избежание выхода из строя узлов переднего моста, рулевого управления. Скорость трактора не должна превышать 10–12 км/ч. Поэтому преимущественно используют только сдваивание задних колес.

Получил распространение способ жесткого сдваивания колес (таблица 1) [4]. Сдваивание колес позволяет уменьшить давление на почву, однако приводит к увеличению радиусов поворота, а следовательно, к расширению поворотных колес. Кроме того, увеличиваются нагрузки на отдельные узлы трансмиссии, возникают дополнительные паразитные потери мощности, ограничивается движение тракторов по дорогам [2]. Сдваивание колес может приводить к увеличению уровня воздействия на подпахотные слои почвы. Это можно объяснить ростом опорной площади из-за увеличения количества шин и наличия расстояния между сдваиваемыми колесами.

Таблица 1. Способы сдваивания колес тракторов

Мягкие	
«З» Зацепы	«К» Крюки
Конструкция системы «проставка»	
	
Жесткие	
«М» Муфта	«Б» Барабан
Разъемная конструкция	Разъемные, полуразъемная конструкция
	

Таблица 2. Протекторы широкопрофильных шин повышенной проходимости (high flotation)

Индекс по TRA	Внешний вид шины	Протектор	Условия эксплуатации
HF-1		«Блочный» или грунтозацепы (размер протектора сопоставим с шинами R-3)	Грунтовая дорога, почва с ровным рельефом. Песок, грунт. Лес, болото
HF-2		Грунтозацепы (размер протектора сопоставим с шинами R-1)	Грунтовая дорога. Почва, грунт. Лес, болото
HF-3		Грунтозацепы (размер протектора сопоставим с шинами R-1W)	Почва, грунт. Лес, болото
HF-4		Грунтозацепы (размер протектора сопоставим с шинами R-2)	Почва, грунт. Лес, болото

Кроме того, эффективность от сдвигания колес уменьшается из-за ограничения производителями допустимого снижения давления воздуха в шинах таких колес.

За последние десятилетия произошло повышение мощности и средней массы мобильной сельскохозяйственной техники, для которой разработаны широкопрофильные шины с протектором повышенной проходимости (high flotation) (таблица 2), позволяющие снизить давление на почву.

Заключение

Совершенствование движителей тракторов направлено на обеспечение допустимого уровня воздействия на почву, уменьшение буксования, развитие максимального тягового усилия и достигается за счет применения шин низкого давления, широкопрофильных шин повышенной проходимости, сдвигания и страивания колес.

Список использованной литературы

1. Развитие конструкций протекторов шин / Г. И. Гедроить [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства : межведомственный тематический сборник. – Минск : Беларуская навука, 2025. – Вып. 58. – С. 280–285.
2. Гедроить, Г. И. Применения шин низкого давления на тракторах / Г. И. Гедроить, С. В. Занемонский, В. С. Леванюк // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 24–25 ноября 2022 г. – Минск : БГАТУ, 2022. – С. 263–266.
3. ОАО «МТЗ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://belarus-tractor.com>– Дата доступа: 11.06.2025.

4. Гедроить, Г. И. Совершенствование конструкции устройств для сдвигания колес энергонасыщенных тракторов / Г. И. Гедроить, Т. А. Варфоломеева, С. В. Занемонский // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2023. – № 2 (79). – С. 14–21.

УДК 629.3.027

ПОТЕРИ МОЩНОСТИ ПРИ ЖЕСТКОМ СОЕДИНЕНИИ СДВОЕННЫХ КОЛЕС ТРАКТОРА

Г.И. Гедроить, канд. техн. наук, доцент,

С.В. Занемонский, ст. преподаватель,

Т.А. Варфоломеева, ст. преподаватель,

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

Аннотация: В статье дана оценка дополнительных потерь мощности на тангенциальную деформацию наружных шин при жестком соединении сдвоенных колес трактора.

Abstract: The article provides an assessment of additional power losses due to tangential deformation of the outer tires with a rigid connection of dual tractor wheels.

Ключевые слова: трактор, колесо, деформация шин, потери мощности.

Keywords: tractor, wheel, tire deformation, power loss.

Введение

Недостатком способа поворота, реализованного на тракторах «БЕЛАРУС», является трудность получения малого радиуса поворота, сложность привода рулевого управления, особенно при использовании колес большого размера [1].

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 [2].

Основная часть

При жестком соединении сдвоенных колес угловые скорости вращения полуосей (бортов) определяются по зависимостям [3]:

– левой

$$\omega_{\text{л}} = \frac{V_{\text{ср}} \cdot \left(1 - \frac{tg\theta}{L} \cdot \left(\frac{l_1 + l_2}{2} \right) \right)}{r_{\text{к}} \cdot (1 - \delta)} \quad (1)$$

– правой

$$\omega_{\text{п}} = \frac{V_{\text{ср}} \cdot \left(1 + \frac{tg\theta}{L} \cdot \left(\frac{l_3 + l_4}{2} \right) \right)}{r_{\text{к}}} \quad (2)$$

где θ – угол поворота управляемых колес, град.; L – колесная база трактора, м; $l_1 \dots l_4$ – координаты установки ведущих колес относительно продольной оси трактора, м.

Формулы для оценки дополнительных потерь мощности на тангенциальную деформацию наружных шин при жестком соединении сдвоенных колес [3]:

$$N_{\text{сп}} = \frac{F_{\kappa}^2}{\lambda_{\tau}} \cdot \frac{V_{\text{сп}} \cdot \left(1 - \frac{\text{tg} \theta}{L} \cdot \left(\frac{l_1 + l_2}{2} \right) \right)}{r_{\kappa}}, \quad (3)$$

$$N_{\text{сп}} = \frac{F_{\kappa}^2}{\lambda_{\tau}} \cdot \frac{V_{\text{сп}} \cdot \left(1 + \frac{\text{tg} \theta}{L} \cdot \left(\frac{l_3 + l_4}{2} \right) \right)}{r_{\kappa}}, \quad (4)$$

Исследуемые потери мощности зависят от величины реализуемой касательной силы тяги и тангенциальной жесткости колеса и не зависят от величины буксования. Расчетные значения потерь мощности по формулам (3) и (4) при работе трактора «БЕЛАРУС-3022ДЦ», оборудованного сдвоенными задними шинами 620/70R42, в агрегате с плугом на стерне колосовых ($f=0,09$; $\varphi=0,7$) при различных углах поворота θ , представлены на рисунке [3]. Скорость движения – 2,5 м/с.

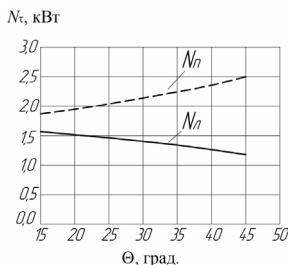


Рисунок – Изменение потерь мощности в шинах жестко соединенных сдвоенных колес от угла поворота управляемых колес

Видно, что в шинах левого (внутреннего) борта дополнительные потери мощности составляют 1,6–1,2 кВт, в шинах правого борта 1,9–2,5 кВт. Суммарные дополнительные потери мощности на повороте при жестком соединении колес составляют 3,4–3,7 кВт.

Потери мощности в шинах левого борта снижаются при увеличении угла поворота, что объясняется снижением угловой скорости вращения полуоси. Увеличение относительной угловой скорости правого борта приводит к увеличению потерь мощности с увеличением угла поворота.

Заклучение

На поворотах при обработке почвы орудие выглубляется, тяговое сопротивление падает, вследствие чего нет потребности в высокой силе тяги. Поэтому возможно отключение внешних колес. Это снизит рассмотренные потери мощности, улучшит другие показатели. Свободное качение внешних колес уменьшит их разрушительное воздействие на почву, повысит тяговый КПД.

Дополнительные потери мощности на повороте трактора с жестко соединенными сдвоенными колесами могут возникать и при прямолинейном движении из-за разных почвенных условий под шинами, малых углах поворотах управляемых колес. Однако они не носят системный характер.

Список использованной литературы

1. Варфоломеева, Т. А. Дополнительный поворачивающий момент колесного трактора 4х4 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.

2. Варфоломеева, Т. А. Поворачиваемость колесного трактора со сдвоенными задними колесами / Т. А. Варфоломеева, С. В. Занемонский, А. А. Блохин // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 23–24 ноября 2023 г. – Минск : БГАТУ, 2023. – С. 190–193.

3. Гедроить, Г. И. Совершенствование конструкции устройств для сдвигания колес энергонасыщенных тракторов / Г. И. Гедроить, Т. А. Варфоломеева, С. В. Занемонский // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2023. – № 2 (79). – С. 14–21.

УДК 629.359

ПРЫМЯНЕННЕ ЗМЕННЫХ КУЗАВАЎ НА ТРАКТАРНЫХ ПРЫЧЭПАХ

Г.І. Гедроіць¹, канд. тэхн. навук, дацэнт,

С.У. Занямонскі¹, ст. выкладчык,

Р.В. Паграбіцкі¹, студэнт,

А.В. Бабрышоў², канд. тэхн. навук, дацэнт

¹УА «Беларускі дзяржаўны аграрны тэхнічны ўніверсітэт»,

г. Мінск, Рэспубліка Беларусь

²ФДБАУ ВА «Стаўрапальскі дзяржаўны аграрны ўніверсітэт»,

г. Стаўрапаль, Расійская Федэрацыя

Анатацыя: у артыкуле аналізуецца прымяненне розных сістэм зменных кузаваў на сельскагаспадарчых трактарных прычэпах.

Abstract: the article provides an analysis of the application of various systems of interchangeable bodies on agricultural tractor trailers.

Ключавыя словы: транспарціроўка, прычэп, кузаў, мультыліфт.

Keywords: transportation, trailer, body, multilift.

Уводзіны

Асаблівасцю сельскагаспадарчых перавозак з'яўляецца шырокая наменклатура грузаў і зменлівасць іх уласцівасцяў у залежнасці ад вільготнасці, тэмпературы і працягласці транспарціроўкі, сезоннасць (большасць грузаў перавозяць у перыяд уборкі ўраджаю), шматразовасць, выкарыстанне транспартна-тэхналагічных машын, якія акрамя транспарціроўкі грузаў выконваюць тэхналагічныя аперацыі (унясенне мінеральных і арганічных угнаенняў, транспарціроўка і раздача кармоў) [1].

Асноўная частка

Атрымлівае развіццё перспектыўная транспартная сістэма, якая складаецца ў шырокім выкарыстанні сістэм змены кузаваў (кантэйнераў, цыстэрнаў). Кузавы ўстанаўліваюць на базавых паўпрычэпных шасі, што значна павышае эфектыўнасць выкарыстання базавага шасі і цягача. У прычэпах Fliegl (Германія) гэта сістэма рэалізавана дзякуючы прымяненню крукавага пад'ёмніка (мультыліфта) (малюнак 1) [2].



a



б



в

Малюнак 1 – Платформа з крукавым пад'ёмнікам Fliegl HKL 22 і сістэмай зменных кузаваў: *a* – цыстэрнай; *б* – двухстворкавым самазвальным кузавам; *в* – ёмістасцю для фуражу

Канцэпцыя модульнай сістэмы Joskin Cargo (Бельгія) прапануе адно і тое ж шасі для розных кузаваў (кантэйнераў, цыстэрнаў) з магчымасцю хуткай замены кузаваў з дапамогай сістэмы Twist-Lock (паваротны замок) (малюнак 2) [3].



Малюнак 2 – Уніфікаванае шасі JOSKIN з сістэмай хуткай змены кузаваў

Шматфункцыянальныя транспартныя сродкі JOSKIN Drakkar і Drakkar-Cargo2 адносяцца да ўніверсальных прычэпаў для перавозак самых розных відаў грузаў: сямі, збожжа, буракі, бульба і г.д. Дзякуючы хуткай сістэме выгрузкі пры дапамозе герметычнага транспарцёра, злучанага з мабільнай пярэдняй сценкай, гэты прычэп не сціскае прадукт, які перавозіцца.

Поруч з сістэмай хуткай змены кузаваў на шасі Twist Lock, усё абсталяванне Cargo2 укамплектавана гідраўлічнымі злучальнікамі «push-pul». Кожнае абсталяванне мае кантрольны тэрмінал, які лёгка падключаецца да тэрмінала шасі, ужо ўсталяванага ў кабіне трактара.

РУП «НПЦ НАН Беларусі па механізацыі сельскай гаспадаркі» распрацоўвае новае пакаленне транспартных і транспартна-тэхналагічных сістэм. Уніфікаванае шасі ў зборы з тэхналагічным абсталяваннем функцыянуе і прымяняецца па прызначэнні як звычайны самазвальны трактарны паўпрычэп [4]. У якасці ўніфікаванага вузла вылучана шасі, на якое можа быць устаноўлена сем розных тыпаў адмысловага зменнага тэхналагічнага абсталявання (малюнак 3).



Малюнак 3 – Перспектыўнае ўніфікаванае шасі ПТ-15С са зменным кузавам

Заклучэнне

Сістэма зменных кузаваў для трактарных прычэпаў з'яўляецца рашэннем, накіраваным на павышэнне эфектыўнасці грузаперавозак у сельскай гаспадарцы, будаўніцтве і іншых галінах. Выкарыстанне сістэмы зменных кузаваў дазваляе хутка адаптаваць прычэп пад розныя тыпы грузаў (збожжа, зялёная маса, сянаж, цвёрдыя і вадкія мінеральныя ўгнаенні) без неабходнасці замены ўсяго транспартнага сродку, змяншаюцца прастоі, бо замена кузава займае менш часу, чым пераабсталяванне ці чаканне спецыялізаванага прычэпа. Для сельскай гаспадаркі сістэма зменных кузаваў асабліва актуальна з прычыны зніжэння нагрузкі на глебу і магчымасці хуткай адаптацыі пад сезонныя грузы.

Спіс выкарыстанай літаратуры

1. Гедроить, Г.И. Объемы работ и условия эксплуатации транспортных средств / Г.И. Гедроить, С.В. Занемонский // Агропанорама. – 2021. – № 3. – С. 2–7.
2. Гедроить, Г.И. Совершенствование ходовых систем транспортно-технологических сельскохозяйственных машин / Г.И. Гедроить, С.В. Занемонский, А.В. Бобрышов, С.И. Осирко // Агропанорама. – 2020, № 2. – С. 6–9.
3. Fliegl Agrartechnik [Электронны рэсурс]. – Рэжым доступу: [https:// fliegl-agrartechnik.de](https://fliegl-agrartechnik.de) – Дата доступу: 10.06.2025.
4. Joskin [Электронны рэсурс]. – Рэжым доступу: [https:// joskin.com](https://joskin.com) – Дата доступу: 11.06.2025.
5. ННЦ НАН Беларусі па механізацыі сельскай гаспадаркі [Электронны рэсурс]. – Рэжым доступу: [https:// belagromech.by](https://belagromech.by) – Дата доступу: 12.06.2025.

УДК 621.43.065.004

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ТРАКТОРНЫХ ГЛУШИТЕЛЕЙ

**А.Ф. Безручко, канд. техн. наук, доцент,
Ю.Д. Карпиевич, д-р техн. наук, профессор,
И.И. Бондаренко, канд. техн. наук, доцент**

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

Аннотация: В статье предложена методика оценки технического уровня глушителей шума выпуска с учетом специфических требований, предъявляемых к сельскохозяйственным тракторам.

Abstract: The article proposes a methodology for assessing the technical level of exhaust noise mufflers, taking into account the specific requirements imposed on agricultural tractors.

Ключевые слова: шум, глушитель, трактор, сельскохозяйственный.

Keywords: noise, muffler, tractor, agricultural.

Введение

При разработке конструкции глушителей шума процесса выпуска двигателей внутреннего сгорания возникает задача оценить его технический уровень. Это особенно актуально для сельскохозяйственных тракторов. Спектра требований к ним более широкий ввиду особенностей их компоновки на тракторе и специфики эксплуатации.

Основная часть

При разработке и оптимизации конструкций тракторных глушителей шума возникает задача оценить в комплексе технический уровень конкретной конструкции в сравнении с достигнутым ранее уровнем, в том числе на машинах, двигатели которых отличаются по рабочему объему и мощности. В таких случаях основные технические характеристики – величина заглушения, гидравлическое сопротивление, объем, масса и др. – чаще всего оказываются несопоставимыми.

Для оценки технического уровня и оптимизации конструкции глушителя предложен следующий комплекс относительных и удельных оценочных параметров:

относительный объем глушителя

$$V_{\text{отн}} = V_{\text{гл}} / V_{\text{дв}},$$

где $V_{\text{гл}}$ и $V_{\text{дв}}$ объем глушителя и рабочий объем двигателя;

удельное заглушение на единицу относительного объема

$$\Delta L_{A(V)} = \Delta L_A / V_{\text{отн}},$$

где ΔL_A абсолютное заглушение, дБА;

относительное гидравлическое сопротивление

$$H_{\text{отн}} = H_{\text{гл}} / H_{\text{тр}},$$

где $H_{\text{гл}}$ и $H_{\text{тр}}$ гидравлическое сопротивление системы с глушителем и эквивалентной по диаметру и длине прямо трубы;

удельное заглушение на единицу относительного сопротивления

$$\Delta L_{A(H)} = \Delta L_A / H_{\text{отн}},$$

относительный теплообмен

$$T_{\text{отн}} = T_{\text{вх}} / T_{\text{вых}},$$

где $T_{\text{вх}}$ и $T_{\text{вых}}$ температура выхлопных газов на входе глушителя и выходе из него.

Относительный объем глушителя характеризует возможность достигнуть требуемой обзорности и применения некоторых навесных сельскохозяйственных орудий (например, фронтального ковша). Удельное заглушение на единицу объема характеризует ис-

пользование объёма для достижение требуемого снижения шума, т.е. правильность выбора шумоглушащих компонентов.

Относительное гидравлическое сопротивление соответствующее удельное заглушение позволяют в первом случае оценить влияние глушителя на потери мощности и ухудшение топливной экономичности двигателя, во втором – степень использования сопротивления на подавление шума выпуска. Аналогичный смысл имеет оценка конструкции глушителя по относительному теплообмену.

Заключение

Комплекс представленных оценочных параметров технического уровня может быть использован при разработке и оптимизации конструкции глушителей, определения перспективных путей её совершенствования.

Список использованной литературы

1. Разумовский М.А., Безручко А.Ф. К выбору параметров глушителей шума выпуска тракторных дизелей //Тракторы и сельхозмашины. – 1986. – №4.
2. Безручко А.Ф. Улучшение характеристик глушителей шума сельскохозяйственных тракторов. – диссертационная работа на соискание степени канд. техн. наук – Минск, 1988 – 113с.

УДК 629.113-592.004.58

ОБЪЕМ ИЗРАСХОДОВАННОГО ДВИГАТЕЛЕМ ТОПЛИВА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ СТЕПЕНИ ВЫРАБОТКИ РЕСУРСА МОТОРНОГО МАСЛА

Ю.Д. Карпиевич, д-р техн. наук, профессор,

В.В. Михалков, ст. преподаватель

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

Аннотация: В статье рассмотрен расчет степени выработки ресурса моторного масла в поршневых двигателях внутреннего сгорания.

Abstract: The article discusses the calculation of the degree of exhaustion of the resource of motor oil in piston internal combustion engines.

Ключевые слова: моторное масло, двигатель внутреннего сгорания, ресурс, продукты износа.

Keywords: motor oil, internal combustion engine, resource, wear products.

Введение

Моторное масло способно надежно и длительно выполнять заданные функции только при соответствии его свойств тем термическим, механическим и химическим воздействиям, которым масло

подвергается в двигателе. На интенсивность процесса загрязнения масла влияют, прежде всего, вид и свойства топлива, качество моторного масла, тип, конструкция, техническое состояние, режим работы и условия эксплуатации двигателя и другие факторы.

Срок службы моторных масел до замены определяется не только пробегом автомобиля или наработкой трактора, но и временем, в течение которого совершена эта работа [1].

Основная часть

Основное назначение моторных масел – снижение износа трущихся деталей и уменьшение затрат энергии на преодоление трения. Кроме того, моторные масла выполняют и другие функции: отводят теплоту от нагреваемых поверхностей, предохраняют их от коррозии, очищают поверхности деталей от продуктов износа и механических примесей, герметизируют некоторые узлы трения, уменьшают шум при работе двигателя.

При эксплуатации масло подвергается количественным и качественным изменениям. Количественные изменения происходят при испарении легких масляных фракций, сгорании масла (так называемый угар масла). Качественные изменения обусловлены старением масла и химическими превращениями его компонентов, попаданием в масло продуктов изнашивания деталей и несгоревшего топлива. Образование в масле загрязняющих примесей может приостановиться в результате долива свежего масла, выпадения загрязняющих частиц в осадок, удержания их фильтрами.

Качество масел ухудшается в результате накопления в них продуктов неполного сгорания топлива, что обусловлено техническим состоянием двигателя. Это приводит к снижению вязкости, ухудшению смазывающей способности, нарушениям режима жидкого трения. На изменение свойств масел существенное влияние оказывает температурный режим и техническое состояние двигателя.

Рассмотрим новый метод бортового мониторинга степени выработки ресурса моторного масла. Структурная схема системы бортового мониторинга степени выработки ресурса моторного масла представлена на рисунок 1.

Предлагаемый метод бортового мониторинга степени выработки ресурса моторного масла отличается от традиционного, основанного на моточасах работы двигателя.



Рисунок 1 – Структурная схема системы бортового мониторинга степени выработки ресурса моторного масла

Степень выработки ресурса моторного масла определяется по следующей формуле:

$$\Delta = \frac{\sum_{p=1}^n V_p}{V_0} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где V – объем израсходованного топлива за цикл «запуск – работа – остановка двигателя»; $p = 1, 2, \dots, n$; n – количество циклов; V_0 – объем израсходованного топлива, соответствующей предельной выработке ресурса моторного масла.

Объем израсходованного топлива, соответствующий предельной выработке ресурса моторного масла, можно рассчитать по формуле:

$$V_0 = \frac{G_t \cdot t}{\rho}, \quad (2)$$

где G_t – часовой расход топлива; t – периодичность замены масла в моточасах работы двигателя, установленная заводом – изготовителем; ρ – плотность топлива.

Часовой расход топлива определяется по формуле:

$$G_t = \frac{g_e \cdot N_e}{10^3}, \quad (3)$$

где g_e – удельный эффективный расход топлива; N_e – эффективная мощность.

Величина удельного эффективного расхода топлива и эффективная мощность оговаривается в техническом паспорте двигателя. Из (1) видно, что степень выработки ресурса моторного масла можно определить после каждой остановки двигателя.

Заключение

Использование объема израсходованного топлива двигателем при определении степени выработки ресурса моторного масла предоставит возможность оперативно, в любой период эксплуатации машин, рассчитать остаточный ресурс моторного масла, а также прогнозировать время его замены.

Список использованной литературы

1. Опанович, В.А. Технология диагностирования машин / В.А. Опанович, Ю.Д. Карпиевич // Наука и техника. 2012. №2. С. 45–52.

УДК 629.113-592.004.58

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТА БЛОКИРОВКИ СИММЕТРИЧНОГО МЕЖКОЛЕСНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛА АВТОМОБИЛЯ

Ю.Д. Карпиевич, д-р техн. наук, профессор,

А.Ф. Безручко, канд. техн. наук, доцент,

В.В. Михалков, ст. преподаватель

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

Аннотация: В статье рассмотрены особенности расчета коэффициента блокировки симметричного межколесного дифференциала грузового автомобиля.

Abstract: The article examines the features of the calculated locking coefficient of a symmetrical interwheel differential of a truck.

Ключевые слова: дифференциал, ведущий мост, грузовой автомобиль, блокировка.

Keywords: differential, drive axle, truck, lock.

Введение

Одной из основных задач, стоящих перед автомобилестроителями, является повышение технического уровня, надежности и конкурентоспособности выпускаемой техники. Один из путей решения этой проблемы – разработка методов расчета коэффициента блокировки симметричного межколесного дифференциала ведущего моста грузового автомобиля.

Основная часть

Дифференциал – механизм трансмиссии автомобиля, распределяющий подводимый к нему крутящий момент между выходными валами и обеспечивающий их вращение с разными угловыми скоростями [1]. Проанализируем некоторые особенности расчета коэффициента блокировки симметричного межколесного шестерен-

чатого конического дифференциала, представляющего собой трехзвенный планетарный механизм и поведение ведущего моста в различных возможных эксплуатационных условиях.

Рассмотрим ведущий мост с симметричным дифференциалом (рисунок 1).

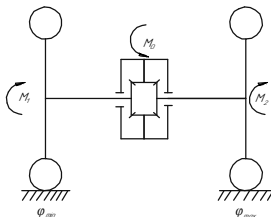


Рисунок 1 – Расчетная схема ведущего моста с симметричным дифференциалом

Дифференциал должен удовлетворять следующим требованиям: распределять в заданном соотношении моменты, подводимые к корпусу дифференциала. Для повышения проходимости автомобиля распределение ведущих моментов по отдельным колесам должно осуществляться пропорционально их сцепному весу; одновременно с подводом момента обеспечивать различное число оборотов ведущих колес при повороте, движении автомобиля по неровной дороге и в других случаях.

У многих грузовых автомобилей и автомобилей высокой проходимости сила тяги на колесах по двигателю обеспечивает устойчивое движение автомобиля по наиболее плохим дорогам и поэтому предельные тяговые свойства определяются сцеплением ведущих колес с опорной поверхностью. В зависимости от наличия и типа дифференциала в трансмиссии автомобиля предельная сила тяги по сцеплению существенно меняется.

Если обозначить через M_0 момент, приложенный к корпусу межколесного дифференциала, то величина моментов на забегающий M_1 и отстающий M_2 полуосях будет:

$$M_1 = \frac{M_0}{2} - \frac{M_{\tau}}{2} \quad (1)$$

$$M_2 = \frac{M_0}{2} + \frac{M_{\tau}}{2} \quad (2)$$

где M_{τ} – момент трения в дифференциале.

Если момент трения в дифференциале $M_t = M_0$, то дифференциал будет полностью заблокирован.

Коэффициент блокировки дифференциала K_6 подсчитывается по формуле

$$K_6 = \frac{M_2 - M_1}{M_2 + M_1} = \frac{M_t}{M_0} \quad (3)$$

При отсутствии потерь на трение в механизме дифференциала $M_t = 0$. Тогда $K_6 = 0$. В этом случае предельная сила тяги автомобиля по сцеплению без буксования одного из колес может быть достигнута лишь при одинаковых величинах φ под всеми ведущими колесами. При полностью заблокированном дифференциале $M_t = M_0$ и коэффициент блокировки дифференциала $K_6 = 1$. Однако для того, чтобы использовать полностью силу сцепления ведущих колес с опорной поверхностью даже при весьма значительной разнице в коэффициентах сцепления шин под отдельными колесами, нет необходимости иметь полностью заблокированный дифференциал с $K_6 = 1$. Максимальные величины коэффициента блокировки могут быть найдены из формулы (3), если подставить в нее значения M_2 и M_1 для практически максимально возможной разницы в коэффициентах φ . При $\varphi_{max} = 0,8$ и $\varphi_{min} = 0,1$ $M_2 = 0,5Z \varphi_{max} r_k$; $M_1 = 0,5Z \varphi_{min} r_k$, тогда коэффициент блокировки для автомобиля с колесной формулой 4×2 (нагрузка на правое и левое ведущие колеса одинаковы) будет

$$K_6 = \frac{0,5Z (\varphi_{max} - \varphi_{min}) r_k}{0,5Z (\varphi_{max} + \varphi_{min}) r_k} = \frac{0,8 - 0,1}{0,8 + 0,1} \approx 0,78,$$

где Z – вертикальная нагрузка на ведущий мост; r_k – радиус качения колеса.

Более высокие значения K_6 не улучшат тяговых свойств автомобиля, кроме частного случая, когда одно из колес моста утратило контакт с опорной поверхностью (вывешивание колеса), желательно иметь $K_6 = 1$. Так как столь значительная разница в коэффициентах φ_{max} и φ_{min} редка, то обычно ограничиваются величиной $K_6 \approx 0,3-0,5$.

Заключение

Представленные расчеты коэффициента блокировки симметричного межколёсного дифференциала грузового автомобиля могут быть использованы при разработке и оптимизации конструкции

ведущих мостов грузовых автомобилей, определения перспективных путей их совершенствования.

Список использованной литературы

1. Богатырев, А.В. Автомобили / А.В. Богатырев, Ю.К. Есеновский, М.Л. Насоновский. – 3-е изд., стер. – М. ИНФРА-М, 2015 – 655 с.

УДК 629.114.2.02

СРЕДСТВА ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ КРАНА УПРАВЛЕНИЯ ФРИКЦИОННОЙ МУФТЫ ВАЛА ОТБОРА МОЩНОСТИ ТРАКТОРА

А.В. Бобрышов¹, канд. техн. техн. наук, доцент,

С.Н. Капов¹, д-р техн. наук, профессор,

А.Н. Петенёв¹, канд. техн. техн. наук, доцент,

И.А. Орлянская¹, канд. техн. техн. наук, доцент,

Г.И. Гедроить², канд. техн. техн. наук, доцент

¹ФГБОУ ВО «Ставропольский ГАУ»,

г. Ставрополь, Российская Федерация

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

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. Необходимо, чтобы максимальные динамические нагрузки в приводе агрегатов, возникающих во время их работы, были не высоки. Это позволит повысить надёжность работы агрегатов. 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 (VAM) 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 will increase the reliability of the units. 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

Следует иметь в виду, что процесс работы агрегатов проходит в двух режимах работы: переходной и установившейся. Установившейся режим из времени работы агрегата наиболее длителен, а пе-

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 определить, какое влияние оказывают рабочие параметры и режим работы ВОМ на нагруженность трансмиссии агрегата в процессе разгона его рабочих органов [1, 2, 3].

Основная часть

Надо отметить, что на современных тракторах для управления фрикционными муфтами ВОМ обычно устанавливают гидравлические краны дроссельного типа. Процесс включения гидроуправляемой муфты зависит от многих факторов, но основным из них является характер нарастания давления рабочей жидкости в бустере муфты, определяющего интенсивность роста момента трения. Характер нарастания давления в бустере фрикционной муфты задается краном ее управления. Принцип работы такого крана основан на ограничении расхода рабочей жидкости, поступающей в бустер муфты. Процесс включения этих фрикционных муфт идёт в зависимости изменения давления в ее бустере. Нарастание давления рабочей жидкости в бустере муфты можно разбить на три этапа (рисунок 1). Первый этап (t_1) заключается в повышении давления в бустере при неподвижном поршне. На втором этапе (t_2) происходит выборка зазоров между поршнем и фрикционными дисками, при этом наблюдается незначительный рост давления. Третий этап (t_3) характеризуется интенсивным увеличением давления, появлением и ростом момента трения. От характера нарастания давления в бустере фрикционной муфты на третьем этапе зависит плавность его включения.

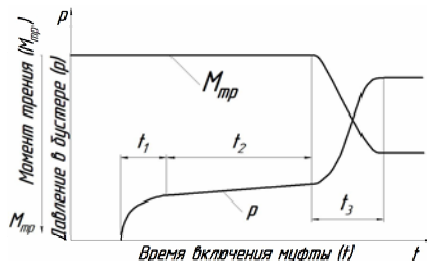


Рисунок 1 – График нарастания давления рабочей жидкости в бустере фрикционной муфты в процессе ее включения

При расчете времени нарастания давления в бустере фрикционной муфты при ее включении, принимаем следующие допуски: кран управления включается мгновенно, рабочая жидкость не сжимается, нагнетающие магистрали абсолютно жесткие, силами инерции поршня муфты пренебрегаем.

Тогда время нарастания давления нарастания на третьем этапе (t_3) определяется по формуле:

$$t_3 = \frac{2(V_2 + V_3)}{G_3}, \quad (1)$$

где V_2 и V_3 – соответственно объем, получаемый при поджатии поршнем фрикционных дисков, и объем гидроаккумулятора; G_3 – расход жидкости.

Расход жидкости находим по зависимости:

$$G = f \sqrt{\frac{p_k - p_n}{\gamma \cdot \zeta}} 2g, \quad (2)$$

где f – приведенная площадь проходного сечения магистрали между краном и фрикционной муфтой; p_k и p_n – давление соответственно перед краном и перед поршнем; g – ускорение свободного падения; γ – плотность рабочей жидкости; ζ – приведенный коэффициент гидравлического сопротивления магистрали между краном и муфтой.

Зависимость времени третьего этапа нарастания давления в бустере муфты (t_3) от проходного сечения крана управления (f) показана на рисунке 2.

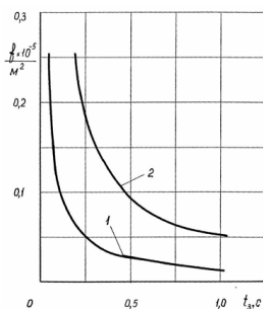


Рисунок 2 – Зависимость времени нарастания давления рабочей жидкости в бустере фрикционной муфты t_3 от проходного сечения гидравлического крана управления f : 1 – гидросистема без гидроаккумулятора; 2 – гидросистема с гидроаккумулятором

На графике рисунка 2 даны две кривые, которые характеризуют в сравнении гидропривод фрикционной муфты ВОМ трактора МТЗ-142 с использованием в нем гидроаккумулятора и без гидроаккумулятора. Так для того, чтобы получить время нарастания момента трения во фрикционной муфте ВОМ трактора МТЗ-142 равное 0,3 с, проходное сечение крана управления для гидропривода без гидроаккумулятора должно быть $0,04 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$. С вводом в гидропривод гидроаккумулятора проходное сечение можно увеличить до значения $0,158 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$.

Заключение

Исследования показали, что для обеспечения более оптимальных процессов включения фрикционной муфты ВОМ и разгона активных рабочих органов с точки зрения снижения максимальных нагрузок в приводе агрегата следует использовать кран управления гидроуправляемой фрикционной муфтой позволяющий регулировать интенсивность нарастания момента трения. Для этого может быть рекомендовано «Распределительное устройство для управления фрикционной муфтой» А.С. № 1303763 Б.И. – 1987. – № 4.

Снижение момента трения фрикционной муфты ВОМ от исходного значения 1766 Нм до величины, подходящей сельхозмашинам агрегируемых с трактором при разгоне рабочих органов агрегата, позволит снизить максимальные динамические нагрузки в приводе агрегата в среднем на 46% и повысить минимальную скорость вращения коленчатого вала двигателя на 25 %. При этом работа буксования фрикционной муфты не превышает допускаемые значения.

Рекомендации. Обеспечить оптимальный процесс включения фрикционной муфты ВОМ и разгона активных рабочих органов с точки зрения снижения максимальных нагрузок в приводе вала отбора мощности необходимо применение кран управления гидроуправляемой фрикционной муфтой обеспечивающего плавное нарастание момента трения. Для этого может быть рекомендовано «Распределительное устройство для управления фрикционной муфтой» А.С. № 1303763 Б.И. – 1987. – № 4.

Также следует, что при агрегатировании трактора с разными сельскохозяйственными машинами необходимо устанавливать соответствующий момент трения фрикционной муфты ВОМ, т.е. величина момента трения должна быть регулируемой. Это позволит уменьшить максимальные динамические нагрузки в приводе агре-

готов при разгоне активных рабочих органов. Конструктивно это можно осуществить используя ПАТЕНТ на полезную модель № 209693, 18.03.2022 г. «Гидроуправляемая фрикционная муфта с регулируемым моментом трения».

Список использованной литературы

1. Бобрышов А.В. Повышение надежности работы трансмиссий сельскохозяйственных агрегатов с активными рабочими органами /Бобрышов А.В., Капов С.Н., Петенёв А.Н., Орлянская И.А., Гедроить Г.И. // Сельский механизатор. 2025. № 5. С. 12–13.

2. Бобрышов А.В. Влияние муфты вала отбора мощности на нагруженность трансмиссии агрегата/

Бобрышов А.В., Капов С.Н., Петенев А.Н., Орлянская И.А., Королева Е.В.//Вестник аграрной науки Дона. 2024. Т. 17. № 2 (66). С. 54–65.

3. Бобрышов А.В. Выбор характеристик привода агрегатов с активными рабочими органами / Бобрышов А.В., Капов С.Н., Орлянский А.В., Петенёв А.Н., Орлянская И.А., Гедроить Г.И.// В сборнике: Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве. сборник научных статей Международной научно-практической конференции. Минск, 2023. С. 210–214.

УДК 629.3.018.2

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ С МНОГОТОЧЕЧНЫМ ВПРЫСКОМ (MPI)

А.Г. Белевич, ст. преподаватель,

И.И. Бондаренко, канд. техн. наук, доцент,

К.М. Ракецкая, студент

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

Аннотация: В статье дан анализ системы управления двигателем с многоточечным впрыском.

Abstract: The article provides an analysis of the engine management system with multi-point injection.

Ключевые слова: автомобиль, учебный стенд, многоточечный впрыск, форсунка, топливо.

Keywords: car, training stand, multipoint injection, nozzle, fuel.

Учебный лабораторный стенд «НТЦ-15.40» предназначен для использования в качестве учебного оборудования в учреждениях высшего, среднего специального и профессионально-технического образования при проведении лабораторно-практических занятий по курсам «Устройство автомобиля» и «Техническая эксплуатация автомобилей».

Стенд «НТЦ-15.40» (рисунок 1) обеспечивает наглядность при изучении функционирования системы управления инжекторного двигателя автомобиля ВАЗ-2110. Также он может использоваться для диагностики и снятия рабочих характеристик элементов системы управления инжекторного двигателя.

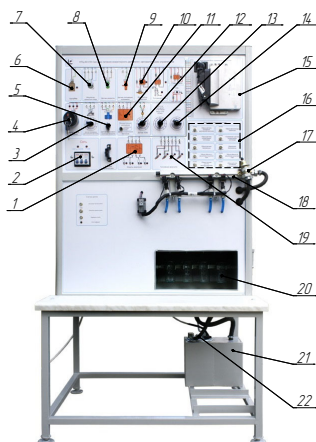


Рисунок 1 – Учебный лабораторный стенд НТЦ-15.40

«Система управления двигателем с многоточечным впрыском (MPI)»

1 – модуль зажигания; 2 – включатель/выключатель стенда; 3 – задатчик массового расхода воздуха; 4 – включатель/выключатель зажигания; 5 – датчик положения дроссельной заслонки; 6 – адсорбер; 7 – регулятор холостого хода; 8 – датчик скорости; 9 – задатчик частоты вращения коленчатого вала; 10 – вентилятор радиатора; 11 – задатчик концентрации кислорода; 12 – задатчик температуры охлаждающей жидкости; 13 – задатчик частоты вращения коленчатого вала; 14 – задатчик включенной передачи; 15 – электронный блок управления двигателем; 16 – блок ввода неисправностей; 17 – регулятор давления топлива; 18 – топливная рампа с форсунками; 19 – топливные форсунки; 20 – расходомер впрыскиваемого топлива; 21 – топливный бак; 22 – топливный насос с фильтром очистки топлива

Блок ввода неисправностей позволяет производить ввод следующих неисправностей: обрыв датчика положения коленчатого вала (ДПКВ); обрыв датчика положения дроссельной заслонки (ДПДЗ); обрыв датчика концентрации кислорода (лямбда-зонда); «отравление» датчика концентрации кислорода; обрыв обмотки регулятора холостого хода (РХХ); обрыв датчика температуры охлаждающей жидкости (ДТОЖ); обрыв питания датчика массового расхода воздуха (ДМРВ); обрыв реле бензонасоса; обрыв вентиля-

тора радиатора. Конструктивно стенд «НТЦ-15.40» представляет собой металлическую раму, на которую крепятся электродвигатель, заменяющий двигатель внутреннего сгорания автомобиля, топливный бак 20 с топливным насосом и фильтром 19 и алюминиевый каркас с рабочей панелью. В верхней части лицевой панели стенда размещены изображения датчиков (скорости, положения коленчатого вала 2, положения дроссельной заслонки 5, массового расхода воздуха 3, концентрации кислорода 11, температуры охлаждающей жидкости 12), исполнительных устройств (адсорбер, 6 регулятор холостого хода 7, вентилятор радиатора 10, топливный насос с фильтром очистки топлива 22, главное реле, модуль зажигания, топливные форсунки 19), включатель/выключатель зажигания 4, датчик частоты вращения коленчатого вала 9 и включенной передачи 14, колодка диагностики, электронный блок управления двигателем 15, блок ввода неисправностей 16. Возле изображений датчиков размещены контрольные точки, с которых можно снимать сигналы датчиков, и регуляторы, позволяющие изменять эти сигналы. Возле изображений исполнительных устройств также размещены контрольные точки и индикаторы состояния этих устройств.

В нижней части лицевой панели размещены топливная рампа с форсунками 18 и регулятором давления топлива 17, расходомер впрыскиваемого топлива 20 с возможностью измерения расхода топлива индивидуально для каждой форсунки, счетчик циклов, позволяющий отключать подачу топлива через заданное количество циклов работы двигателя. В качестве рабочей жидкости системы впрыска вместо бензина используется охлаждающая жидкость или жидкость для очистки форсунок LIQUI MOLY Fuel System Intensive Cleaner. Жидкость для очистки форсунок подается из бака электрическим топливным насосом на фильтр тонкой очистки, где происходит его очистка и осуществляется дальнейшая подача жидкости на топливную рампу, где она равномерно распределяется на четыре электромагнитные форсунки [1].

Учебный лабораторный стенд «НТЦ-15.40» позволяет проводить следующие лабораторные работы: изучение режима отключения подачи топлива, изучение принципа работы и определение роли датчика температуры охлаждающей жидкости в системе впрыска топлива, изучение принципа работы и определение роли датчика концентрации кислорода в системе впрыска топлива, изучение

принципа работы и определение роли датчика массового расхода воздуха в системе впрыска топлива, изучение принципа работы и определение роли датчика положения дроссельной заслонки в системе впрыска топлива, изучение принципа работы и определение роли датчика положения коленчатого вала в системе впрыска топлива [2].

Список использованной литературы

1. НТЦ-15.40 «Система управления двигателем с многоточечным впрыском (MPI)» [электронный ресурс] <https://ntpcentr.com/ru/catalog/avtomobilnaya-tekhnika/ntc-15-40-sistema-upravleniya-dvigatелеm-s-mnogotochechnym-vpryskom-mpi/> (дата обращения 22.08.2025).
2. Организация процесса сгорания и выбросы вредных веществ в бензиновых двигателях [электронный ресурс] <https://lektsii.org/14-51534.html> (дата обращения 22.08.2025).

УДК 662.769.2

ПОЛУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДОРОДНОГО БИОГАЗА НА БОРТУ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

И.З. Насиров, канд. техн. наук, профессор,

М.А. Хайдаров, ст. преподаватель

*Андижанский государственный технический институт,
г. Андижан, Республика Узбекистан*

Аннотация: Разработано и испытано устройство для получения и использования водородного биогаза из сельскохозяйственных и бытовых отходов на борту автомобиля с Установлено, что мощность двигателя повышена на 7,5 % и расход топлива снижен на 25,6 %. Годовая экономическая эффективность составила 2654541 сум/год, срок окупаемости 0,45 лет и коэффициент эффективности 5,57.

Abstract: A device for obtaining and using hydrogen biogas on board a «Spark» car from agricultural and household waste has been developed and tested. It was established that the engine's power has increased by 7,5 % and fuel consumption has decreased by 25,6 %. The annual economic efficiency was 2654541 soums/year, the payback period was 0,45 years, and the efficiency coefficient was 5.57.

Ключевые слова: биогаз, водород, водородный биогаз, двигатель, автомобиль «Спарк», мощность двигателя, расход топлива, отработанный газ, количество CO, количество CH.

Keywords: Biogas, hydrogen, hydrogen biogas, engine, Spark car, engine power, fuel consumption, exhaust gas, CO amount, CH amount.

Введение

С использованием водорода и биогаза в качестве топлива в транспортных средствах занимались зарубежные ученые Stocky J.F., Sher E., Elemam S.H., Shudo T., Das L., Hansel J.G.,

ученые из стран СНГ – Ероков В.И., Петров Н.В., Фролов С.А., Клементьев А.С., Тимченко И.И., Рамадан Д. и из Узбекистана – Салимов У.А., Имомов Ш.Ж., Базаров Б.И., Калаулов С.А., Васидов А.Х. и другие. Однако в них недостаточно раскрыты вопросы совместного использования биогаза и водорода в качестве топлива для транспортных средств [1].

Основная часть

Как показала практика, получение биогаза требует больших емкостей для брожения, очистки и хранения, которые сдерживают его использование в двигателе транспортных средств. Получение и использование водорода на борту автомобиля связано со многими энергетическими проблемами. В связи с этими для решения проблем- предложено получение и использование одновременно как водорода, так и биогаза на борту транспортного средства из сельскохозяйственных и бытовых отходов. Это устройство проходило лабораторные и дорожные испытания на разных моделях автомобилей, выпускаемых на АО УзАвтомоторс [2].



Рисунок. Установка для производства водородного биогаза на автомобиле «Спарк»

Результаты дорожных испытаний

№	Типы топливно-воздушной смеси	Количество оборотов колен вала, об/мин	Мощность двигателя, кВт	Расход топлива, л/час	Расход водородного биогаза, л/час	Количество СО в отр. газах, %	Количество СН в отр. газах, %
1.	Обычная бензиново-воздушная смесь (контрольная)	2350	51,3	6,69	-	4,06	5,15
2.	Водородный биогаз	2350	48,5	-	15,31	0,27	0,21
3.	Контроль + водородный биогаз	2350	55,6	4,98	6,58	1,89	1,30

Как видно из таблицы при работе автомобиля на обычной бензиново-воздушной смеси (контрольная) мощность двигателя 51,3 кВт, водородном биогазе снижена до 48,5 кВт, а контроле с водородным биогазом повышена до 55,6 кВт. Расход бензина на контроле 6,69 л/час, водородном биогазе не было, а контроле с водородным биогазом 4,98 л/час. Расход водородного биогаза на контроле- не было, водородном биогазе 15,31 л/ч, а контроле с водородным биогазом 6,58 л/час.

Количество СО в отработанных газах 4,06 %, водородном биогазе 0,27 %, а контроле с водородным биогазом 1,89 %. Количество СН в отработанных газах 5,15 %, водородном биогазе 0,21 %, а контроле с водородным биогазом 1,30 % [3].

Заключение

Определена экономическая эффективность использования установки для получения и использования водородного биогаза, установленной на автомобиле "Spark". Согласно которой, при работе двигателя на бензиново-воздушной смеси пробег на 1 л бензина составил 16,5 км и затраты на пробег 1 км пути составили 2425,32 сум/км.

При использовании бензиново-воздушной смеси с водородным биогазом пробег на 1 л бензина составил 20,9 км пути и затраты на пробег 1 км пути составили 2261,72 сум/км. Годовая экономическая эффективность составила 2654541 сум/год, срок окупаемости 0,45 лет и коэффициент эффективности 5,57 [4].

Список использованной литературы

1. Насиров Илхам Закирович, Рахмонов Хуршидбек Нурмухаммад Угли, & Аббосов Саидолим Жалолиддин Угли (2021). РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА. *Universum: технические науки*, (6-2 (87)), 31–33.
2. Nasirov, I. Z., & Urinov, D. O. (2021). The texchnology of obtaining environmentally clean fuel for vehicles. *Scientific and technical journal of NamlET*, 188–193.
3. Рахмонов, Х. Н., & Насиров, И. З. (2021). Обогащение синтез газом топливовоздушной смеси ДВС. In *Матер. Международной научно-практической конференции "Современные технологии: проблемы инновационного развития и внедрения результатов (5 августа 2021 г.)"*. Петрозаводск: МЦНП "Новая наука" (p. 21).
4. Zakirovich, N. I., Muminovich, S. A., Mirzaahmadovich, T. U., & Toshtemi-rovich, G. M. (2022). Tests of a reactor for supplying hydrogen and ozone to an internal combustion engine. *International Journal of Early Childhood Special Education*, 14(3).

УДК 621.432, 631.372

АНАЛИЗ ДАННЫХ ВИБРОДИАГНОСТИКИ ТОПЛИВНОЙ ФОРСУНКИ С БОКОВЫМ ПОДВОДОМ ТОПЛИВА

В.Е. Тарасенко, канд. техн. наук, доцент,

А.В. Михолап, студент

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

Аннотация: Представлены результаты анализа данных вибродиагностики форсунки с боковым подводом топлива типа ФД при нагружении. Выполнен анализ Фурье для выделенных из общего массива данных, а также определены коэффициенты гармоник и построения фильтров. Выполнено графическое построение преобразованного сигнала виброускорения форсунки в пространстве комплексных чисел.

Abstract: The article presents the results of the analysis of vibration diagnostics data for the FD type injector with lateral fuel supply under loading. Fourier analysis was performed for the data extracted from the general array, and harmonic coefficients and filter constructions were determined. Graphic construction of the converted injector vibration acceleration signal in the space of complex numbers was performed.

Ключевые слова: форсунка, число, спектр, гармоника, амплитуда.

Keywords: injector, number, spectrum, harmonic, amplitude.

Основная часть

Под рассмотрение взят массив данных (рисунок 1), полученных в результате нагружения топливной форсунки типа ФД и виброконтроля многоканальной системы с гибкой структурой [1-5].

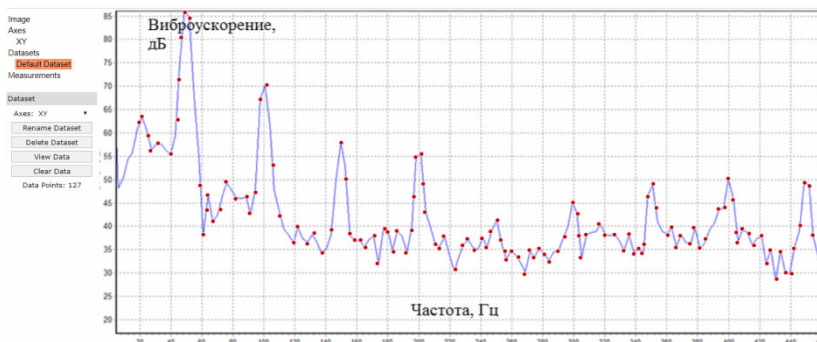


Рисунок 1 – Извлечение данных из спектра вибрации топливной форсунки прибором с дробящим распылением

Поскольку количество выборок должно быть кратным степени 2, то извлекали из массива исходных данных $2^7 = 128$ выборки, которые соответствуют частотам виброускорения форсунки с использованием настольного прибора с дробящим распылением при различных частотах.

Выполнен анализ Фурье для выделенных из общего массива данных, который получил широкое распространение для анализа сигналов в вибродиагностике [6], а также используется для определения коэффициентов гармоник и построения фильтров [7, 8]. Поскольку в рассматриваемом случае имеются дискретные наблюдения $y_1, y_2, \dots, y_n$ то прямое дискретное преобразование Фурье выполняется в соответствии с формулой

$$Y_k = \sum_{j=0}^n y_j e^{\frac{2\pi}{n} jk}, \quad (1)$$

где $k = 0, 1, \dots, n-1$, элемент выборки из $n = 128$ элементов.

Результаты преобразования – комплексные числа, трехмерная графическая интерпретация представлена на рисунке 2. Модуль данных комплексных чисел равен амплитуде k -ой спектральной составляющей (k -ой гармонике), а аргумент комплексного числа Y_k равен фазе этой гармонике.

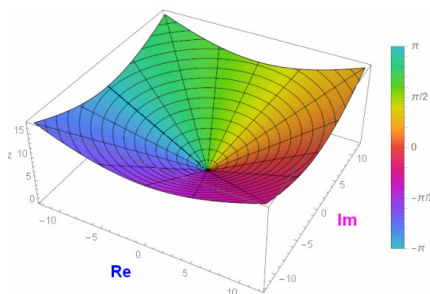


Рисунок 2 – Преобразованный сигнал виброускорения топливной форсунки прибором с дробящим распылением в пространстве комплексных чисел

Например, для 4-ой гармонике, в алгебраической форме записи комплексного числа $z = x + yi$, получим

$$Y_4 = 0,882000744718849 + 2,53776697384525i,$$

для которой амплитуда определится через абсолютную величину комплексного числа $z_k = x + iy$ по формуле

$$|z|_4 = \sqrt{x^2 + y^2},$$

амплитуда для 4-ой гармонике определится как

$$r = |z|_4 = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{0,8820^2 + 2,5377^2} = 0,2686. \quad (2)$$

Посредством полученных значений модулей и фаз для различных гармоник, можно представить комплексные числа в тригонометрической форме

$$z = r(\cos \varphi + i \sin \varphi), \quad (3)$$

тогда

$$z = 0,2686 \cdot (\cos(1,2363) + i \sin(1,2363)).$$

В показательной форме записи комплексных чисел

$$z = r e^{i\varphi}. \quad (4)$$

Для рассматриваемого примера 4-ой гармоники $z = 0,2686 e^{i1,2363}$.

В результате определены данные для всего ряда наблюдений, а также значения амплитуды сигнала и его фазы. Для проверки правильности полученных результатов выполнялось обратное преобразование Фурье, которое соответствует исходному сигналу.

Для обработки сигналов вибрации по временным параметрам использован метод, основанный на определении среднеквадратического значения виброускорения. В результате расчетов при $\bar{V} = 41,93$ получили $S = 10,96$ дБ. Данный метод прост и может эффективно использоваться для выявления дефектов деталей, для которых известно допустимое среднеквадратичное отклонение по виброускорению.

Заключение

Важным элементом получения необходимой информации о техническом состоянии узлов топливной аппаратуры является изучение вибросигналов при различных режимах их работы. Выполнен анализ данных вибродиагностики топливной форсунки прибором с дробящим распылением, а также анализ Фурье для выделенных из общего массива данных, определены коэффициенты гармоник и построения фильтров. Выполнено графическое построение преобразованного сигнала виброускорения форсунки с дробящим распылением в пространстве комплексных чисел.

Список использованной литературы

1. Ролич, О.Ч. Многоканальная интегрированная система виброакустической и тепловой диагностики дизельных двигателей / О.Ч. Ролич, В.Е. Тарасенко // Агропараметра. – 2019. – № 5. – С. 42–45.
2. Жешко, А.А. Диагностирование многоканальной измерительной системой с гибкой структурой форсунок фирмы BOSCH / А.А. Жешко, В.Е. Тарасенко, О.Ч. Ролич [и др.] // Технический сервис машин. – 2021. – Т.59. № 1 (142). – С. 55–64.
3. Тарасенко, В.Е. Исследование вибрации форсунок с помощью многоканальной системы с гибкой структурой / В.Е. Тарасенко, А.А. Жешко // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межведомственный тематический сборник / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2020. – Вып. 54. – С. 185–191.

4. Ролич, О.Ч. Интегрированная система виброакустической и тепловой диагностики систем, узлов и механизмов дизельного двигателя на базе беспроводной mesh-сети / О.Ч. Ролич, В.Е. Тарасенко, И.И. Балаш // Агропанорама. – 2019. – № 6. – С. 38–41.
5. Тарасенко, В.Е. Анализ вибрационных характеристик форсунок CRIN2 авто-тракторных дизелей / В.Е. Тарасенко // Аграрное образование и наука для агропромышленного комплекса : материалы республиканской научно-практической конференции. Белорусская агропромышленная неделя БЕЛАГРО-2024 / редкол.: В.А. Самсонович (гл. ред.) [и др.]. – Горки : БГСХА, 2024. – С. 254–257.
6. Основы цифровой обработки сигналов: учеб. пособие / В.Г. Коберниченко ; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. – 150 с.
7. Математические основы обработки сигналов. Практикум: учебное пособие / ОС. Вадутов; Томский политехнический университет. – 3-е изд., испр. и доп. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 102 с.
8. Цифровая обработка сигналов: учеб. пособие. – 3-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 768 с.

УДК 621.436.12:621.899

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРИСТОСТИ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН

**В.Г. Костенич¹, канд. техн. наук, доцент,
В.А. Белоусов², канд. техн. наук, доцент,
А.В. Гордеенко², канд. техн. наук, доцент,
Д.Д. Абрамович¹, студент**

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

*²УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная
академия», г. Горки, Республика Беларусь*

Аннотация: Приведена методика определения пористости фильтровальных материалов из углеродных волокон различными способами и полученные результаты.

Abstract: The article presents a method for determining the porosity of filter materials made of carbon fibers using various methods and the results obtained.

Ключевые слова: фильтровальный материал, углеродное волокно, пористость.

Keywords: filter material, carbon fiber, porosity.

Введение

Одним из главных условий повышения долговечности, надёжности и безотказности работы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) является надёжная защита пар трения от абразивных частиц на всех режимах работы двигателя, которая может быть достигнута за счёт применения более совершенных маслоочистителей из современных фильтровальных материалов [1].

Основная часть

Известна конструкция полнопоточного фильтра для очистки масла в ДВС с фильтрующим элементом из углеродной ткани [2]. С целью подбора углеродной ткани для очистки масла в ДВС были проведены исследования по определению пористости некоторых марок углеродных тканей. Пористость является одним из основных свойств фильтровальных материалов (ФМ), обеспечивающих их фильтрующую способность, и определяется, как отношение объёма пор $V_{\text{п}}$ к полному объёму пористого тела V

$$\Pi = \frac{V_{\text{п}}}{V}. \quad (1)$$

Пористость ФМ может быть определена как расчётным методом, так и экспериментально – методом пропитки, гидростатического взвешивания и др. [3]. При определении пористости ФМ расчётным методом находили её из выражения

$$\Pi = 1 - \frac{m_1}{V \rho_{\text{к}}} = 1 - \frac{m_1}{S \delta \rho_{\text{к}}}, \quad (2)$$

где m_1 – вес сухого образца; V – объём образца; $\rho_{\text{к}}$ – плотность компактного материала; S – площадь образца; δ – толщина образца.

Плотность компактного материала определяли с помощью пикнометра. В качестве испытательной жидкости использовался «Нефрас С4-150/200». По результатам взвешивания определяли плотность компактного углеродного материала из выражения

$$\rho_{\text{к}} = \frac{m_{\text{пм}} - m_{\text{п}}}{V_{\text{п}} - \frac{m_{\text{пмж}} - m_{\text{пм}}}{\rho_{\text{ж}}}}, \quad (3)$$

где $m_{\text{п}}$ – вес пустого пикнометра; $m_{\text{пм}}$ – вес пикнометра с материалом; $m_{\text{пмж}}$ – вес пикнометра с материалом и жидкостью; $V_{\text{п}}$ – объём пикнометра; $\rho_{\text{ж}}$ – плотность жидкости.

При использовании метода пропитки, пористость находили из выражения [3]

$$\Pi = 1 - \frac{m_2 - m_1}{V \rho_{\text{ж}}} = 1 - \frac{m_2 - m_1}{S \delta \rho_{\text{ж}}}, \quad (4)$$

где m_2 – вес образца, пропитанного жидкостью.

Пропитка образца материала осуществлялась в вакууме на специально созданной для этого установке (см. рисунок).

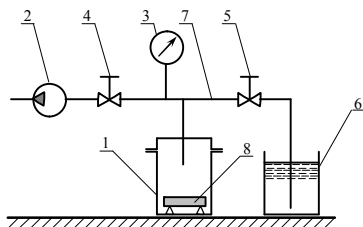


Рисунок – Схема установки для пропитки фильтрующих материалов в вакууме.

1 – герметичный сосуд; 2 – вакуумный насос; 3 – вакуумметр; 4 и 5 – краны;
6 – резервуар с жидкостью; 7 – трубопроводы; 8 – исследуемый образец

При определении пористости методом гидростатического взвешивания её рассчитывали по формуле [3]

$$\Pi = \frac{m_2 - m_1}{m_2 - m_3}, \quad (5)$$

где m_3 – вес образца в воде.

Полученные значения пористости для исследуемых образцов углеродных материалов приведены в таблице.

Таблица – Результаты определения пористости фильтровальных материалов

Определяемые параметры	Бусофит Т-04	Бусофит ТМ-055	Карбопон
Пористость по методу гидростатического взвешивания	0,76	0,81	0,86
Пористость, определенная расчётным методом	0,78	0,79	0,88
Пористость по методу пропитки	0,72	0,87	0,83
Среднее значение пористости	0,75	0,82	0,86

Заключение

Как видно из полученных результатов, наибольшее значение пористости, равное 0,86, имеет Карбопон. Бусофит ТМ-055 несколько уступает по данному показателю со значением 0,82. И наименьшей пористостью 0,75 обладает углеродный материал Бусофит Т-04.

Список использованной литературы

1. Рыбаков К.В., Микулин Ю.В. Очистка воздуха, топлив и масел от загрязнений – одно из важнейших направлений повышения надёжности и ресурсов ДВС. – Двигателестроение. – 1985. – № 7, С. 3.
2. Регенерируемый фильтр для очистки масла двигателя внутреннего сгорания: пат. 4693 Республика Беларусь, МПК7 В 01 D 35/14. / А.Н. Каргашевич, В.Г. Костенич,

Е.И. Мажугин; заявитель Бел. с.-х. акад. – № 970502; заявл. 25.09.97; опубл. 30.09.02 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2002. – № 3 (34). – С. 109.

3. Витязь П.А., Капцевич В.М., Кусин Р.А. Фильтрующие материалы: свойства, области применения, технология изготовления. – НИИПМ, – Минск, 1999. – 304 с.

УДК 631.372

СИЛОВОЙ РАСЧЕТ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

А.Н. Орда¹, д-р техн. наук, профессор,

В.А. Шкляревич¹, ст. преподаватель,

Н.Л. Ракова¹, канд. техн. наук, доцент,

Ж.И. Пантелеева¹, канд. физ.-мат. наук, доцент,

А.С. Воробей², канд. техн. наук, доцент, докторант

*¹УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет»,*

*²РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: в статье получены зависимости, позволяющие определить нормальные реакции почвы на движители трактора входящего в состав почвообрабатывающего машинно-тракторного агрегата.

Ключевые слова: нормальная реакция почвы, почвообрабатывающий машинно-тракторный агрегат, колесный трактор, сельскохозяйственная машина.

Abstract: in the article, dependencies are obtained that make it possible to determine the normal reactions of the soil to the propulsors of the tractor included in the tillage machine-tractor unit.

Keywords: normal soil reaction, tillage machine-tractor unit, wheeled tractor, agricultural machine.

Введение

Большинство технологических операций возделывания сельскохозяйственных культур выполняются почвообрабатывающими машинно-тракторными агрегатами (МТА), в состав которых входит трактор и сельскохозяйственная машина. И именно под воздействием ходовых систем тракторов, предназначенных для реализации тягово-сцепных свойств через их взаимодействие с опорным основанием, происходит чрезмерное уплотнение почвы, которое отрицательно сказывается на ее плодородии и приводит к росту затрат на производство продукции растениеводства [1, 2].

Цель исследования – получение зависимостей, позволяющих определить нормальные реакции почвы на движители трактора в

зависимости от сил, действующих на почвообрабатывающий машинно-тракторный агрегат, а также его конструктивных и технологических параметров.

Основная часть

Для того, чтобы определить силы, возникающие при взаимодействии ходовых систем и рабочих органов почвообрабатывающих машинно-тракторных агрегатов с почвой и определяющие уплотняющее воздействие на почву, произведем тяговый расчет МТА, в состав которого входит трактор и сельскохозяйственная машина (рисунок 1).

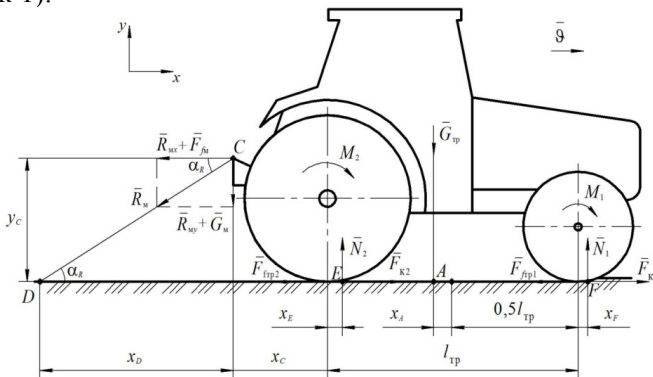


Рисунок 1 – Схема сил, действующих на машинно-тракторный агрегат, в состав которого входит колесный трактор и навесная сельскохозяйственная машина

Рассмотрим общий случай установившегося прямолинейного движения машинно-тракторного агрегата по горизонтальной поверхности поля, при котором силы инерции его движущихся масс и горизонтальные составляющие силы тяжести трактора и сельскохозяйственной машины равны нулю. Силы сопротивления остова трактора в ступицах его движителей, трения между элементами гусеничного движителя, сопротивления воздуха лобовой поверхности трактора, вследствие их малых значений, при расчетах также не учитываем.

Агрегируемая с трактором сельскохозяйственная машина оказывает результирующее тяговое сопротивление R_m , приложенное в точке C механизма навески трактора [3]:

$$\bar{R}_M = \bar{R}_{Mx} + \bar{F}_{fM} + \bar{R}_{My} + \bar{G}_M. \quad (1)$$

Запишем уравнения равновесия сил и моментов сил, действующих на почвообрабатывающий МТА в продольно-вертикальной плоскости к вектору скорости поступательного движения агрегата $\vec{v}$.

$$\sum F_x = 0;$$

$$F_{\kappa 1} + F_{\kappa 2} = F_{f_{ip1}} + F_{f_{ip2}} + R_{mx} + F_{f_m}; \quad (2)$$

$$F_{\kappa 1} + F_{\kappa 2} = F_{f_{ip1}} + F_{f_{ip2}} + R_m \cos \alpha_R + F_{f_m}.$$

$$\sum F_y = 0;$$

$$N_1 + N_2 = G_{tp} + G_m + R_{my}; \quad (3)$$

$$N_1 + N_2 = G_{tp} + G_m + R_m \sin \alpha_R.$$

Нормальная реакция почвы на колеса передней оси трактора N_1 определяется из уравнения моментов сил, действующих на МТА, относительно точки E (рис. 1):

$$N_1 = \frac{G_{tp}(0, 5l_{tp} - x_A - x_E) - R_m \cos \alpha_R y_C}{(l_{tp} - x_E + x_F)} -$$

$$- \frac{F_{f_m} y_C + (R_m \sin \alpha_R + G_m)(x_C + x_E)}{(l_{tp} - x_E + x_F)}. \quad (4)$$

Нормальная реакция почвы на колеса задней оси трактора N_2 определяется из уравнения моментов сил, действующих на МТА, относительно точки F (рисунк 1):

$$N_2 = \frac{G_{tp}(0, 5l_{tp} + x_A + x_F) + R_m \cos \alpha_R y_C}{(l_{tp} - x_E + x_F)} +$$

$$+ \frac{F_{f_m} y_C + (R_m \sin \alpha_R + G_m)(l_{tp} + x_C + x_F)}{(l_{tp} - x_E + x_F)}. \quad (5)$$

Полученные зависимости (4) и (5) для расчета величин нормальных реакций почвы на движители трактора определяют уплотняющее воздействие ходовых систем почвообрабатывающих МТА на почву, влияют на тягово-сцепные свойства трактора [4].

Заключение

Полученные уравнения (1) и (2) устанавливают условия, необходимые для передвижения машинно-тракторного агрегата по поверхности поля.

Зависимости (3), (4) и (5), полученные при тяговом расчете машинно-тракторного агрегата, позволяют определить нормальные реакции почвы на движители трактора в зависимости от сил, действующих на МТА, а также его конструктивных и технологических параметров. Значения нормальных реакций почвы на движители

трактора определяют уплотняющее воздействие ходовых систем МТА на почву, влияют на тягово-сцепные свойства МТА.

Список использованных источников

1. Кушнарев, А.С. Механико-технологические основы обработки почвы / А.С. Кушнарев, В.И. Кочев. – Киев : Урожай, 1989. – 144 с.
2. Севернев, М.М. Энергосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве / М.М. Севернев. – Минск : Ураджай, 1994. – 222 с.
3. Тракторы. Теория / В.В. Гуськов [и др.] ; под общ. ред. В.В. Гуськова. – М. : Машиностроение, 1988. – 378 с.
4. Шкляревич, В.А. Исследование показателей тягово-сцепных свойств движителя / В.А. Шкляревич // Агропанорама. – 2020. – № 6. – С. 9–14.

УДК 621.436.003

ВЛИЯНИЕ ПОДАЧИ НА ВПУСКЕ РАПСОВОГО МАСЛА НА ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ДИЗЕЛЯ Д-243

В.А. Белоусов¹, канд. техн. наук, доцент,

В.Г. Костенич², канд. техн. наук, доцент,

А.В. Гордеенко¹, канд. техн. наук, доцент

¹ УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь

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

Аннотация: Приведены результаты экспериментальных исследований технико-экономических показателей работы дизельного двигателя Д-243 при подаче рапсового масла во впускной коллектор. Определена оптимальная концентрация подаваемого рапсового масла в пределах 5 %, без изменения регулировок топливной аппаратуры двигателя.

Abstract: The results of experimental studies of the technical and economic performance of the D-243 diesel engine with rapeseed oil injected into the intake manifold are presented. The optimal concentration of rapeseed oil injected was determined to be within 5%, without changing the engine's fuel system settings.

Ключевые слова: дизельное топливо, рапсовое масло, технико-экономические показатели.

Keywords: diesel fuel, rapeseed oil, technical and economic performance.

Введение

В настоящий момент остается малоизученным и неопределенным вопрос о способах и методах подачи рапсового масла в камеру сгорания дизеля. Предлагаются различные варианты решения данного вопроса, из которых можно выделить три направления [1, 2]: подача смесового топлива, состоящего из рапсового масла и дизельного топлива; раздельная подача рапсового масла и дизельного топлива; работа дизеля на чистом рапсовом масле.

Исследователи, изучающие подачу дополнительного топлива во впускной коллектор дизельного двигателя, отмечают, что при этом интенсифицируется процесс смесеобразования и сгорания дизельного топлива. При добавлении дополнительного топлива уменьшается период задержки воспламенения.

Основная часть

Объектом исследований являлся четырехцилиндровый дизельный двигатель Д-243 производства Минского моторного завода оборудованный системой подачи рапсового масла во впускной коллектор. В связи с этим во впускном коллекторе двигателя была установлена смесительная камера с распылителем рапсового масла. При исследовании использовался распылитель, позволяющий регулировать подачу рапсового масла и параметры масляного факела в смесительной камере.

В процессе исследований регистрировались и определялись следующие основные показатели работы двигателя: эффективная мощность N_e ; часовой расход топлива G_T ; суммарный удельный расход топлива $g_{e\Sigma}$ и экологические показатели.

Результаты экспериментальных исследований обработаны и представлены на рисунке в виде графических зависимостей технико-экономических показателей работы от частоты вращения коленчатого вала двигателя.

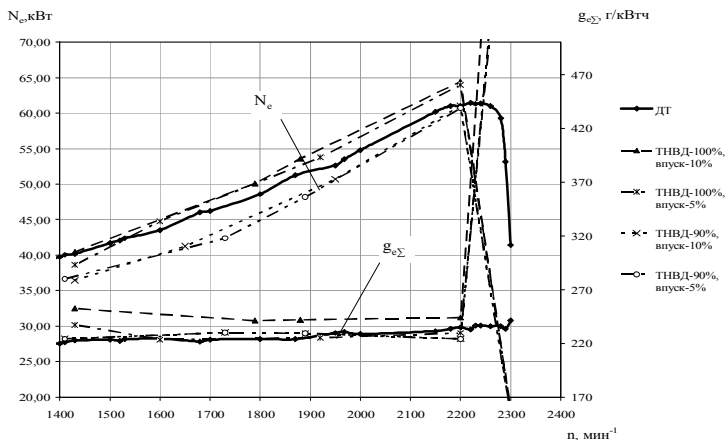


Рисунок – Зависимость технико-экономических показателей работы дизеля Д-243 от частоты вращения коленчатого вала

Представленные на рисунке данные показывают, что при настройке ТНВД на подачу дизельного топлива 90 % от номинальной и подачу рапсового масла на впуске в количестве 5 % происходит

уменьшение мощности дизеля в среднем на 7,3 % по сравнению с его работой на одном дизельном топливе, при практически неизменном удельном расходе топлива. При увеличении подачи рапсового масла (дизельного топлива 90 %) во впускной коллектор с 5 до 10 % изменение мощности и удельного расхода топлива практически не произошло. При переходе на третий вариант топливоподачи – настройке ТНВД на номинальную подачу дизельного топлива и добавлении во впускной коллектор 5 % рапсового масла произошло увеличение мощности на 4,7 % (на номинальном режиме), при этом удельный расход топлива не изменился. Увеличение подачи рапсового масла до 10% практически не изменило мощность, но увеличило средний удельный расход топлива на 5,2 %.

Заключение

При работе дизельного двигателя с подачей рапсового масла на впуске оптимальная доза рапсового масла составляет 5 %, при этом регулировки ТНВД не изменяются. Наблюдается увеличение мощности дизеля на 4,7 %, остальные технико-экономические показатели остаются на уровне показателей работы двигателя на дизельном топливе.

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. Гусаков, С.А. 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.

УДК 621.436.004

СНИЖЕНИЕ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

**А.В. Гордеенко¹, канд. техн. наук, доцент,
В.А. Белоусов¹, канд. техн. наук, доцент,
В.Г. Костенич², канд. техн. наук, доцент**

¹*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь*

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

Аннотация: В статье приводится обзор методов уменьшения негативного воздействия отрицательных температур на пусковые свойства дизелей.

Abstract: The article provides an overview of methods for reducing the negative impact of low temperatures on the starting properties of diesel engines.

Ключевые слова: дизельное топливо, фракционный состав, низкотемпературные свойства.

Keywords: diesel fuel, fractional composition, low-temperature properties.

Введение

Пусковые качества дизелей значительно хуже, чем бензиновых двигателей. При отрицательных температурах окружающего воздуха надёжный пуск дизеля можно получить только при создании в цилиндрах условий, обеспечивающих как устойчивое воспламенение топлива, так и необходимую величину крутящего момента, достаточную для разгона дизеля после пускового устройства.

Основная часть

Работа двигателей в условиях низких температур имеет ряд особенностей, обусловленных как непосредственным снижением температуры воздушного заряда, поступающего в двигатель, так и снижением его общего теплового состояния. На функционировании двигателя и его систем сказывается также изменение физических свойств топлива [2]. Одно из важнейших требований к качеству топлива – лёгкая прокачиваемость при различных температурах. Это качество определяется фракционным составом дизельного топлива.

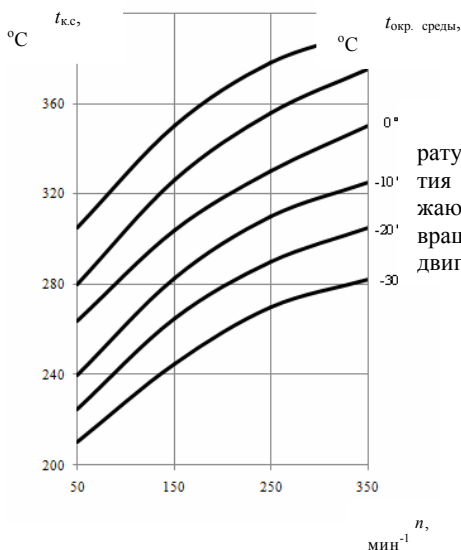


Рисунок – Зависимость температуры воздуха в конце такта сжатия ($t_{к.с.}$) от температуры окружающей среды ($t_{окр. среды}$) и частоты вращения коленчатого вала (n) двигателя

При пуске холодного двигателя, за счёт усиленного теплообмена между воздушным зарядом и стенками цилиндра, повышение температуры сжимаемого воздуха замедляется, а, следовательно, ухудшаются условия самовоспламенения топлива. Кроме того, впрыск холодного топлива в камеру сгорания приводит к увеличению поверхностного натяжения и кинематической вязкости капель. Это приводит к увеличению массы и кинетической энергии каждой капли, уменьшается суммарная сила их аэродинамического торможения.

В результате чего лишь небольшая часть цикловой подачи оказывается взвешенной в объёме факела. Все это приводит к тому, что увеличивается время на прогрев, испарение и воспламенение топлива, и, как следствие, происходит нарушение процесса горения и повышается жёсткость работы двигателя. Для обеспечения устойчивого воспламенения впрыскиваемого топлива с небольшим периодом задержки температура в конце такта сжатия должна составлять 300–345 °C [1, 2] (см. рисунок).

Как видно из диаграммы, представленной на рисунке, при температуре окружающей среды –20 и –10 °C эта температура может быть достигнута при пусковой частоте вращения вала 350 и 200 мин⁻¹ соответственно [3]. Но такие относительно высокие частоты вращения при пуске негативно влияют на двигатель, ведь масло ещё холодное и густое. В результате этого увеличивается износ деталей и снижается рабочий ресурс двигателя.

Заключение

С целью снижения отрицательного воздействия низких температур на пусковые свойства дизелей необходимо применять разнообразные меры, наиболее существенными из которых являются: средства подогрева воздуха на впуске (свечи подогрева впускного воздуха, электрофакельные подогреватели); средства, улучшающие низкотемпературные свойства дизельного топлива (депрессорные присадки, подогреватели топлива); средства колоризаторного воспламенения топлива (свечи накаливания); пусковые приспособления для впрыскивания легковоспламеняющихся пусковых жидкостей; средства улучшения пусковых качеств дизеля (декомпрессионный механизм, устройства, изменяющие фазы газораспределения и угол опережения подачи топлива при пуске); пусковые устройства повышенной мощности (электростартеры повышенной мощности и внешние источники электроэнергии). В некоторых случаях

целесообразно увеличивать пусковую подачу топлива в 1,5–2 раза от номинальной. Сочетание оптимальных вариантов из вышеперечисленного позволяет облегчить пуск дизельного двигателя при низких температурах окружающей среды.

Список использованной литературы

1. А.Н. Карташевич, Г.М. Кухаренок, 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. ВО – Бакалавриат. А.Н. Карташевич, В.С. Товстыка, А.В. Гордеенко; под ред. А.Н. Карташевича / Издание 3-е, Минск, «Новое знание». Москва, «ИНФРА-М». 2022 – 421 с.

3. Суранов Г.И. Предпусковая подготовка двигателя зимой//Автомобильный транспорт. 1987 – № 3 – С. 28–31.

УДК 378.16

РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ МАЛОТОННАЖНЫХ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

И.А. Серебряков, канд. техн. наук

А.Э. Волосевич, студент, Д.В. Дудко, студент

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация: В работе описан процесс разработки электрической платформы для малотоннажных грузовых перевозок. Обоснован выбор донорской платформы электромобиля, а также составляющих агрегатов.

Abstract: This work describes the process of developing a universal electric platform for light commercial vehicles. The choice of the donor platform of the electric vehicle, as well as the component units, is substantiated.

Ключевые слова: электрооборудование, переоборудование автомобилей, коммерческий электрический автомобиль, трехмерное моделирование.

Keywords: electrical equipment, car conversion, commercial electric vehicle, 3D modeling.

Введение

В наше время электромобили становятся все более и более популярными, что вызвано целым рядом самых различных причин. Однако главной причиной стремительного роста востребованности в электромобилях можно назвать их существенно большую по сравнению с автомобилями, оснащенными двигателями внутреннего сгорания (ДВС), экологичность в период эксплуатации.

Рост востребованности в свою очередь ведет к тому, что наряду с созданием новых электромобилей, возникает вопрос о переоборудовании автомобилей с ДВС на электрические двигатели. Особенно это актуально для транспортных средств, использующихся в городских условиях, ввиду более развитой инфраструктуры. (большее количество зарядных станций для электромобилей).

По данным Министерства энергетики Республики Беларусь, расчетная потребность малотоннажных электромобилей в ближайшие 5 лет составит порядка 1600 штук в год. Отечественный рынок не способен ее закрыть, что создает возможность использовать узлы и агрегаты вышедших из строя электромобилей для переоборудования автомобилей, оснащенных двигателями внутреннего сгорания.

Основная часть

Этап 1: Анализ рынка малотоннажных грузовых автомобилей и выбор автомобильной базы. В ходе анализа для выбора автомобильной базы были выдвинуты основные требования к коммерческому городскому автомобилю: Общая длина автомобиля не должна превышать 6 метров. Габаритные размеры грузовой платформы должны быть удобными для эксплуатации: длина от 3 до 5 метров, ширина около 1,8–2,1 метров, а высота бортов – от 0,4 до 0,8 метров. Важно, чтобы платформа могла вмещать стандартные европоддоны размером 1200×800 мм, обеспечивая удобство размещения и крепления грузов. Грузоподъемность платформы должна составлять минимум 1 тонну (1000 кг) для выполнения стандартных задач, с возможностью увеличения до 2 тонн для универсального использования. Борта желательно делать складными, чтобы упростить процесс загрузки и разгрузки, а материалы платформы должны обладать достаточной прочностью, например, металлическими или комбинированными. Оптимальным вариантом для создания платформы был выбран автомобиль Daewoo Lublin 3, что обусловлено простотой его конструкции.

Этап 2: Выбор электрических компонентов. Для проекта по электрификации Daewoo Lublin 3 были рассмотрены электродвигатели от наиболее популярных моделей электромобилей. Основными критериями для выбора двигателя были: мощность и крутящий момент, достаточные для коммерческого автомобиля; стоимость двигателя на вторичном рынке; доступность и простота интеграции (наличие адаптированных инверторов и комплектующих); количество доступных б/у двигателей на рынке. Наиболее целесообразным для платформы по совокупности параметров стал двигатель Nis-

san Leaf ZE0. Также было решено использовать и другие компоненты Nissan Leaf, такие как: инвертор, аккумуляторные ячейки и т.д.

Этап 3: *Трехмерное моделирование платформы*. Перед воплощение платформы «в металле» необходимо создание ее чертежей. Для большей наглядности было решено применить технологии 3D-моделирования. В качестве САПР был выбран «Компас-3Д».

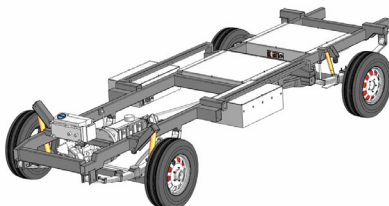


Рисунок 1. – Трехмерная модель платформы

Заключение

В ходе работы был анализ рынка малотоннажных грузовых автомобилей и выбор автомобильной базы, выбор электрических компонентов, а также трехмерное моделирование платформы.

Список использованной литературы

1. Как в 1990-х в Беларуси сделали конкурента «ГАЗели». История Lublin-БелАЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://auto.onliner.by/2022/02/07/lublin-belaz-history> – Дата доступа: 24.12.2024.
2. Компас 3D – Обучающие материалы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kompas.ru/publications/video/> – Дата доступа: 14.06.2024.
3. Рама автомобиля Люблин 3 [Электронный ресурс]. <https://www.olx.pl/d/oferta/daewoo-lublin-3-3-5-t-dluga-rama-belka-most-CID5-IDYfrPr.html> – Режим доступа: – Дата доступа: 09.11.2024.

УДК 621.316.722

ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДГУ НА ОБЪЕКТАХ АПК

О.В. Бондарчук, канд. техн. наук, доцент,

Ю.Н. Селюк, ст. преподаватель,

Е.А. Дерушко, магистрант,

А.Р. Шкарупа, студент

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

Аннотация: Изложены основные рекомендации по применению мобильных источников электроэнергии (МДГУ) на предприятиях АПК.

Abstract: The main recommendations for the use of mobile sources of electricity (MDGS) at the enterprises of the agribusiness sector are presented.

Ключевые слова: мобильная энергетическая установка, категория надежности электроснабжения, ДГУ, электроприемник, агропромышленный комплекс.

Keywords: mobile power generator, category of power supply reliability, DGS, electric customer, agribusiness sector.

Введение

Обеспечение надежного электроснабжения крайне важно для агропромышленного комплекса (АПК), поскольку от этого зависит бесперебойность технологических процессов, сохранение продукции и экономическая эффективность сельскохозяйственного производства. Надежное энергоснабжение должно обеспечивать подачу электроэнергии в необходимом объеме и требуемого качества [1]. Для решения данной проблемы в АПК применяют систему автоматического ввода резерва (АВР) для обеспечения бесперебойного питания жизненно важных систем, таких как: системы аварийного освещения, вентиляции, отопления, а также автоматизированные установки. Например, чтобы предотвратить порчу урожая, остановку производственных процессов и обеспечить безопасность животных при отключении основного электроснабжения система АВР переключает нагрузку на резервный источник (например, дизель-генераторную установку – ДГУ).

Основная часть

Потребители первой категории надежности электроснабжения в АПК, которые не могут остаться без электроэнергии – это, в первую очередь, системы жизнеобеспечения (насосные станции, котельные), особо опасные производства, объекты связи и управления, а также оборудование, которое обеспечивает безопасность людей. В сельском хозяйстве это могут быть системы критически важных объектов для животных и птицы или системы аварийного отключения [1].

Это означает, что даже при нарушении электроснабжения на основной линии, эти потребители должны быть запитаны от резервного источника (например, дизельной электростанции (ДЭС) или источника бесперебойного питания – ИБП).

Для обеспечения надежности электроснабжения источников бесперебойного питания (до восстановления электроснабжения от резервной линии) становится во многих случаях недостаточно, кроме того они характеризуются ограниченной мощностью и временем непрерывной работы. Поэтому предложено использование ДГУ как резервного источника питания. Автоматический запуск ДГУ осуществ-

ляется при отсутствии питания от основного источника. Дизель-генераторная установка обеспечивает длительное автономное электроснабжение [2].

На предприятиях АПК также широко можно использовать мобильные дизельные генераторы (МДГУ) для обеспечения энергией [3]: ферм, складов и домов в сельской местности, где нет возможности подключиться к электросети; насосных станций для полива сельскохозяйственных угодий; систем вентиляции в теплицах и для обеспечения работы оборудования, поддерживающего оптимальные условия хранения урожая; временных объектов и оборудование для полевых работ; компенсации пиковых электрических нагрузок на энергосистему.

Мощность ДЭС на шасси (МДГУ) варьируется от 12,5 кВт до 400 кВт в зависимости от производителя.

Развитие МДГУ движется в следующих направлениях [4]: повышение экологичности путем адаптации двигателей для работы на альтернативных видах топлива (биодизель); цифровизация и интеллектуализация: Интеграция в концепцию «Интернета вещей» (IoT) позволяет осуществлять удаленный мониторинг технического состояния, прогнозировать остаточный ресурс узлов и оптимизировать графики технического обслуживания; повышение топливной эффективности. Совершенствование систем впрыска топлива и турбонаддува направлено на снижение удельного расхода топлива; гибридизация. Создание гибридных установок, сочетающих МДГУ с накопителями электрической энергии (аккумуляторные батареи), что позволяет дизелю работать в оптимальном режиме, снижая шум, вибрации и расход топлива.

Заключение

Таким образом, мобильные дизельно-генераторные установки представляют собой высокотехнологичное, надежное и востребованное решение для обеспечения автономного электроснабжения. Несмотря на растущую конкуренцию со стороны возобновляемых источников энергии, МДГУ в обозримой перспективе сохраняют свою ключевую роль в качестве резервного и основного источника энергии в условиях, где другие решения экономически или технически нецелесообразны. Дальнейшие исследования, должны быть направлены на интеграцию МДГУ в гибридные энергокомплексы [4].

Список использованной литературы

1. Сети электрические распределительные сельские напряжением 0,38–10 кВ : ТКП 385-2022 – Взамен. ТКП 385-2012 (02230) – Минск : Минэнерго, 2022. – 65 с.
2. Орлов, Д. А. Автоматический ввод резерва. Принцип работы АВР / Д. А. Орлов // Развитие инструментов управления научной деятельностью : сборник статей международной научно-практической конференции: в 4 частях, Уфа, 18 мая 2017 года. Т. 2. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "ОМЕГА САЙНС", 2017. – С. 100–102.
3. Слепцов, В.В. Перспективы развития мобильной энергетики / В.В. Слепцов, Ю.В. Зинин, А.О. Дителева // Успехи в химии и химической технологии. – ТОМ XXXIII. – 2019. – №1. – С. 28–30.
4. Иванов, Д. В. «Разработка системы предиктивного обслуживания силовых агрегатов ДГУ на основе методов машинного обучения» / Д. В. Иванов, А. С. Петрова // Научный журнал «Приборостроение». – 2023. – Т. 66, № 2. – С. 28–35.
5. Smith, J. «Hybrid Power Systems: Integration of Diesel Gensets with Battery Storage for Improved Efficiency and Reduced Emissions» / J. Smith, A. Johnson // International Journal of Engine Research. – 2021. – Vol. 22, Issue 5. – P. 567–578.

УДК 621.791.92 : 621.81

МАГНИТНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ УПРОЧНЕНИЕ С ПНЕВМОВИБРОДИНАМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВИНТОВЫХ НАСОСОВ

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

Д.Е. Афанасенко, аспирант,

А.А. Косак, магистрант

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

Аннотация: В работе выполнены исследования качественных характеристик покрытий, полученных комбинированной обработкой деталей винтовых объемных насосов.

Abstract: The presents a study of the qualitative characteristics of coatings obtained by combined processing of parts of positive displacement screw pumps.

Ключевые слова: винтовой объемный насос, композиционный порошок, микротвердость покрытий, средняя толщина и шероховатость поверхности, пористость.

Keywords: positive displacement screw pump, composite powder, coating microhardness, average thickness and surface roughness, porosity.

Для упрочнения рабочих поверхностей исполнительных органов винтовых объемных насосов в процессе их изготовления альтернативными термической обработке являются защитные упрочняющие покрытия, полученные комбинированными способами, использующими высокоинтенсивные источники энергии и их различные сочетания [1, 2]. К ним также относится магитно-электрическое

упрочнение (МЭУ) с пневмовибродинамической обработкой (ПВДО) и последующей финишной обработкой [3, 4], позволяющая получить формируемые поверхностные слои с требуемыми физико-механическими и эксплуатационными свойствами за счет снижения остаточных напряжений растяжения в материале. Вместе с тем, исследования качественных характеристик покрытий, полученных комбинированной обработкой деталей винтовых объемных насосов не выполнялись [2, 4].

С этой целью в настоящей работе проводилось изучение качественных характеристик покрытий, полученных комбинированным способом МЭУ и поверхностной ПВДО деталей винтовых объемных насосов. Изучение покрытий, полученных последовательным нанесением паст, состоящих из композиционных ферромагнитных порошков (КМП) – Н70Х17С4Р4 и ПР10Р6М5, а также связующего (эпоксидная смола ЭДП, растворенная в жидком стекле (ТО РБ 02974150-015-99), МЭУ и их последующей ПВДО, осуществлялось на цилиндрических образцах из стали 08Х13 (ГОСТ 5632-2014). Упрочнение поверхностей выполнялось на оптимальных режимах: МЭУ на установке модели УМЭУ-1 с одновременной обработкой формируемого покрытия режущим абразивным кругом [2, 4]; ПВДО – специальным инструментом с рабочими телами (шариками радиусом 5,0 мм) и подачей сжатого воздуха под давлением 0,2 МПа [3, 4]. Микротвердость определялась на приборе ПМТ-3М по стандартной методике, толщина поверхностных слоев – по распределению микротвердости. Измерение шероховатости поверхности производилось на профилографе-профилометре Mitutoyo SJ-201Р, объемной пористость покрытий – методом гидростатического взвешивания.

В результате выполненных исследований выявлено, что покрытия из КМП Н70Х17С4Р4 и ПР10Р6М5, упрочненные МЭУ с ПВДО, по сравнению с МЭУ имеют более высокую плотность и однородность слоев (присутствуют более мелкие поры с размером менее 0,10 мкм) по границам зерен и ячеек, а также большую протяженность зоны термического влияния (более 480 мкм). Результаты исследований микротвердости покрытий показывают, что наибольшее значение средней микротвердости наблюдается у покрытий из КМП Н70Х17С4Р4, полученных МЭУ с ПВДО, и составляет 656 HV_{0,05}, что на 10,4% больше микротвер-

дости покрытий, полученных МЭУ (588 HV_{0,05}), и в 3,04 раза больше по сравнению с материалом основы (216 HV_{0,05}). Отмечается образование малоуглеродистого мартенсита и наличие структурно-свободного феррита, на участках, прилегающих к основе. На самой границе с основой со стороны покрытия образуется тонкий слой со структурой полной закалки, что связано с диффузией углерода из материала основы в жидкую фазу покрытия. Результаты исследований (таблица) показывают, что МЭУ с ПВДО покрытий по сравнению с МЭУ при уменьшении средней их толщины на 8,2–10,7%, позволяет повысить качество упрочненных поверхностей за счет снижения их объемной пористости в 1,2–1,3 раза, средней шероховатости по параметру *Ra* в 1,7–1,8 раза.

Таблица – Показатели качества упрочненных поверхностей

Материал КМП	Средняя толщина покрытий, мкм	Объемная пористость покрытий, %	Средняя шероховатость поверхности (<i>Ra</i>), мкм
МЭУ с обработкой абразивным кругом			
H70X17C4P4	298	4,2	3,2
ПР10P6M5	292	4,4	2,8
МЭУ с обработкой абразивным кругом и ПВДО			
H70X17C4P4	266	3,6	1,8
ПР10P6M5	258	3,5	1,6

В результате выполненных исследований установлено, что ПВДО покрытий после МЭУ позволяет получить более высокую плотность и однородность поверхностных слоев, увеличить микротвердость покрытий на 10,4%. КМО поверхностей по сравнению с МЭУ позволяет повысить качество покрытий за счет уменьшения их объемной пористости в 1,2 – 1,3 раза и средней шероховатости по параметру *Ra* в 1.7 – 1.8 раза.

Список использованной литературы

1. Черноиванов, В.И. Восстановление деталей машин / В.И. Черноиванов, И.Г. Голубев. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 376 с.
2. Акулович, Л.М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле. – Полоцк : ПГУ, 1999. – 240 с.
3. Кожуро, Л.М. Обработка деталей машин в магнитном поле / Л.М. Кожуро, Б.П. Чемисов. – Минск: Наука и техника, 1995. – 232с.
4. Акулович, Л.М. Магнитно-электрическое упрочнение поверхностей деталей сельскохозяйственной техники / Л.М. Акулович, А.В. Миранович. – Минск : БГАТУ, 2016. – 236 с.

УДК 621.791.92 : 621.81

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ЭКСЦЕНТРИКОВЫХ ВИНТОВЫХ НАСОСОВ КОМБИНИРОВАННЫМИ МЕТОДАМИ УПРОЧНЕНИЯ

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

А.А. Косак, магистрант,

Д.Е. Афанасенко, аспирант

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

Аннотация: В работе выполнено исследование износостойкости поверхностей эксцентриковых винтовых насосов, упрочненных комбинированной обработкой.

Abstract: The presents a study of the wear resistance of surfaces of eccentric screw pumps strengthened by combined treatment.

Ключевые слова: эксцентриковый винтовой насос, композиционный ферромагнитный порошок, износостойкость, производительность процесса.

Keywords: Eccentric screw pump, composite ferromagnetic powder, wear resistance, process performance.

Основной причиной выхода из строя эксцентриковых винтовых насосов используемых для непрерывной, равномерной и дозированной перекачки вязких жидкостей с высоким содержанием абразивных частиц (песок, железный колчедан, уголь и др.) является износ рабочих поверхностей ротора (эксцентрикового шнека) [1, 2]. При этом абразивный износ ротора возникает вокруг линии уплотнения насоса в результате контакта твердых частиц с винтовой поверхностью эксцентрикового шнека [2]. Одним из рациональных способов упрочнения контактных поверхностей ротора эксцентрикового винтового насоса является комбинированная обработка (КМО), реализуемая на одном технологическом оборудовании, посредством магнитно-электрического упрочнения (МЭУ) с электро-механической обработкой (ЭМО) и последующей финишной обработкой – шлифованием [3, 4]. В работе с целью обеспечения износостойкости поверхностей рабочих органов эксцентриковых винтовых насосов и производительности КМО проведены исследования с применением метода на основе многопараметрической оптимизации режима КМО с использованием детерминированного и стохастического подходов [5, 6].

В качестве параметров оптимизации КМО рабочих поверхностей взяты следующие параметры: относительная износостойкость

покрытия (ε) и производительность процесса (приращение массы наносимого покрытия) КМО (Q). Испытания износостойкости образцов с покрытиями, полученными КМО и обработанных при оптимальных условиях и режимах процессов, проводились на машине трения СМЦ-2 по стандартной методике по схеме «диск-колодка» при сравнительной оценке износостойкости покрытий из композиционных ферромагнитных порошков (КМП) Н70Х17С4Р4 и ПР10Р6М5 при трении скольжения.

Независимыми переменными приняты следующие факторы: плотность тока i , А/мм²; скорость подачи S , мм/об; окружная скорость заготовки V , м/с; концентрация абразивных частиц в жидкости $K_{\text{ч}}$; величина рабочего зазора δ , мм. Постоянными взяты факторы: магнитная индукция в рабочем зазоре $B = 0,8$ Тл; размер зерен композиционного порошка $\Delta = 240 - 320$ мкм; расход рабочей жидкости $q = 2,3 \cdot 10^{-3}$ дм³/(с·мм²); давление накатника $P = 1,0$ КН; рабочее тело накатника (шарик радиусом 6,0 мм); СОЖ – 5%-й раствор товарного эмульсола Э2 в воде.

Экспериментальные исследования проводили на образцах из стали 08Х13 (ГОСТ 5632-2014), представляющих собой кольца с наружным диаметром 40,0 мм, внутренним – 16,0 мм и высотой 12,0 мм. В результате выполненных экспериментов с применением центрального композиционного ротатбельного униформ-плана получены математико-статистические модели, устанавливающие зависимости параметров оптимизации от технологических факторов КМО.

Установлено, что по степени влияния на относительную износостойкости упрочняемой поверхности ε – в ряд $Y_1 = \varepsilon: i \rightarrow V \rightarrow K_{\text{ч}} \rightarrow S \rightarrow \delta$, а по производительность процесса Q технологические режимы КМО можно выстроить в ряд $Y_2 = Q: V \rightarrow S \rightarrow i \rightarrow K_{\text{ч}} \rightarrow \delta$, а Анализ зависимостей показал, что условия оптимальности для наиболее значимых факторов V , S , $K_{\text{ч}}$ и i ($0,05 < V < 0,06$ м/с; $0,18 < S < 0,28$ мм/об; $0,028 < K_{\text{ч}} < 0,584$ г/см³ и $1,7 < i < 1,9$ А/мм²) позволяют обеспечить стабильность процесса КМО с производительностью в пределах 212,9–225,3 мг/мин и относительной износостойкостью покрытий в пределах 1,8 – 2,5. Также определены оптимальные режимы процесса КМО композиционных ферромагнитных порошков (таблица) с использованием обобщенной функ-

ции желательности Харрингтона методом спирального покоординатного спуска.

Таблица – Оптимальные режимы комбинированной обработки МЭУ с ЭМО

Материал КМП	Оптимальные значения факторов				
	i , А/мм ²	S , мм/об	V , м/с	$K_{\text{ч}}$, г/см ³	δ , мм
H70X17C4P4	1,85	0,181	0,053	0,348	1,55
ПР10Р6М5	1,91	0,212	0,051	0,316	1,50

В результате экспериментальных исследований износостойкости покрытий, полученных комбинированной обработкой МЭУ с ЭМО композиционными порошками, установлено, что по сравнению со сталью 08X13 наибольшей износостойкостью при трении скольжения обладают покрытия из порошка H70X17C4P4 (выше в 2,2–2,5 раза), для порошка ПР10Р6М5 – выше в 1,8–2,3 раза.

Список использованной литературы

1. Балденко, Д.Ф. Одновинтовые гидравлические машины. т. 1: Одновинтовые насосы. / Д.Ф. Балденко и др. – М. : ИРЦ Газпром, 2005. – 486 с.
2. Козорез, А.С. Повышение надежности погружных скважинных электронасосных агрегатов применением новых материалов и износостойких покрытий / А.С. Козорез и др. – Минск: Народная книга, 2008. – 307 с.
3. Акулович, Л.М. Магнитно-электрическое упрочнение поверхностей деталей сельскохозяйственной техники / Л.М. Акулович, А.В. Миранович. – Минск : БГАТУ, 2016. – 236 с.
4. Хейфец, М.Л. Процессы самоорганизации при формировании поверхностей / М.Л. Хейфец Л.М. – Гомель : ИММС НАНБ, 1999. 276 с.
5. Ящерицын, П.И. Планирование эксперимента в машиностроении / П.И. Ящерицын, Е.И. Махаринский. – Минск: Вышэйшая школа, 1985. – 236 с.
6. Аверченков, В.И. Основы математического моделирования технических систем: учеб. пособие / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец. – Брянск : БГТУ, 2004. – 271 с.

УДК 621.791.92 : 621.81

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ДЕТАЛЕЙ ВИНТОВЫХ ОБЪЕМНЫХ НАСОСОВ

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

А.А. Косак, магистрант

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

Аннотация: В работе выполнен анализ и приведена классификация методов повышения износостойкости деталей винтовых объемных насосов.

Abstract: The presents an analysis and classification of methods for increasing the wear resistance of parts of positive displacement screw pumps.

Ключевые слова: винтовой объемный насос, износ, дефект, метод, технология упрочнения и восстановления, износостойкое покрытие.

Keywords: Screw positive displacement pump, wear, defect, method, hardening and restoration technology, wear-resistant coating.

Известно [1, 2], что долговечность деталей винтовых объемных насосов, нашедших преимущественное использование в пищевой и нефтехимической промышленности, определяется их прочностью и износостойкостью. Так, например, винтовые насосы производства компании «Nova Rotors» серий DN (JN, MN и SN) применяются для перекачивания продуктов малой и (или) средней вязкости с твердыми и (или) мягкими включениями (от вина до сметаны, от флокулянтов или коагулянтов до бурового раствора и т.д.).

Преимуществами этих насосов являются: перекачивание продуктов без нарушения их структуры и разрушения включений; обеспечение равномерного потока перекачиваемого продукта; точное регулирование производительности насоса; низкий уровень шума работы насоса.

Вместе с тем, тяжелые условия работы винтовых объемных насосов со значительными пусковыми нагрузками и высокой температурой в рабочей зоне, а также повышенная вязкость жидкости и высокая концентрация абразивных частиц, солей, щелочей, примесей в ней существенно снижают надежность работы деталей насосов. При этом выход из строя винтовых объемных насосов возможен по таким причинам, как качество изготовления, сборки и монтажа, а также механические повреждения и износ рабочих поверхностей основной рабочей пары «ротор-статор» [2, 3].

Данные по распределению дефектов насосов показывают, что более 35 % дефектов – это износ посадочных поверхностей ротора и статора. Исходя из того, что для восстановления этих поверхностей и придания им требуемого комплекса свойств необходимы методы, обеспечивающие высокую твердость, необходимую шероховатость и толщину упрочняемых поверхностей, минимальное термическое влияние на материал основы.

Для этого необходимо выполнить анализ технологий упрочнения и восстановления трущихся поверхностей, определить оптимальный способ обработки типовых деталей винтовых объемных насосов.

Таблица – Примерная классификация технологий упрочнения и восстановления изношенных деталей винтовых объемных насосов

Вид упрочняющей обработки	Метод	Технологический процесс
Упрочнение нанесением покрытий на поверхности	Наплавка легированным металлом	Газопламенная наплавка, электродуговая наплавка, плазменная наплавка, наплавка лазерным лучом, наплавка пучком ионов
	Напыление	Газотермическое напыление, плазменное напыление порошковых материалов, детонационное напыление, электродуговое напыление, лазерное напыление и др.
	Химическое осаждение	Оксидирование, фосфатирование, никелирование, осаждение из газовой фазы, нанесение смазочного материала
	Электрохимическое осаждение	Хромирование, никелирование, борирование, цинкование, меднение, железнение, осаждение электролитических сплавов на основе железа, хрома и др.
	Электрофизические методы	Электроискровое легирование, электроакустическое нанесение покрытий, лазерное легирование, легирование пучком ионов и др.
	Осаждение твердых покрытий из паровой фазы	Термическое испарение тугоплавких соединений, катодно-ионная бомбардировка, электронно-лучевое испарение, электрохимическое испарение
Упрочнение изменением структуры поверхностного слоя	Термическая обработка поверхности	Закалка токами высокой частоты, лазерная закалка, плазменная закалка
	Механическая обработка пластическим деформированием	Накатка, раскатка, дробеструйная обработка, чеканка, вибрационная обработка, обработка взрывом, термомеханическая обработка и др.
	Электрофизическая обработка	Электроимпульсная обработка, электроконтактная, обработка, электроэрозионная обработка, ультразвуковая обработка и др.
Упрочнение изменением энергетического запаса поверхностного слоя	Обработка в магнитном поле	Электромагнитная обработка, обработка в импульсном магнитном поле

В настоящее время известны как традиционные технологии, так и принципиально новые электрофизические, электроннолучевые, лазерные, импульсные и другие, позволяющие получить высоко-

прочные и износостойкие покрытия или слои на различных материалах [4, 5].

Примерная классификация основных технологий упрочняющей обработки металлических поверхностей деталей представлена в таблице.

На основании проведенного анализа технологий упрочнения и восстановления изношенных деталей насосов установлено следующее: современные методы наплавки и упрочнения не могут в полной мере обеспечить формирование бездефектной структуры поверхностных слоев, что значительно снижает основные характеристики деталей – усталостную прочность, жесткость и износостойкость; комбинированная обработка поверхностей посредством нанесения покрытий и последующего поверхностного деформирования позволяет повысить геометрические и физико-механические параметры (шероховатость, пористость, микротвердость и остаточные напряжения), обеспечивающие износостойкость деталей насосов.

Список использованной литературы

1. Восстановление деталей машин : справочник / Ф.И. Пантелеев [и др.] ; под ред. В.П. Иванова. – М. : Машиностроение, 2003. – 672 с.
2. Балденко, Д.Ф. Одновинтовые гидравлические машины. т. 1: Одновинтовые насосы. / Д.Ф. Балденко и др. – М. : ИРЦ Газпром, 2005. – 486 с.
3. Козорез, А.С. Повышение надежности погружных скважинных электронасосных агрегатов применением новых материалов и износостойких покрытий / А.С. Козорез и др. – Минск: Народная книга, 2008. – 307 с.
4. Акулович, Л.М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле / Л.М. Акулович и др. – Полоцк : ПГУ, 1999. 240 с.
5. Хейфец, М.Л. Процессы самоорганизации при формировании поверхностей / М.Л. Хейфец Л.М. – Гомель : ИММС НАНБ, 1999. 276 с.

Секция 3 «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА»

УДК 631.3

ТЕЛЕМАТИКА ПЕРЕВОЗКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ГРУЗОВ: ЭКОНОМИЯ, БЕЗОПАСНОСТЬ, КОНТРОЛЬ

А.И. Фомичев¹, канд. техн. наук, доцент,

Е.А. Криштанов¹, канд. техн. наук, доцент,

В.И. Ветушко¹, ст. преподаватель,

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

¹ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский ГАУ»,

г. Санкт-Петербург, Российская Федерация,

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

Аннотация: Комплексная телематика позволяет не только контролировать маршруты и уровень топлива в грузовиках, но и анализировать эффективность эксплуатации техники, а также сокращать расходы на обслуживание автопарка и исключать хищение ГСМ.

Abstract: Integrated telematics allows not only to control routes and fuel levels in trucks, but also to analyze the efficiency of equipment operation, as well as to reduce vehicle fleet maintenance costs and eliminate fuel theft.

Ключевые слова: телематика, транспортные средства, точное земледелие, перевозка с.-х. грузов.

Keywords: telematics, vehicles, precision farming, agricultural transportation.

Введение

Около половины расходов в хозяйствах при перемещении с.-х. грузов составляет топливо и техобслуживание транспортных средств. Снижение затрат на ГСМ и ТО может помочь инженерной службе повысить эффективность эксплуатации технических систем, а освободившиеся средства направить на развитие и расширение агробизнеса. Современные решения, представленные на рынке, для телематики грузового автотранспорта позволяют: следить за перемещением транспортных средств, предотвращать «левые» рейсы; повысить эффективность расходования топлива через корректировку норм потребления и предотвращения хищений; избежать штрафов за превышение нагрузки на оси; снизить прямые затраты на техобслуживание топливной системы, двигателя, подвески. Телематика грузового автотранспорта помогает внедрить так назы-

ваемые интеллектуальное техническое обслуживание (*predictive maintenance*) парка транспортных средств для перемещения сельскохозяйственных грузов – производить обслуживание грузовика и замену топливных фильтров и др. расходных элементов по износу, т.е. в зависимости от режимов эксплуатации и выработанного ресурса.

Основная часть

Максимальный объем информации обеспечивает комплексное решение (рисунок 1). Вместе с тем, отдельные компоненты решения можно интегрировать в уже установленную в парке систему мониторинга транспортных средств хозяйства:



Рисунок 1 – Оборудование для мониторинга грузовых транспортных средств для перемещения сельскохозяйственных грузов

DFM расходомер топлива. Инструмент прямого измерения расхода топлива в магистралях двигателя. Позволяет получать точные данные о расходе топлива и времени работы, помогает выявлять нетипичные значения, свидетельствующие о неисправности ДВС и топливной системы. Автоматический расчет выбросов CO₂ по расходу топлива. *DUT-E 2Bio дифференциальный датчик уровня топлива.* Определяет изменения характеристики топлива, которые могут указывать на низкое качество, посторонние примеси и иные манипуляции с баком. *GNOM датчики нагрузки на ось.* Позволяют следить за текущей осевой нагрузкой, а также за стабильным превышением (перегрузка) и резкими пиковыми значениями (пробои). *MasterCAN Display.* Дисплей для получения и отображения водителю всех доступных телематических данных. *CANUp телематический шлюз.* Шлюз для сбора и анализа данных от дополнительных и стандартных датчиков, штатных шин CAN J1939 и J1708.

Заключение

Телематика в перевозке с.-х. грузов становится ключевым инструментом для повышения экономической эффективности и безо-

пасности транспортного процесса. Использование современных телематических систем позволяет значительно снизить затраты за счёт оптимизации маршрутов и контроля расхода топлива. Одновременно обеспечивается высокий уровень безопасности благодаря мониторингу состояния транспорта и соблюдению правил движения. Контроль в режиме реального времени даёт возможность своевременно реагировать на внештатные ситуации и минимизировать риски. Внедрение телематики способствует интеграции процессов логистики, улучшая качество и надёжность перевозок сельскохозяйственной продукции, что особенно важно для стабильного развития современного АПК.

Список использованной литературы

1. Современное интеллектуальное оборудование и передовые цифровые технологии для эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и комплексов / В. А. Ружьев, А. А. Крутов, И. В. Кокунова, В. Б. Ловкис // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сб. науч. ст. Межд. науч.-практ. конф., Минск, 24–25 ноября 2022 г. / Белорусский государственный аграрный технический университет. – Минск: БГАТУ, 2022. – С. 35–38. – EDN YRNJPZ.

2. Ружьев В.А. Моделирование управлением смешанными перевозками при оптимизации эффективности логистических систем / В.А. Ружьев, Р.Ю. Максименко // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения: сб. науч. тр. Межд. науч.-практ. конф. профессорско-преподавательского состава, Санкт-Петербург-Пушкин, 28–30.01.2016 г. / . Том ЧП. – СПб. – Пушкин: СПбГАУ, 2016. – С. 435–437. – EDN WFCVBX.

УДК 330.117:338.43

УСЛОВИЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Т.Н. Кузьмина¹, ст. научный сотрудник,

Н.И. Болтянская², канд. техн. наук, доцент,

¹*ФГБНУ «Росинформагротех», р.п. Правдинский,*

²*Мелитопольский государственный университет, г. Мелитополь*

Аннотация: в статье обозначены условия, которые будут формировать цифровую трансформацию всего сельского хозяйства и его предприятий в разных контекстах.

Abstract: the article outlines the conditions that will shape the digital transformation of all agriculture and its enterprises in different contexts.

Ключевые слова: цифровая трансформация, сельское хозяйство, модернизация, условия.

Keywords: digital transformation, agriculture, modernization, conditions.

Введение

Цифровизация, используется сельскохозяйственными предприятиями для изменения бизнес-модели, что обеспечивает формирование новых доходов и возможности для создания нового типа цепей стоимости. Цифровизация и много новых технологий, которые развиваются очень высокими темпами, разрушительны, т.е. они революционно меняют установленные в течение определенного времени технологические процессы и цепи формирования стоимости. Эти технологии заставляют компании менять свой бизнес-подход, рискуя потерять часть рынка или стать неконкурентным, если они этого не делают [1-3].

Основная часть

В сельском хозяйстве новые технологии могут модернизировать отрасль, способствуя реализации инноваций в агробизнесе и создать новые возможности для сельскохозяйственных предприятий в таких сферах, как биологическая отрасль, устойчивость экосистемы и т.д. Однако масштабы этой трансформации и связанные с этим влияния на агросектор, цепи ценностей и общая аграрная политика являются очень изменчивыми и будут отличаться в зависимости от цели и технологий, которые используются [2-4].

Существует несколько условий, которые будут формировать цифровую трансформацию всего сельского хозяйства и его предприятий в разных контекстах, среди которых выделяют две группы (рисунок 1): базовые (основные) условия цифровизации сельского хозяйства производства (минимальные условия, необходимы для использования технологий); вспомогательные (возможные) условия, способствующие внедрению технологий.

Обозначенные условия способствуют цифровизации сельскохозяйственного производства. Доступ к цифровым технологиям может предложить значительные преимущества аграриям, малому бизнесу, посредникам, трейдерам и другим игрокам аграрного рынка, предоставляя ссылки на поставщиков и информацию, позволяющую строить стратегическое партнерство, получать доступ к службам поддержки, таким как обучение, финансы и юридические услуги, охватить рынки и клиентов аграрной продукции, что есть критически важным во время перестройки цифрового аграрного сектора.



Рисунок 1 – Базовые и вспомогательные условия цифровизации сельскохозяйственного производства

Однако внедрение цифровых технологий в сельской местности может стать проблемой. Во всем мире, сельское население уменьшается, а возможности для образования и трудоустройства ограничены. Частой проблемой есть отсутствие инфраструктуры, включая базовую ИТ-инфраструктуру, особенно в очень удаленных сельских общинах. Создание будущей «цифровой экосистемы сельского хозяйства» требует благоприятных условий для инноваций в агросфере. Уже сейчас в Запорожской области увеличивается финансирование и сотрудничество относительно проектов цифрового сельского хозяйства, и стартапы начинают привлекать внимание международных инвесторов и СМИ. Молодежь играет важную роль в этом процессе, т.к. имеет преимущество в цифровой грамотности и возможности инновационных решений. Это в значительной степени влияет на использование цифровых инноваций. Однако важнейшим компонентом для разблокирования возможностей использования цифровых технологий в агросфере есть доступ к сети Интернет.

Список использованной литературы

1. Skliar O. Directions of reproduction of the technical potential of agrarian production / O. Skliar, R. Skliar // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. – Горки: БГСХА, 2022. Вып. 7. – С. 280–284.
2. Boltianska N. Use of artificial intelligence in agricultural production / N. Boltianska, A. Gvozdev, T. Kuzmina, V. Kuzmin // Формирование эффективной системы менеджмента в условиях транзитивной экономики: матер. I Межд. научно-практ. конф. – Мелитополь: МГУ, 2024 – С. 443–445.
3. Nesterenko S. Main directions of educational work, means and forms of their implementation / S. Nesterenko, N. Boltianska // Технично-технологическое обеспечение

инноваций в агропромышленном комплексе: материалы II Межд. научно-практ. конф. – Мелитополь: МГУ, 2023. – С. 463–466.

4. Старостенко М.В. Влияние инфраструктуры на развитие сельских территорий в Запорожской области / М.В. Старостенко // Технико-технологическое обеспечение инноваций в агропромышленном комплексе: матер. I Межд. научно-практ. конф. – Мелитополь: МГУ, 2022. – С. 76–79.

УДК 631.354.2

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ В ЗАО «АГРОКОМБИНАТ НЕСВИЖСКИЙ»

Д.С. Праженик, ст. преподаватель,

В.В. Носко, ст. преподаватель,

Ю.А. Нестеров, студент

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

Аннотация: в данной статье определен удельный вес отказов зерноуборочных комбайнов участвовавших в уборочной страде ЗАО «Агрокомбинат Несвижский».

Abstract: this article defines the specific weight of failures of grain harvesting combines participating in the harvesting campaign of JSC "Agrokombinat Nesvizhsky".

Ключевые слова: уборка, зерноуборочные комбайны, наработка, надежность, отказы.

Keywords: harvesting, grain harvesters, operating time, reliability, failures.

Введение

Продолжительность уборочных работ должна ограничиваться агротехническими сроками, что позволит достичь снижение потерь и соответственно увеличить валовый сбор зерна [1]. В настоящее время своевременную и качественную уборку невозможно представить без надежных производительных зерноуборочных комбайнов, в том числе отечественного производства.

Основная часть

Важным показателем, характеризующим эффективность эксплуатации комбайнов и оказывающим прямое влияние на их конкурентоспособность, является надежность машин. В ЗАО «Агрокомбинат Несвижский» в уборочной страде 2025 г. использовалось 4 зерноуборочных комбайнов, в том числе: 1 зерноуборочный комбайн производства компании John Deere (John Deere S780i модель 2020 г. выпуска) и 3 комбайна – фирмы ОАО Гомсельмаш (КЗС-3219 модель 2023 г. и 2 машины КЗС-1218А1 2017 г. и 2018 г. производства).

Ее оценка проводилась на основании данных об отказах техники, использовавшейся на уборке в 2025 г. сельскохозяйственной организацией ЗАО «Агрокомбинат Несвижский». На рисунке 1 представлена информация об удельном весе отказов зерноуборочных комбайнов John Deere S780i, КЗС-3219 и КЗС-1218А1, при этом уровень всех отказов был принят за 100 %. Необходимо отметить, что в 2025 г. на зерноуборочные комбайны произошло 15 серьезных отказов.

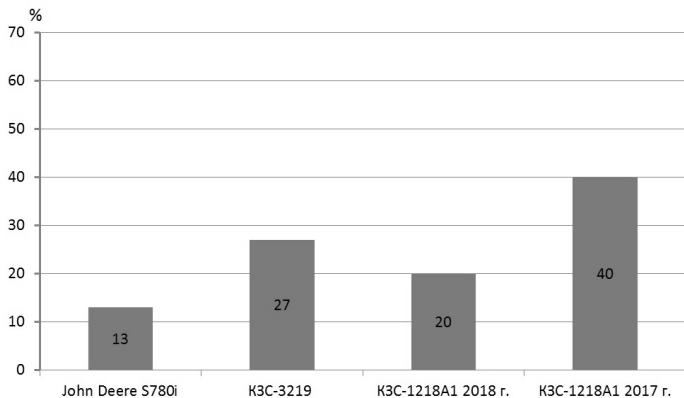


Рисунок 1 – Удельный вес отказов зерноуборочных комбайнов

Ниже проведен более подробный анализ отказов зерноуборочных комбайнов с разделением их на группы в зависимости от направления мероприятий, которые позволят предотвратить эти отказы: зерноуборочный комбайн John Deere S780i (поломка загрузного шнека бункера и ножа жатки); зерноуборочный комбайн КЗС-3219 (поломка колосового элеватора, выход из строя вариатора барабана, редуктора соломосепаратора, муфты гидронасоса двухсекционного); зерноуборочные комбайны КЗС-1218 А1 2018 г. (поломка колосового элеватора, ножа жатки, натяжного устройства); зерноуборочные комбайны КЗС-1218 А1 2017 г. (поломка колосового элеватора, выход из строя битера отбойного, транспортёра наклонной камеры, соломотряса, вариатора барабана, коробки передач).

Выделим следующие группы [1]: группа А – отказы, предотвращение которых требует совершенствования конструкции; группа Б – отказы собственного производства, предотвращение которых требует совершенствования технологии их изготовления или укреп-

пления производственной дисциплины; группа В – отказы некоторых покупных комплектующих изделий, предотвращение которых требует совершенствования данных компонентов поставщиками или смены последних; группа Г – отказы, предотвращение которых требует соблюдения правил эксплуатации.

Приведенные данные свидетельствуют о высоком удельном весе отказов группы В по сравнению с другими группами. Это связано как с переходом к поставщикам, предлагающим комплектующие по более привлекательной цене, так и медленными действиями поставщиков по совершенствованию своей продукции. Кроме того, не всегда поставляются качественные запчасти, особенно если они не оригинальные, т. е. не с завода-изготовителя.

Заключение

В результате оценки надежности техники установлен ее недостаточный уровень у машин отечественного производства. Больше всего отказов наблюдается по причине выхода из строя покупных комплектующих изделий (отказы группы В). Второе место приходится на отказы группы Б – отказы собственного производства, исключение которых требует совершенствования технологии их изготовления или укрепления производственной дисциплины. Отказы группы Г – отказы, исключение которых требует соблюдения правил эксплуатации, занимают третье место. На последнем месте отказы группы А – отказы исключение которых требует совершенствования их конструкции.

Список использованной литературы

1. Липская, В.К. Особенности формирования конкурентоспособности зерноуборочной техники / В. К. Липская // Аграр. экономика. – 2013. – № 6. – С. 52–63.

УДК 330.117:338.43

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРОНОВ И СПУТНИКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЦИФРОВОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

А.С. Вороненко, ассистент,

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

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

Аннотация: В статье рассматриваются современные подходы к применению дронов и спутниковых технологий в цифровом земледелии.

Abstract: The article examines modern approaches to the use of drones and satellite technologies in digital agriculture.

Ключевые слова: дрон, спутник, земледелие, показатели, анализ, снимок.
Keywords: drone, satellite, agriculture, indicators, analysis, image.

Введение

Сельское хозяйство остается одним из важнейших секторов мировой экономики и ключевым фактором продовольственной безопасности. Однако рост численности населения, ограниченность земельных и водных ресурсов, изменение климата и возрастающая нагрузка на экосистемы ставят перед аграрным сектором новые задачи. В этих условиях цифровое земледелие, основанное на использовании спутниковых технологий, беспилотных летательных аппаратов и систем анализа данных, становится инструментом повышения эффективности и устойчивости агропроизводства.

Основная часть

Спутники дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) предоставляют возможность получать объективные данные о состоянии сельскохозяйственных угодий на больших территориях. Современные спутниковые миссии (Sentinel, Landsat, WorldView и др.) обеспечивают высокое спектральное и временное разрешение, что позволяет:

Оценивать биомассу и продуктивность растений. С помощью вегетационных индексов (NDVI, SAVI, EVI) агрономы могут отслеживать рост культур и прогнозировать урожайность.

Контролировать водный баланс. Тепловые каналы спутников помогают определять уровни влажности почвы, что важно для систем орошения.

Мониторить стрессовые факторы. Изменения спектральных характеристик позволяют выявлять последствия засух, заморозков и нашествий вредителей.

Прогнозировать климатические риски. Данные спутников сочетаются с метеорологическими моделями, формируя систему раннего предупреждения.

Таким образом, спутниковый мониторинг обеспечивает стратегическое управление сельским хозяйством на макроуровне. В отличие от спутников, дроны обеспечивают более детализированный и оперативный мониторинг сельскохозяйственных угодий. Беспилотники способны фиксировать мельчайшие изменения в состоянии посевов, которые зачастую остаются незаметными при дистанционном наблюдении из космоса. Использование мультиспектральных и тепловизионных камер позволяет выявлять первые признаки заболеваний растений, определять зоны с дефицитом влаги или элементов питания, а также фиксировать повреждения, вы-

званные неблагоприятными погодными явлениями. Кроме наблюдения, дроны все чаще применяются в активных агротехнологических операциях, таких как точечное опрыскивание культур, внесение удобрений в труднодоступных местах. Это делает их не только инструментом диагностики, но и элементом автоматизации сельскохозяйственного производства.

ЦИФРОВОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ



Рисунок 1 – Взаимодействие спутников, дронов, наземных сенсоров и агронома через цифровую платформу

Внедрение таких технологий приносит значительные преимущества. Аграрные предприятия получают возможность оптимизировать расход ресурсов, снижать затраты на воду, удобрения и средства защиты растений, минимизировать экологическую нагрузку на окружающую среду и повышать качество продукции. Оперативное выявление проблемных зон позволяет сократить потери урожая, а прогнозные модели дают возможность более точно планировать сбыт и логистику. Вместе с тем цифровое земледелие сталкивается с рядом вызовов. Ключевыми препятствиями остаются высокая стоимость оборудования, необходимость подготовки квалифицированных кадров, недостаточная развитость интернет-инфраструктуры в сельских регионах, а также нормативные ограничения на использование беспилотных систем.

Несмотря на эти трудности, развитие технологий идет по пути повышения их доступности и интеграции в глобальные цифровые платформы. Будущее цифрового земледелия связано с созданием автономных систем, в которых дроны будут самостоятельно проводить мо-

мониторинг и выполнять агротехнические операции без участия человека, а спутники в реальном времени обеспечивать данные для стратегического управления. Облачные сервисы и интернет вещей объединят все элементы агротехнической экосистемы – от наземных сенсоров и метеостанций до орбитальных спутников и беспилотных летательных аппаратов. Искусственный интеллект будет играть ключевую роль в автоматической диагностике болезней и построении адаптивных моделей управления сельскохозяйственными процессами.

Заключение

Таким образом, использование дронов и спутниковых технологий становится фундаментом цифрового земледелия. Эти инструменты позволяют сочетать глобальный охват и стратегическое видение с точечным контролем и оперативным реагированием, что обеспечивает качественно новый уровень управления агропроизводством. В условиях роста мирового населения, изменения климата и необходимости рационального использования природных ресурсов такие технологии представляют собой стратегически важное направление развития сельского хозяйства, способное обеспечить продовольственную безопасность и устойчивое развитие аграрного сектора в XXI веке.

Список использованной литературы

1. Практикум по точному земледелию : учебное пособие / А. И. Завражнов, М. М. Константинов, А. П. Ловчиков, А. А. Завражнов. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 224 с.
2. Труфляк Е. В., Трубилин Е. И. Точное земледелие. Учебное пособие для вузов, 3-е изд., стер. 2021. – 376 с.
3. Вельмисов, В. В. Цифровое сельское хозяйство: современные тенденции и перспективы развития. – Москва: КолосС, 2021.
4. Гурьянов, А. С. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование Земли в сельском хозяйстве. – Санкт-Петербург: Изд-во СПбГУ, 2020.
5. Жеребцов, Г. А., Мухаметзянов, И. И. Применение беспилотных летательных аппаратов для мониторинга сельхозугодий // Вестник аграрной науки. – 2022. – №4. – С. 34–41.
6. Киселёв, С. В. Экономика цифрового земледелия: эффективность и барьеры внедрения // Агроэкономика. — 2021. – Т. 8. – №3. – С. 15–23.
7. Лаптев, Н. Ю. Дроны в растениеводстве: опыт применения в России и за рубежом // Наука и инновации в агропромышленном комплексе. – 2022. – №6. – С. 44–51.
8. Мартынов, П. Н. Спутниковое картографирование сельскохозяйственных земель. – Москва: Наука, 2019.
9. Никифоров, А. Г. Информационные технологии в аграрном производстве. – Краснодар: КубГАУ, 2020.
10. Пашенко, С. А. Применение индексов NDVI и EVI в сельском хозяйстве // Агрофизика. – 2021. – №5. – С. 60–68.

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ЛЮЦЕРНЫ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

И.В. Киричкова, д-р с.-х. наук, профессор,

Ф.И. Вдовенко, канд. с.-х. наук, доцент,

О.М. Воробьева, канд. с.-х. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ»,

г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация: Изменения основных показателей фотосинтетической деятельности растений люцерны в зависимости от режима орошения и сравнение данных по сортам.

Введение

Главным показателем, характеризующим размеры фотосинтетического аппарата во времени, является рост площади листьев. У люцерны листья являются к тому же хозяйственно-ценной частью урожая, так как в них примерно в 2 раза выше содержание питательных веществ, чем в стеблях. Проблема снижения дефицита растительного белка остается одной из важнейших в современном кормопроизводстве Российской Федерации. Решение ее в значительной степени связывается с расширением посевов и повышением урожайности многолетних бобовых трав.

Основная часть

Цель излагаемая в работе результатов исследований сводилась к установлению оптимальных параметров режимов орошения, обеспечения и обеспечивающих в сочетании с другими факторами получение программируемых урожаев люцерны районированных и перспективных сортов на уровне 36–72 в первый, 60–120 во второй и 48–96 т/га зеленой массы в третий год жизни. Для изучения были взяты пять сортов люцерны, из которых два районированных местной селекции (Ленинская местная и ВНИИОЗ-16) и три – перспективных Украинской селекции Вавилонка, Синская и Зарница. Программой исследований предусматривалось решение следующих вопросов: Установить основные особенности формирования урожайности, изучить влияние режимов орошения на фотосинтетическую деятельность, накопление вегетативной массы растений люцерны разных лет.

В связи с изменяющейся при разном водном режиме почвы (60,70,80% НВ) по годам (1,2,3) продуктивностью люцерны в первом варианте планировалось получение урожайности в первый год 24–36, во второй 40–60, в третий 32–48 т/га. На втором варианте

соответственно: 24–60, 40–10, 32–72, на третьем: 36–72, 60–120, 48–96 т/га зеленой массы. На основании учета климатических и в частности: теплоэнергетических ресурсов, сравнения их с потребностью растений в определенной сумме температур на формирование зеленой массы укосной спелости, 3 года использования люцерны планировалось получить 11 укосов, в первый год – 3, во второй и третий годы жизни по 4 укоса. Исследования проводили в Волгоградской области ОПХ «Орошаемое» в 7-ми польном экспериментальном кормовом севообороте с тремя полями люцерны. Нами ставилась задача выявить изменения основных показателей фотосинтетической деятельности растений люцерны в зависимости от режима орошения и затем сравнить данные по сортам. Таким образом в среднем по всем годам исследований наиболее продуктивно работали посевы люцерны второго года жизни как и во всех вариантах. Максимальная площадь листьев на посевах второго года жизни в варианте 60 НВ составила 49,4, а в варианте 80 % НВ – 58,6 тыс. м²/га (сорт Вавилонка). Численные значения фотосинтетического потенциала в наших опытах определялись главным образом уровнями влагообеспеченности. Максимальных величин этот показатель достигал в вариантах с режимом орошения 80 % НВ по сорту Вавилонка и составлял в первый год жизни 2,40, во второй год – 4,44, в третий – 3,96 млн. м²/га. По укосам от первого к последнему эти показатели уменьшаются.

Одним из основных показателей оценки степени эффективности предлагаемых режимов орошения с-х культур являются затраты воды на получение высоких урожаев. Изучение реакции люцерны на различные предполивные пороги влажности почвы и установление эффективности режимов орошения проводилось нами на посевах первого, второго и третьего годов жизни на фоне осенней влагозарядки нормой 700 м³/га. В период вегетации сроки проведения поливов в каждом по водному режиму почвы варианте определялись снижением влажности до предполивного порога, определенного схемой опыта. Люцерна первого года жизни в 2022 и 2023 г.г. после выхода из под покрова сформировала два, в 2024 г. – три укоса. Люцерна второго года жизни – четыре, люцерна третьего года соответственно – четыре и пять укосов. В среднем по годам жизни и годам исследований максимально высокие урожаи зеленой массы при естественном плодородии почвы получены при поддержании 80 % порога увлажнения – 39,0 т/га (Зарница) в первый год, 69,8 (Вавилонка) – во второй и 54,9 т/га (Вавилонка) – в третий год.

Заключение

Оценка изучаемых сортов по продуктивности, толерантности к заболеванию, качеству корма показала явные преимущества новых, по сравнению с районированными, сортов люцерны Вавиловка и Синская. На посевах первого года жизни за 2-3 укоса они формировали 33,7–54,8, второго 52,2–113,6 и третьего 37,4–95,3 т зеленой массы, что соответственно на 12,5–8,0, 14,3–8,2 и 0,9–8,5 % выше по сравнению со стандартом (Ленинская местная). Растения сортов Вавиловка, Синская и Зарница в год посева практически не поражались заболеванием «карликовая кустистость». В последующие годы больных растений на них отмечалось в 1,5–2,0 раза меньше, чем на посевах Ленинской местной и ВНИИОЗ-16. Доля укоса в годовом урожае люцерны не зависит от режима орошения. В год посева на долю первого укоса приходится 18, вторую – 53, третьего – 29 %. На посевах прошлых лет в зависимости от числа укосов, 4 или 5, в первом укосе формируется 30–39, во втором – 24–31, в третьем – 19–20, четвертом – 10–15, в пятом – 9–10 % суммарного урожая.

Список использованной литературы

1. Дронова Т.Н. Влияние покровных культур на продуктивность люцерны при орошении. Науч. Тр. ВАСХНИЛ. Биологические основы орошаемого земледелия. М., 2006. – С. 90–93.
2. Кружилин И.П., Дронова Т.Н., Белякова Н.А. Продуктивность и кормовая ценность различных сортов люцерны на орошаемых землях. Ж. Вестник с-х науки, № 12, 2020. – С. 103–108.
3. Кутузова А.А. Перспективные технологии создания и использования высокопродуктивных сенокосов и пастбищ. М. ВИК 2023. С. 24–34.
4. Милюкина А.А. Режим орошения и водопотребление люцерны на сено в зоне светло-каштановых почв Волго-Донского междуречья Автореф. Канд. Дисс., Волгоград, 2024, 22 с.
5. Чурзин В.Н. Влияние норм высева и высоты скашивания на урожай и качество сена люцерны. Приемы индустриальной технологии возделывания кормовых культур, Волгоград, 2022 г., С. 39–44.

УДК 631.3.072

СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ ВРЕМЕНИ НА ХОЛОСТЫЕ ХОДЫ МТА

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

И.П. Прокопенко, магистрант

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

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы определения рациональных условий эксплуатации МТА, потерь времени и топлива на холостых поворотах и переездах агрегатов при выполнении полевых механизированных работ.

Abstract: The article examines the issues of determining rational operating conditions of MTA, time and fuel losses during idle turns and relocation of units during field mechanized work.

Ключевые слова: холостой ход, поворот, ресурсосбережение, движение, способ.

Keywords: idle, turn, resource saving, movement, method.

Введение

Значительные потери времени и топлива при выполнении полевых механизированных работ связаны с холостыми поворотами и переездами агрегатов. Поэтому уменьшение указанных потерь имеет важное значение. Для эффективного решения проблемы необходимо учитывать все условия работы агрегатов.

Основная часть

Анализ работы пахотных агрегатов показал, что наиболее часто используются два способа движения: с чередованием загонов всвал и вразвал и беспетлевой комбинированный.

В целях ресурсосбережения наиболее эффективен такой способ движения, который при прочих равных условиях обеспечивает минимум общих потерь времени смены на холостые ходы МТА ($T_x \rightarrow \min$), а также расхода топлива ($\Theta_x \rightarrow \min$). Значение потерь времени смены при обработке одного участка в общем виде определяется по выражению

$$T_x = T_{xx} + n_3 T_{bc}, \quad (1)$$

где T_{xx} – длительность холостого хода на участке, с; n_3 – количество загонов на участке; T_{bc} – вспомогательное время, с.

Вспомогательное время в пределах одного загона включает время на раметку загона, настройку плуга для первого прохода, переналадку для основной работы, для разравнивания свальных гребней и развальных борозд, подготовку агрегата для переезда на соседний загон и др.

После преобразований выражения (1) получим обобщенное выражение для обоих способов движения

$$T_x = \frac{F}{L} \left[\left(\frac{C}{2b_p} + \frac{b_p}{C} A_x + D_x \right) \frac{1}{v_x} + \frac{T_{bc}}{C} \right], \quad (2)$$

где F – площадь обрабатываемого участка, м²; L – длина гона, м; v_x – средняя скорость при холостых поворотах и переездах, м/с; C – ширина загона, м; b_p – рабочая ширина захвата агрегата, м; A_x ,

D_x – коэффициенты, характеризующие кинематические показатели и организационные особенности использования агрегатов с учетом длины гона.

Обобщенный расход топлива, затраченный на холостой ход агрегата на участке, для обоих способов движения

$$\Theta_x = \frac{F}{L} \left[\left(\frac{C}{2b_p} + \frac{b_p}{C} A_x + D_x \right) \frac{G_{\text{тх}}}{v_x} + \frac{G_{\text{то}} \mu_x T_{\text{вс}}}{C} \right], \quad (3)$$

где $G_{\text{тх}}$, $G_{\text{то}}$ – средние расходы топлива при холостом ходе агрегата и на остановках, связанные с выполнением вспомогательных операций, кг/с; μ_x – доля $T_{\text{вс}}$ в течение которой двигатель работает.

Оптимальная ширина загона, обеспечивающая наименьший расход топлива на холостой ход, определяется по формуле (3) при условии $d\Theta_x / dC = 0$:

$$C_{\text{опт}} = b_p \sqrt{2 \left(A_x + \frac{G_{\text{то}} \mu_x T_{\text{вс}} v_x}{b_p G_{\text{тх}}} \right)}. \quad (4)$$

Из сравнения формул (2) и (3) следует, что по равенству (4) обеспечивается и минимум потерь на холостой ход ($T_x \rightarrow \min$) если принять $G_{\text{тх}}=1$; $G_{\text{то}}=1$; $\mu_x=1$. По форм по критерию улам (3) и (4) можно определить также холостой путь агрегата S_x на участке и соответствующую оптимальную ширину загона по критерию ($S_x \rightarrow \min$), если принять, что $v_x=1$; $G_{\text{тх}}=1$; $T_{\text{вс}}=0$:

$$S_x = \frac{F}{L} \left(\frac{C}{2b_p} + \frac{b_p}{C} A_x + D_x \right), C_{\text{опт}} = \sqrt{2A_x}. \quad (5)$$

Определение $C_{\text{опт}}$ только по критерию ($S_x \rightarrow \min$) недостаточно полно отвечает современным требованиям ресурсосбережения, не учитываются также различные возможные варианты обработки поворотных полос, а также свальных гребней и развальных борозд, которые оказывают существенное влияние на T_x , S_x , $C_{\text{опт}}$. Эти особенности в рассмотренной методике учитываются коэффициентами A_x , и D_x .

Заключение

Изложенная методика может применяться для решения как проектных, так и эксплуатационных задач, связанных с определе-

нием рациональных условий эксплуатации МТА, потерь времени и топлива на холостых поворотах и переездах агрегатов при выполнении полевых механизированных работ.

Список использованной литературы

1. Система перспективных машин и оборудования для реализации эффективных технологий производства и первичной переработки основных видов продукции растениеводства и животноводства на 2021–2025 годы и на период до 2030 года : (методические рекомендации)/ Нац. Акад. Наук Беларуси [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2024. – 118 с.
2. Непарко, Т.А. Технология и техническое обеспечение производства продукции растениеводства [Электронный ресурс] : электронное учебное пособие / Т.А. Непарко ; Минсельхозпрод РБ, УО «БГАТУ», Кафедра ЭМТП и А. – Электронные данные (160 618 939 байт). – Минск : БГАТУ, 2023. – Загл. с экрана.
3. Непарко, Т.А. Моделирование взаимодействия технических средств при производстве механизированных работ / Т.А. Непарко // Агропанорама. – 2004. – № 3. – С. 14–17.
4. Непарко, Т.А. Прогнозирование рационального состава машинно-тракторных агрегатов / Т.А. Непарко // Агропанорама. – 2004. – № 2. – С. 30–36.

УДК 631.356

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ МАШИН ДЛЯ УБОРКИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В УСЛОВИЯХ КАЗАХСТАНА

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

**С. Бекбосынов, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник,
В.П. Голобородько, канд. с.х. наук, ведущий научный сотрудник,**

С.С. Калиева, докторант, ст. научный сотрудник,

А.А. Ермакбаев, ведущий инженер

ТОО «НПЦ Агроинженерии», г. Алматы, Республика Казахстан

Аннотация: Проведен анализ свеклоуборочной техники имеющейся на первичном и вторичном рынках Казахстана. Установлено, что в условиях южной, юго-восточной зоны Казахстана, где возделывание сахарной свеклы сосредоточено в основном в мелких и средних хозяйствах целесообразно использовать прицепную корнеуборочную технику.

Abstract: The analysis of sugar beet harvesting equipment available in the primary and secondary markets of Kazakhstan was conducted. It was established that in the conditions of the southern and southeastern zones of Kazakhstan, where sugar beet cultivation is concentrated mainly in small and medium-sized farms, it is advisable to use trailed root harvesting equipment.

Ключевые слова: Сахарная свекла, свеклоуборочные комбайны, выкапывающие рабочие органы.

Key words: Sugar beet, sugar beet harvesters, digging working bodies.

Введение

Сахарная свекла является одной из важнейших технических культур, выращиваемых в Казахстане. Известно, что на сегодня сахар относится к стратегическим продуктам питания, формирующим пищевую безопасность населения страны и обеспеченность основным сырьем ряда отраслей пищевой индустрии и кормопроизводства. При этом в Казахстане сохраняется высокая зависимость от импорта сахара.

Основная часть

В целях создания технологических и экономических условий для увеличения объемов производства сахара был разработан Комплексный план развития сахарной отрасли до 2026 года. В ходе реализации плана в 2024 году площади посевов сахарной свеклы в Казахстане увеличили почти в два раза – до 25,2 тысячи гектаров, был получен рекордный урожай в 1,3 млн тонн.

Основные площади сахарной свеклы находятся в орошаемой зоне Юго-Востока Казахстана в Алматинской, Жетысуской и Жамбылской областях. Климат зоны резко-континентальный, Основные особенности и сложности возделывания и уборки сахарной свеклы заключаются в наличии в этих областях почв склонных к переуплотнению и повышенной твердости, которая достигает 3–4 МПа.

Это сказывается на качестве технологических операций по уборке корней неадаптированными к таким условиям машинами [1]. В таблице 1 приведены данные по наличию свеклоуборочной техники по областям Республики Казахстан.

Таблица 1 – Наличие свеклоуборочной техники в Республике Казахстан (состояние на 1.03. 2025г)

№	Группы свеклоуборочной техники	Общее кол-во, ед.	В том числе по областям:			
			Алматинская	Жетысуская	Жамбылская	Другим областям
1	Самоходные свеклоуборочные комбайны	38	2	22	14	-
2	Прицепные свеклоуборочные комбайны	118	5	85	25	3
3	Ботвоуборочные машины	79	3	56	18	2
Всего:		235	10	163	57	5

Основу свеклоуборочной техники в Республике составляют машины сроки службы которых 15 лет и более. В последнее время на

рынке появилась зарубежная свеклоуборочная техника, применение которой в хозяйствах не всегда оправданно, так как она имеет высокую стоимость и предназначены на большие объемы посевных площадей и высокую урожайность.

Таблица 2 – Технические характеристики комбайнов
а)самоходных комбайнов

Показатели	Значение показателя			
Фирма, страна производитель	«Agrifac» Голландия	«FranzKleine» Германия	«Holmer» Германия	«Grimme» Германия
Марка машины	Комбайн WKM 9000	Комбайн SF10-2	Комбайн Terra Dos T- 4	комбайн Grimme Rexor 630
Номинальная мощность двигателя л.с.	300	390	460	653
Число убираемых рядков,шт	6	6	6	6
Ширина междурядий, см	45–75	45	45–60	45–50
Объем бункера,м ³	9	13,5	45	30
Масса,кг	7000	16850	32000	29000

б)прицепных комбайнов

Показатели	Значения показателя					
Фирма, страна производитель	«Amity Technology» США	«STOLL» Германия	«Ритм» Россия	«Grimme» Германия	«Fortis-man» Китай	«Harmak» Турция
Марка машины	Комбайн Amity Wic 2300	Комбайн V202	Комбайн КПС-6	Комбайн Rootster 604	Комбайн 4TS-4B	Комбайн PHM-02
Агрегатируется с тракторами, л.с	170	75	150	185	120–220	100–120
Число рядков, шт.	4–6	2	6	6	4	2
Ширина междурядий, см	51–75		45	45-50	45-50	45-75
Объем бункера,м ³	5	10	5	6	6	5
Масса,кг	20900	3960	9450	9100	3600	4600

Как показывает опыт ее использования при сложных почвенных условиях (повышенная плотность и твердость, а также пониженная или повышенная влажность почв) качество уборки корней ухудшается: происходит залипание почвой выкапывающих и сепарирующих рабочих органов; увеличиваются потери и повреждаемость корнеплодов. В связи с этим травмирования корней достигает 30% [2,3].

В силу отсутствия в стране серийного производства свеклоуборочных машин усилилась тенденция приобретения комбайнов зарубежного производства. В таблице 2 приведены технические характеристики приобретаемых в последнее время комбайнов в республике [2].

Из анализа работ имеющихся на рынке комбайнов следует, что недостатком их выкапывающих рабочих органов является неудовлетворительное заглубление на твердых и плотных почвах, недостаточное крошение пласта почвы, препятствующее извлечению корней.

Для решения данной задачи по снижению травмирования корней и их загрязненности почвой нами разрабатывается экспериментальный выкапывающий рабочий орган, конструкция которого будет предусматривать дополнительное крошение и сепарирование почвы.

Заключение

Климат южной, юго-восточной зоны республики резко-континентальный. Основные особенности и сложности возделывания и уборки сахарной свеклы заключаются в наличии в этих областях почв склонных к переуплотнению и повышенной твердости. Это сказывается на качестве технологических операций по уборке корней неадаптированными к таким условиям свеклоуборочными комбайнами. В условиях мелких и средних хозяйствах целесообразнее использовать прицепную корнеуборочную технику. Разрабатывается адаптированный к почвенным условиям экспериментальный выкапывающий рабочий орган, конструкция которого будет предусматривать дополнительное крошение и сепарирование твердой почвы.

Список использованной литературы

1. Комплексный план по развитию сахарной отрасли в Республике Казахстан на 2022–2026 годы Утвержден постановлением Правительства Республики Казахстан от 22 сентября 2022 года № 726[Электронный ресурс]. / Режим доступа: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2200000726> (дата обращения 20.08.2025).
2. Бондаренко Е.В., Подольская Е.Е., Таркинский В.Е. Комплекс современных машин для уборки сахарной свеклы. АгроФорум. 2022; 4: 16–19. <https://doi.org/10.24412/cl-34984-2022-4-16-19> (дата обращения 12.08.2025).
3. Цветков, А.А. Анализ рабочих выкапывающих органов свеклоуборочных машин [Текст] / Цветков А.А. // Материалы 59-ой научной студенческой конференции. – Мичуринск-научоград РФ: Изд-во МичГАУ, 2007. – С. 63–65.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ РАБОТ

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

И.П. Прокопенко, магистрант

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

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы использования математического моделирования при планировании работы агрегатов и комплексов машин в сельскохозяйственных предприятиях.

Abstract: The article examines the use of mathematical modeling in planning the operation of units and complexes of machines in agricultural enterprises.

Ключевые слова: основной агрегат, транспорт, взаимодействие, оборот, простой.

Keywords: main unit, transport, interaction, turnover, downtime.

Введение

Механизированное производство сельскохозяйственных культур характеризуется тесной и сложной взаимосвязью между технологическими, транспортными и погрузочно-разгрузочными операциями.

Основная часть

Функционирование основных агрегатов в начале времени смены практически не отличается от одиночной работы машинно-тракторных агрегатов (МТА) [1].

Однако параметры и режимы работы отдельных машин и агрегатов и параметры всего комплекса взаимосвязаны и оказывают влияние друг на друга. Поэтому оптимизацию параметров и режимов работы отдельных МТА следует производить как с учетом природно-производственных условий их использования, так и с учетом типа поточного процесса.

Основной характеристикой поточных процессов, связанных с транспортом, является время цикла поточного процесса: при дискретном взаимодействии агрегатов (посадочные агрегаты, выгрузка бункера на остановке и др.)

$$T_{\text{ц}} = \frac{V_{\text{TE}} \lambda_{\text{TE}} \gamma}{W_{\text{ц}} H N} + t_{\text{г}}, \quad (1)$$

при непрерывном взаимодействии агрегатов (без бункера) (копатели-погрузчики и др.)

$$T_u = \frac{V_{TE} \lambda_{TE} \gamma}{W_u H N}, \quad (2)$$

при непрерывном взаимодействии агрегатов (с бункером) (карто-фелеуборочные комбайны и др.)

$$T_u = \frac{V_{TE} \lambda_{TE} \gamma}{W_u H N} \left[1 + \frac{W_u H t_g}{V_o \lambda_o \gamma} \right]. \quad (3)$$

Не менее важной характеристикой поточного процесса является и время оборота транспортной единицы T_o , которое для поточных процессов вида (1) и (3) определяется по выражению

$$T_{o_{ik}} = \frac{V_{TE} \lambda_{TE}}{V_o \lambda_o} (t_g + t_{ож}) + \frac{2l_{ne}}{v_{ne}} + A,$$

а для процессов вида (2) по выражению

$$T_o = \frac{V_{TE} \lambda_{TE} \gamma}{W_u H} + t_{ож} + \frac{2l_{ne}}{v_{ne}} + A.$$

Необходимое для обслуживания N основных агрегатов количество транспортных единиц определится по формуле [2, 3]

$$N_{TE} = \frac{T_o}{T_u}.$$

Однако потребное количество транспортных средств лишь изредка может получиться целым, поэтому, в силу неделимости выбранных транспортных единиц, возникает необходимость округления к ближайшему целому числу.

Поскольку при округлении необходимого числа транспортных единиц к ближайшему большему целому числу все возможные потери времени переносятся на транспорт, то производительность основных агрегатов W_u' будет равна их технически возможной (с учетом прочих элементов времени смены), т.е.

$$W_u' = W_u,$$

а производительность транспортных средств в соизмеримых единицах

$$W_{ч_{TE}}' = \frac{V_{TE} \lambda_{TE} \gamma}{HT_o'}.$$

Как недостаток, так и избыток обслуживающих транспортных средств приводит к росту затрат на единицу выполненной работы, однако в подавляющем большинстве случаев округление числа транспортных единиц к ближайшему большему целому числу приводит к более низким ресурсозатратам, чем планирование недостатка транспорта путем округления к ближайшему меньшему целому числу, так как это приводит к росту потерь рабочего времени уборочных агрегатов, что в стоимостном выражении значительно дороже простоя транспортных средств.

Таким образом, выбор рациональных размеров комплексов машин позволяет получить экономию ресурсов при уборке единицы площади картофеля за счет более полного использования фонда времени уборочных и транспортных агрегатов и, следовательно, повышения их производительности.

Заключение

Разработанная методика выбора рациональных комплексов машин и полученные критериальные математические модели могут быть использованы при проектировании материально-технической базы и производственных процессов, планировании использования технического и трудового потенциала, организации и нормирования работ, управлении производственными процессами в сельскохозяйственных предприятиях.

Список использованной литературы

1. Непарко Т.А. Прогнозирование рационального состава машинно-тракторных агрегатов // Агропанорама. – 2004. – № 2. – С. 30–36.
2. Прокопенко, И.П. Определение областей эффективного применения транспортных средств / И.П. Прокопенко; науч. рук. Т.А. Непарко // НИРС БГАТУ-2024: сборник научных трудов студентов и магистрантов / редкол. В.Б. Ловкис [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2024. – С. 70–73.
3. Прокопенко, И.П. Определение транспортных средств для перевозки продукции от уборочных агрегатов / И.П. Прокопенко; науч. рук. Т.А. Непарко // НИРС БГАТУ-2024: сборник научных трудов студентов и магистрантов / редкол. В.Б. Ловкис [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2024. – С. 73–76.

ПРОЦЕССЫ АЗОТФИКСАЦИИ В АГРОЦЕНОЗАХ СОИ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ТИПИЧНОМ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

**И.Я. Пигорев, д-р с.-х. наук, профессор,
К.В. Кузьминов, аспирант
ФГБОУ ВО «Курский ГАУ им. И.И. Иванова»,
г. Курск, Российская Федерация**

Аннотация. В условиях ЦЧР рассмотрена азотфиксирующая способность районированных сортов сои раннего срока созревания различного географического происхождения.

Abstract: In the conditions of the Central Black Earth Region, the nitrogen-fixing capacity of early-ripening soybean varieties of different geographical origin was studied.

Ключевые слова: соя, сорт, азотфиксация, фазы развития.

Key words: soybean, variety, nitrogen fixation, and growth phases.

Введение

Соя в рыночных условиях обрела статус маржинальной культуры, обеспечивающей сырьем многие отрасли народного хозяйства. Спрос на растительный белок и жир соевых бобов не покрывается объемами производства и сохраняет устойчивую тенденцию роста производства в ряде регионов России и мира [1, 2, 3]. Соя – одна из бобовых культур, способная в ходе симбиоза с бактериями на корнях накапливать доступный для растений азот из воздуха и усваивать его в ходе вегетации [4, 5, 6]. Из многообразия названных бактерии, усваивающих азот, активная симбиотическая деятельность протекает у сои только с группой бактерий *Bradyrhizobium japonicum*. Оценка инокулянта Хайкоут Супер Соя по азотфиксации у сортов разного географического происхождения в зависимости от предшественника сои представляет теоретический и практический интерес для земледелия в условиях ЦЧР [7, 8]. Целью исследования являлась оценка азотфиксирующей способности сортов сои на черноземе типичном, возделываемой по разным предшественникам.

Основная часть

Проведённые исследования показали нарастание симбиотической активности с увеличением корневой системы растений сои. В фазу ветвления среднее число клубеньков у растений сои колебалась от 5,4–7,5 шт/растение по предшественнику озимый рапс, до 8,9–12,4 шт/растение – по предшественнику соя. По всем предшественникам большее число клубеньков присутствовало у растений

сортов Шатиловская 17 (7,5-12,4 шт./растение) и Белгородская 7 (7,8-12,3 шт./растение). Суммарная масса клубеньков в эту фазу развития достигла по предшественникам у сорта Лидер 1 214-326, Хана – 237-343, СК Фарта – 230-337, Белгородская 7 – 248-358 и Шатиловская 17 – 263-375 мг/растение. Размер клубеньков изменялся в зависимости от сорта и предшественника. Наиболее крупными они были у сорта Лидер 1 (35,7–42,9 мг/шт), а более мелкими – у сортов Белгородская 7 и Шатиловская 17 (29,1-35,1 мг/шт).

Достаточно выровненные клубеньки по размеру были у сортов по предшественнику люпин белый, а неоднородными – по предшественнику озимая пшеница. К периоду бутонизации сои численность клубеньков возросла в вариантах до 12,0–22,4 шт/растение, или на 71,8–122,2%. Увеличение числа клубеньков в репродуктивном периоде сопровождалось увеличением их размера и общей массы. Крупнее клубеньки на корнях сои были в повторных посевах сои, а более мелкие – по предшественнику озимый рапс. У сортов Белгородская 7 и Шатиловская 17 масса клубеньков была на 11,0–19,2% больше, чем на контроле и на 3,7–16,1%, чем у сортов Хана и СК Фарта. В период налива семян число клубеньков достигло максимальных значений за весь период вегетации сои. Максимальное их количество было по-прежнему в вариантах по предшественнику соя, а минимальное – по предшественнику озимый рапс. Наибольшее число клубеньков было у сорта Шатиловская 17 по озимым предшественникам пшеница и рапс, а у сорта Белгородская 7 – по бобовым предшественникам соя и люпин. Анализ симбиотического аппарата сои в период налива семян показал, что увеличение массы клубеньков на растении идёт за счёт увеличения численности, а размер их – у сортов в зависимости от предшественника либо остаётся прежним, либо на 6,7–13,8% снижается.

Заключение

На основе рассмотренного штамма Хайкоут Супер Соя бактерий *Bradyrhizobium japonicum* в качестве инокулянта сои можно утверждать, что лучшим предшественником для формирования микробно-растительного симбиоза являются соя и люпин белый, которые в предшествующих посевах наращивали численность расы *Rhizobium* в почвенной биоте. Недостаток почвенной влаги в критические периоды развития сои и формирования симбиотического аппарата во все периоды наблюдений по этому предшественнику способствовал снижению в этих вариантах числа клубеньков и их массы.

Список использованной литературы

1. Шабалкин А.В., Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П. Эффективность возделывания сои в зависимости от основной обработки почвы, минеральных удобрений и гербицидов // Масличные культуры. – 2020. – № 2(182). – С. 70–75.
2. Векленко В.И., Пигорева О.В., Кузьминов К.В. Современное состояние и прогноз развития производства сои в Курской области // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 2. – С. 160–165.
3. Ятчук П.В., Наумкин В.В. Изучение влияния некоторых агроприемов на продуктивность новых сортов сои // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2024. – № 2(50). – С. 40–50.
4. Пигорев И.Я., Кананыхин А.О. Влияние технологии выращивания сои сорта Лидер 1 на водопотребление и запасы влаги в черноземе типичном Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2025. – № 2. – С. 6–15.
5. Применение регуляторов роста в агрокомплексе при возделывании картофеля в Центральном Черноземье / И.Я. Пигорев, Э.В. Засорина, К.Л. Родионов, К.С. Катунин // Аграрная наука. – 2011. – № 2. – С. 15–18.
6. Дубовик Е.В., Дубовик Д.В., Шумаков А.В. Влияние способа основной обработки почвы на агрофизические свойства чернозема типичного при возделывании сои // Плодородие. – 2022. – № 3(126). – С. 49–52.
7. Пигорев И.Я., Кананыхин А.О., Кузьминов К.В. Влияние агротехники на результаты предпосевной инокуляции семян сои Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 7. – С. 13–18.

УДК 631.5:635.8

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА: ГИДРОПОННЫЙ ПОДХОД К ВЫРАЩИВАНИЮ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ

А.А. Хатмуллин, магистр

И.Ю. Кузнецов, д-р с.-х. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Башкирский ГАУ», г. Уфа, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассмотрены преимущества гидропонного метода выращивания проростков пшеницы. Проанализированы ключевые аспекты технологии и ее влияние на продуктивность и качество продукции

Ключевые слова: гидропонный метод, проростки пшеницы, инновационные технологии.

Abstract. The article discusses the cultivation technology of spring barley at Severnaya Niva Bashkiria LLC (Republic of Bashkortostan) in 2023 on 1039 hectares. It highlights the crop's importance for livestock and brewing industries, the use of the Vakula RS-1 variety, predecessors, soil preparation, sowing, crop care, harvesting, and yield (1.5 t/ha).

Keywords: spring barley, agrotechnology, Vakula RS-1.

Введение

Современные вызовы, связанные с ростом населения планеты, изменением климата и деградацией почвенных ресурсов, обуслав-

ливают необходимость внедрения ресурсосберегающих и высокоэффективных технологий в сельское хозяйство. Одним из перспективных направлений является выращивание функциональных продуктов питания, таких как проростки злаковых культур. Проростки пшеницы представляют собой концентрированный источник необходимых человеку нутриентов. В процессе прорастания в зерне многократно (в 5–10 раз) увеличивается содержание витаминов (Е, группы В), антиоксидантов и ферментов, а количество минеральных веществ (кальция, железа, магния, цинка) возрастает на 30–50%. Они легко усваиваются и являются ценным компонентом здорового питания [1,2]. Традиционные методы производства проростков часто зависят от сезонности, качества почвы и несут риски контаминации патогенами. В этой связи применение гидропонных технологий представляет собой инновационный подход, позволяющий получать экологически чистую продукцию с заданными характеристиками круглогодично.

Основная часть

Гидропонный метод подразумевает выращивание растений без почвы, на питательных растворах, содержащих все необходимые элементы в легкодоступной форме. Для производства проростков пшеницы используется техника проточного слоя или периодического затопления, где семена размещаются на специальных поддонах или сетках. Ключевыми преимуществами данной технологии являются полный контроль над параметрами питания, влажностью, температурой и освещенностью, что позволяет оптимизировать метаболические процессы в проростках и значительно сократить период вегетации. Важнейшим аспектом является предпосевная подготовка семян, включающая калибровку и обеззараживание, что минимизирует риск развития грибковых и бактериальных заболеваний. Питательный раствор, на основе которого происходит выращивание, формулируется с учетом специфических потребностей злаковой культуры на начальной стадии онтогенеза, обеспечивая ускоренное накопление биомассы и целевых биологически активных соединений. Использование замкнутых систем циркуляции воды позволяет достичь значительной экономии водных ресурсов – до 70-80% по сравнению с традиционным поливом[4]. Качество получаемой гидропонным способом продукции существенно выше. Проростки изолированы от почвенных загрязнителей, тяжелых ме-

таллов и пестицидов. Отсутствие необходимости применения средств химической защиты от болезней и вредителей гарантирует экологическую чистоту и безопасность конечного продукта. Кроме того, такая технология легко поддается автоматизации и масштабированию, что делает ее применимой как в условиях крупных агропромышленных комплексов, так и в формате вертикальных ферм в урбанизированной среде[3].

Заключение

Таким образом, гидропонный подход к выращиванию проростков пшеницы демонстрирует значительный потенциал как инновационная и устойчивая технология производства растениеводческой продукции. Он позволяет преодолеть ограничения, присущие традиционному земледелию, обеспечивая стабильный выход высококачественного, безопасного и богатого нутриентами продукта независимо от внешних условий. Внедрение подобных технологий способствует обеспечению продовольственной безопасности и соответствует принципам «зеленой» экономики, делая данный метод крайне перспективным для дальнейшего развития и коммерциализации в агросфере.

Список использованной литературы

1. Влияние длительности освещения на рост и развитие проростков пшеницы при выращивании методом аэропоники / А. А. Ветчинников, Е. В. Плеханова, С. В. Круглова, Д. В. Анциферова // Молодежный агрофорум - 2021 : Материалы Международной научно-практической интернет-конференции молодых ученых, Нижний Новгород, 11–12 февраля 2021 года / под общ. ред. Н. Ю. Бармина. – Нижний Новгород: ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА, 2021. – С. 16–21. – EDN RJJKFA.
2. Малинина, Т. А. Основные виды используемых в гидропонике субстратов / Т. А. Малинина, М. С. Молоканова, И. В. Голядкина // Проблемы трансформации естественных ландшафтов в результате антропогенной деятельности и пути их решения : Сборник научных трудов по материалам Международной научной экологической конференции, посвященной Году науки и технологий, Краснодар, 29–31 марта 2021 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – С. 184–186. – EDN BDFLIR.
3. Ндоленбанга, И. К. Витграсс – продукт из ростков пшеницы, основа долголетия и здоровья / И. К. Ндоленбанга // Знания молодых – будущее России : Материалы XVIII Международной студенческой научной конференции: Сборник научных трудов в 5 частях, Киров, 08–30 апреля 2020 года / Главный редактор Симбирских Е.С., заместитель главного редактора Курбанов Р.Ф., ответственный за выпуск Стаценко Е.С., Редакционная коллегия: Черемисинов М.В., Семенихина О.Н., Россохин А.В., Булдакова К.В., Жукова Ю.С.. Том Часть 1. – Киров: Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 130–133. – EDN GNLWIL.

4. Юферев, Д. В. Выращивание микрозелени зерновых культур для приготовления витаминных напитков / Д. В. Юферев, А. А. Чупракова // Знания молодых - будущее России : Сборник статей XXI Международной студенческой научной конференции, Киров, 05–07 апреля 2023 года. Том Часть 1. – Киров: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Вятский государственный агротехнологический университет, 2023. – С. 285–288. – EDN JDRONY.

УДК 633.5:632.98

ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ МЕР БОРЬБЫ С ВЬЮНКОМ ПОЛЕВЫМ

Т.М. Дайнеко, канд. с.-х. наук, доцент,

Н.А. Близнюк, канд. с.-х. наук, доцент

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

Аннотация. В статье приводится оценка биологических, агротехнических и химических мер борьбы с вьюнком полевым. Сделан вывод, что в борьбе с сорняком необходимо грамотное сочетание всех указанных мер.

Abstract. The article provides an assessment of biological, agrotechnical and chemical measures to control field bindweed. It is concluded that a competent combination of all the above measures is necessary to control the weed.

Ключевые слова: вьюнок полевой, меры борьбы.

Keywords: field bindweed, control measures.

Введение

Вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.) или березка, повитель и др. – многолетний корнеотпрысковый сорняк. Засоряет посевы всех зерновых и других культур [1]. В настоящее время вьюнок полевой широко распространен по всему земному шару и признан одним из самых опасных сорняков более чем в 60 странах мира, в том числе в Беларуси [2].

Засоренность поля вьюнком снижает урожайность яровых зерновых на 30–40%, кукурузы – на 50, сахарной свеклы – на 25–50%. Оплетая стебли зерновых культур, он вызывает их полегание, чем создает трудности при уборке. Сорняк потребляет в большом количестве нитратный азот и воду, отнимая их у культурных растений. Корни способны выделять токсины, угнетающие рост и развитие сельскохозяйственных культур. Кроме того, вьюнок служит местом обитания различных вредителей (долгоносики) [3].

Основная часть

Морфология и биология вьюнка полевого создают значительные трудности в борьбе с ним, поэтому помимо химических мероприятий необходимо использовать также биологические и агротехнические.

Биологический метод борьбы применяется для ухудшения условий произрастания сорняка. Подавляют побеги выюнка, лишая его света, злаковые травы, образующие плотную дернину, растения с мощной корневой системой, сидераты.

Агротехнические приемы борьбы направлены на истощение корневой системы сорняка. К ним относят проведение многократного разноглубинного лущения: на глубину 10–12 см, 15–20 и 25–30 см, которое завершается глубокой зяблевой вспашкой [4]. После нее к поверхности пробиваются только наиболее сильные побеги. Однократное механическое подрезание корней пробуждает почки и стимулирует появление свежей поросли.

В широкорядных посевах поздних пропашных культур и на парах эффективно проведение подрезания корней перед началом бутонизации, когда сорняк уже израсходовал запасы питательных веществ из корневой системы.

При использовании химических мер борьбы против выюнка полевого следует учитывать, что стебли сорняка должны достигать 15–20 см. В посевах различных культур борьба с сорняком может осуществляться максимальными дозами производных арилоксиуксусных кислот (2,4-Д, МЦПА), бензойной кислоты (дикамба), имидазолинонами (имазамокс, имазетапир), нитрилами (бромоксинил) [1, 5].

Эффективность подавления выюнка полевого гербицидами на основе метсульфурон-метила – 50–60% [1]. После обработки надземная часть сорняка отмирает, но гербициды выводят из состояния покоя спящие почки, дающие большое количество дополнительных побегов.

Применение гербицидов, так же как биологические меры и механические обработки способствует истощению запасных питательных веществ в корнях сорняка.

С целью полного уничтожения корневой системы выюнка полевого применяют гербициды на основе глифосата. Применение нами осенью в течение ряда лет для борьбы с сорняком гербицидов: раундап, ВР (4,0 л/га), торнадо, ВР (4,0 л/га), спрут, ВР (2,6 л/га) на 86,5–99,1% способствовало его гибели. Через 3,5 недели после обработки осуществлялась вспашка.

На следующий год снова появлялся сорняк. Увеличение нормы расхода препарата спрут, ВР до 3,5 л/га приводило к появлению всходов выюнка в виде метелки с укороченными побегами и мелкими листочками. Чрезмерная доза препарата вызывала быструю

гибель надземной части, продвижение гербицида в корневую систему блокировалось и она не повреждалась.

Весной наблюдалось очень интенсивное повторное отрастание. Полученные данные подтверждают информацию о возникновении резистентности у отдельных видов сорных растений в результате длительного применения глифосат-содержащих препаратов с концентрацией 360 г/л [5, 6].

Заключение

В борьбе с выюнком полевым необходимо грамотное сочетание биологических, агротехнических и химических мер. Полного его уничтожения можно достичь путем чередования обработок гербицидами различных химических классов с разными механизмами действия на протяжении нескольких лет, а глифосаты применять в смеси с препаратами сульфонилмочевины, дикамбы или 2,4-Д-кислоты [1, 6].

Список использованной литературы

1. Защита озимых зерновых культур от сорных растений в весенний период [Электронный ресурс]/Л.И. Сорока [и др.]. – Режим доступа: <https://vogiskzr.by/novosti/item/667-zashchita-ozimyykh-zernovykh-kultur-ot-sornykh-rastenij-v-vesennij-period.html>. – Дата доступа: 02.09.2025.
2. Садовникова, Н.Н. Выюнок полевой. Биологические особенности, вредоносность, меры борьбы: монография/Н. Н. Садовникова. – Барнаул: АНИИСХ, 2014. – 124 с.
3. Земледелие: учебник/П.И. Никончик [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2014. – 583 с.
4. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных, кормовых и технических растений: сборник отраслевых регламентов. – Минск: ИВЦ Минфина, 2023. – С. 16.
5. Вишенский, Н. Трудные сорняки: искореняем [Электронный ресурс]/Н. Вишенский. – Режим доступа: <https://www.zerno-ua.com/journals/2006/iyyul-2006-god/trudnye-sornyaki-iskorenyaem/> – Дата доступа: 02.09.2025.
6. Корпанов, Р.В. Глифосат – «политическая молекула» или инструмент современного сельского хозяйства? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agrotime.info/glifosat-politicheskaja-molekula-il/> – Дата доступа: 02.09.2025.

УДК 631.9

ЭКОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ БИОМАССЫ И УРОЖАЙНОСТИ КАРТОШКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПЛОЩАДИ ПИТАНИЯ А.А. Туреев, д-р ф.-б. наук (PhD)

*Научно-производственное объединение «Зерно и рис»,
Республика Каракалпакстан*

Аннотация: В Республике Узбекистан наблюдается увеличение объёма производство картофеля в 3–4 раза, так как потребность на данный продукт у населения

растёт из года в год, в связи с чем и цены повышаются до предела. Для решения возникшей проблемы государство акцентировалось на увеличение площади посевов и повышение урожайности за счёт внедрения эффективных технологий возделывания. Вместе с тем принимаются меры по повышению заинтересованности владельцев приусадебных хозяйств к возделыванию картошки, за счёт оказания научно-практической и материальной помощи.

Abstract: In the Republic of Uzbekistan, the volume of potato production has increased by 3–4 times, as the demand for this product among the population has been growing year by year, leading to an increase in prices. To address this issue, the government has focused on increasing the area under cultivation and improving crop yields through the implementation of effective cultivation techniques. Additionally, measures are being taken to increase the interest of home gardeners in growing potatoes by providing them with scientific, practical, and financial assistance.

Ключевые слова: сорт, схема посева, приусадебный участок, средний вес картофеля, средний вес с куста, урожайность.

Keywords: variety, sowing pattern, personal plot, average weight of potatoes, average weight per bush, yield.

Введение

Картошка является универсальной культурой, её используют в качестве продукта питания, а также как кормовая и техническая культура. Посевная площадь в мировом сельском хозяйстве занимает почётное место после пшеницы, риса и кукурузы. Биохимический состав картошки состоит из 75% воды, и 25% сухого вещества. В сухом веществе 70–80% крахмала, белка 2–3%, клетчатки 1%, жира 0,2–0,3%, сахара 1%, золы 0,8–1,0% [4, с. 12].

В настоящее время в Республике Каракалпакстан нет семьи, которая не употребляет данный продукт, в связи с чем картофель в Республике реально считается вторым хлебом. По мнению специалистов, владельцы приусадебных хозяйств реально сэкономят денежные средства и решат продовольственный вопрос на уровне своей семьи, если данный продукт будет выращен у себя на участке. Практика показывает, что в наших почвенно-климатических условиях можно получать до 250–300 кг картошки с одной сотки земли, что даст возможность обеспечить потребность 6–8 человек, а также оказать большую поддержку в решении продовольственной безопасности Республики.

Основная часть

Исследования проводились в 2025 году в Ходжелийском районе в посёлке «Саманкуль» в приусадебном хозяйстве Бегимовой Дильбар проживающей по улице Туба дом № 95. Общая площадь опытного участка – 120 м² из них учётных – 60 м². Почва опытного

участка старооращаемая лугово-аллювиальная, с низким уровнем органических веществ, гумуса – 0,8–0,9 %.

Схема опыта: 1. 60х25см контроль, 2. 70х25см, 3. 80х25см, 4. 90х25см. Сорт: “Белорусский ранний”. Посев осуществлён 17 марта.

По данным исследования выявлено что площадь питания существенно влияет на формирование биомассы у растений, а чрезмерная или минимальная площадь питания могут отрицательно повлиять на высоту растений, количество побегов и формирование листьев (таблица 1).

Таблица 1 – Накопление биомассы растений в зависимости от схемы посева

№	Вариант	Высота растений, см	Кол-во побегов, шт.	Кол-во листьев, шт.
1	60х25 (контроль)	21,6	20,0	206,3
2	70х25 см	24,0	26,6	281,3
3	80х25 см	23,6	25,0	241,6
4	90х25 см	23,3	19,3	215,0

Как видно из таблицы 1 посев по схеме 70х25 см имеют определённые преимущества относительно других схем посева

При этой схеме посева количеству листьев превышал контрольный вариант на 75 штук что составил 9,7%, по количеству побегов на 6 штук что составил 8,2%, а по высоте превышал на 2,4 см что соответственно составил 1,1 %, исходя из этого следует полагать что для оптимального роста, развития и формирования биомассы предпочтительна была схема посева 70х25 см.

Из таблицы 2 видно что при посеве по схеме 70х25см общий вес клубней превысил контрольный вариант на 0,314 грам, средний вес клубня на 63 грамма, средний вес одного клубня на 2,7 грамм и урожайность на 36,6 ц/га. Таким образом проведённый опыт показал что посев картофеля по схеме 70х25см является для почвенно климатических условия Каракалпакстана наиболее эффективным.

Таблица 2 – Структура урожайности

№	Схема варианта	Кол-во растений, шт.	Масса всех клубней, кг	Средняя масса клубней, г	Средняя масса одного клубня, г	Урожайность (ц/га)
1	60х25 (назорат)	5	2,316	463	36,6	170,2
2	70х25 см	5	2,630	526	39,3	206,8
3	80х25 см	5	2,500	500	37,3	187,2
4	90х25 см	5	2,190	438	41,3	1809

Заключение

На основе результатов исследования установлено что на активность формирование биомассы у раннеспелого сорта “Белорусский ранний” в почвенных условиях Республики Каракалпакстан существенно влияет площадь питания растений.

Опыт показал что чрезмерная или минимальная площадь питания отрицательно влияют на высоту растений, количество побегов и формирование листьев. По результатам исследования выявлено что при посеве картошки сорта “Белорусский ранний” по схеме 70x25 см получен урожай в объёме 213,7 ц/га что является оптимальным для почвенных условия Приаралья.

Список использованной литературы

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. – М.: Колос, 1985. – 351 с.
2. Абдукаримов Д.Т, Остонакулов Т.Э., Исоков З., Узоков Э., Абдурахимов М.А. Картошкани тезпишар навларидан юкори ва сифатли ҳосил олишга онд тавсиялар Самарканд. 1984.
3. Балашев Н.Н. Выращивание картофеля и овощей в условиях орошения – М. Колос, 1976. – С. 3–180.

УДК 631.3.072

ОПЕРАТИВНЫЙ ВЫБОР ЭФФЕКТИВНОГО СПОСОБА ДВИЖЕНИЯ МТА

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

И.П. Прокопенко, магистрант

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

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы подбора состава агрегата, который даст наименьшую площадь уплотнения при выполнении различных мобильных сельскохозяйственных операций.

Abstract: The article discusses the selection of a unit composition that will provide the smallest compaction area when performing various mobile agricultural operations.

Ключевые слова: поверхность, уплотнение, поле, агрегат, ходовые системы.

Keywords: surface, compaction, field, unit, running systems.

Введение

Анализ существующих технологий возделывания различных сельскохозяйственных культур показывает, что количество выполняемых операций довольно большое и колеблется от 10–15 при возделывании зерновых культур до 20–30 для пропашных культур. Такие операция как предпосевная обработка почвы, внесение орга-

нических и минеральных удобрений, вспашка, выравнивание, культивация, боронование, посев, уход за посевами и уборка урожая осуществляется раздельно и к тому же некоторые из них многократно. Машинно-тракторные агрегаты, выполняющие эти операции, отличаются количественным составом, типами сельскохозяйственных машин, способами агрегатирования. Энергетические части агрегатов также могут быть различными. Всё это очень сильно сказывается на воздействии ходовой части агрегата на почву. Многократные циклические движения машинно-тракторных агрегатов по полю, приводят к тому, что оно покрывается уплотненными полосами, суммарная площадь которых значительно превышает саму площадь поля (в расчетах использовалась площадь уплотнения 1 га – 10 тыс. м²).

Основная часть

Степень воздействия сельскохозяйственной техники на почву определяется полевой культурой, количеством выполняемых операций, их повторяемостью, типом трактора. Выбор последнего зависит от вида работы, размера поля, удельного сопротивления почвы и других факторов. В свою очередь тип трактора предопределяет ширину захвата агрегатов, следовательно, количество его проходов в расчете на единицу площади поля.

Для определения площади уплотнения получено уравнение, исходя из следующего. Известно, что площадь уплотнения поля зависит от ширины образованной ходовой частью трактора колеи, ширины захвата агрегата и количества его проходов n по полю. При этом последняя величина определяется как

$$n = \frac{Ck_0}{P_{кр}\eta}, \quad (1)$$

где n – количество проходов трактора; C – ширина поля, м; k_0 – удельное сопротивление сельскохозяйственных машин, Н; $P_{кр}$ – тяговое усилие трактора на определенной передаче, Н; η – коэффициент использования тягового усилия трактора, Н.

Площадь уплотнения поверхности за один проход агрегата без учета уплотнения почвы при холостом ходе на поворотных полосах вычисляется по формуле

$$S_0 = 2b(L - E), \quad (2)$$

а на всей площади поля

$$S = S_0 n = \frac{2bCk_0\varphi}{P_{\text{кр}}}, \quad (3)$$

где S_0 – площадь уплотнения поля за один проход агрегата, м^2 ; S – площадь уплотнения всей площади поля, м^2 ; L – длина поля, м; φ – коэффициент рабочих ходов тракторов; b – ширина ходовой части трактора (колеса или гусеницы), м; E – ширина поворотной полосы, м.

Минимальная площадь уплотнения ходовой частью тракторов при выполнении операции с учетом их тягового усилия определяется по формуле

$$S = \frac{2bLC^2k_0(L-2E)}{\left[(L-2E)C + (C+b_p)l_{\text{xx}}\right]P_{\text{кр}}}, \quad (4)$$

где l_{xx} – длина одного поворота, м; b_p – ширина захвата агрегата, м.

Под действием ходовых систем тракторов почва значительно уплотняется на поворотных полосах, так как на них машинно-тракторные агрегаты совершают двойной проход – при поворотах на холостых и на рабочих ходах.

Площадь уплотнения поворотной полосы составляет

$$S_{\text{пп}} = S_{\text{xx}} + S_p = 2bL \left(\frac{C}{b_p} - 1 \right) + \frac{2l_{\text{xx}}EC}{b_p}, \quad (5)$$

Тогда общую площадь уплотнения при выполнении одной операции можно выразить следующей формулой:

$$S_{\text{общ}} = \frac{2bLC^2k_0(L-2E)}{\left[(L-2E)C + (C+b_p)l_{\text{xx}}\right]P_{\text{кр}}} + 2bL \left(\frac{C}{b_p} - 1 \right) + \frac{2l_{\text{xx}}EC}{b_p}, \quad (6)$$

Таким образом, зная размеры поля и поворотной полосы, параметры ходовой части тракторов, тяговое усилие на рабочей передаче и удельное тяговое сопротивление сельскохозяйственных машин, зависящее от удельного сопротивления почвы, можно определить площадь уплотнения поля при выполнении любой технологической операции.

Для ускорения вычислений построена специальная логарифмическая номограмма с 45-градусным ходом луча решения. Пределы значений всех шкал позволяют найти искомую величину для лю-

бых встречающихся на практике значений указанных выше переменных (рисунок 1). Ход решения осуществляется с помощью луча, пересекающегося с линиями, проведенными от соответствующих шкал. Пользуясь уравнением и номограммой определили общую площадь уплотнения поля при возделывании кукурузы и озимой пшеницы по существующим технологиям. Как и следовало ожидать, у пропашных культур, т.е. у кукурузы она оказалась существенно выше, чем у культур сплошного сева.

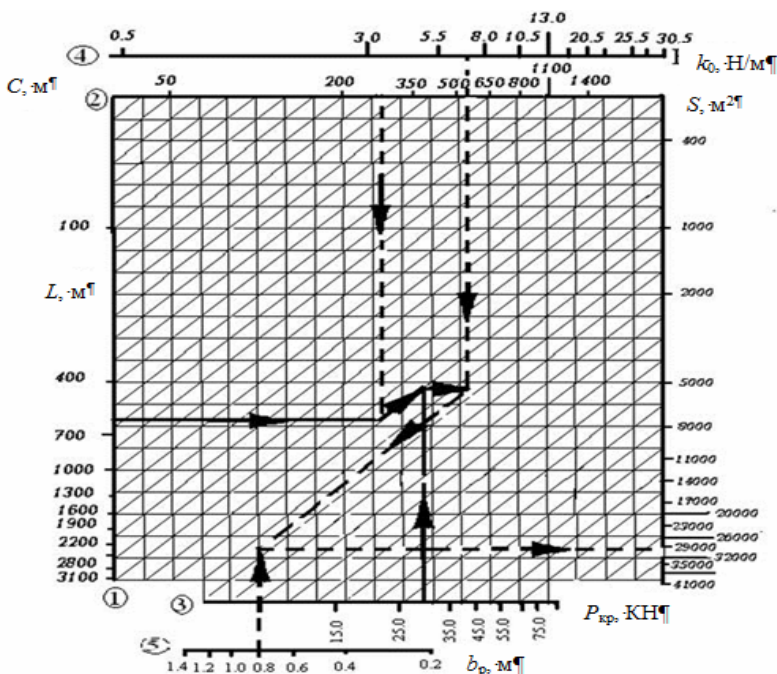


Рисунок 1 – Номограмма для расчета площади уплотнения поля

Анализ формулы (1) позволяет наметить некоторые пути минимизации площади уплотнения поля. Решающее значение при этом имеет энергетическая характеристика трактора. По возможности следует отдавать предпочтение энергонасыщенным тракторам, агрегируя их с широкозахватными орудиями, уменьшая количество проходов по полю. При этом не следует допускать проходов энергонасыщенных тракторов по переувлажненной почве. Следует отметить, что исследование кинематики движения МТА позволяет

уменьшить площадь уплотнения поля при возделывании основных сельскохозяйственных культур.

Способы (маршрутизация) движения энергонасыщенных тракторов содействует устранению лишних проходов по полю, улучшает организацию полевых работ, снижает затраты горючего и повышает урожайность сельскохозяйственных культур.

Несмотря то, что рациональный способ движения (маршрутизация) – достаточно простой и эффективный способ снижения отрицательного воздействия МТА на почву, его внедрение сопряжено с рядом факторов, зависящих от различия ширины захвата существующих сельскохозяйственных машин. Поэтому для широкого внедрения маршрутизации необходимо предусматривать такой комплекс машин, который имел бы одинаковую ширину захвата либо сделать захват некоторых орудий кратным ширине захвата базовых машин. То и другое не требует значительных затрат, так как конструкции машин при этом не изменяются, изменяется только ширина их захвата. При выполнении этих условий маршрутизация МТА (кинематика) будет осуществляться при возделывании любой культуры автоматически, то есть, МТА будет передвигаться в поле только по постоянным колеям. Тогда площадь уплотнения поля уменьшится, локализуется в объеме поля в постоянных колеях и проще устранился при периодическом глубоком рыхлении.

Заключение

Локализация уплотнения за счет выбора эффектного способа движения машинно-тракторных агрегатов – эффективный способ снижения отрицательного воздействия их ходовых систем на почву. Правильное составление агрегатов и уменьшение количества их проходов по полю обеспечивает минимальное уплотнение почвы. Приведенные формулы и номограмма позволяют правильно подобрать состав агрегата, который даст наименьшую площадь уплотнения при выполнении различных мобильных сельскохозяйственных операций.

Список использованной литературы

1. Система перспективных машин и оборудования для реализации эффективных технологий производства и первичной переработки основных видов продукции растениеводства и животноводства на 2021–2025 годы и на период до 2030 года : (методические рекомендации)/ Нац. акад. наук Беларуси [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2024. – 118 с.
2. Непарко, Т. А. Технология и техническое обеспечение производства продукции растениеводства [Электронный ресурс] : электронное учебное пособие /

Т.А. Непарко ; Минсельхозпрод РБ, УО «БГАТУ», Кафедра ЭМТП и А. – Минск : БГАТУ, 2023.

3. Непарко, Т.А. Технологии и техническое обеспечение производства продукции растениеводства. Практикум : учеб. пособие / Т.А. Непарко [и др.]; под ред. Т.А. Непарко. – Минск : ИВЦ Минфина, 2018. – 220 с.

4. Непарко, Т.А. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка. Практикум : учеб. пособие / Т.А. Непарко, Д.А. Жданко, И.Н. Шило ; под ред. Т.А. Непарко. – Минск : БГАТУ, 2021. – 192 с.

5. Непарко, Т.А. Технологии и техническое обеспечение производства продукции растениеводства : учеб. пособие / Т.А. Непарко, А.В. Новиков, И.Н. Шило ; под общ. ред. Т.А. Непарко. – Минск : ИВЦ Минфина, 2015. – 199 с.

6. Новиков А.В., Жданко Д.А., Непарко Т.А. Новые подходы к разработке методики потребности в сельскохозяйственной технике // Агропанорама.– 2019.– № 3 (133).– С. 10–14.

7. Непарко, Т.А. Новые подходы в методике выбора рационального состава машинно-тракторных агрегатов / Т.А. Непарко, В.В. Терентьев, В.Е. Дорохов // В сб.: Актуальные проблемы устойчивого развития сельских территорий и кадрового обеспечения АПК : материалы Международной науч.-практ. конф. – БГАТУ, 2021. – С. 232–236.

УДК 631.8

ЭКОЛОГИЯ ВЛИЯНИЕ ДОЗ БИОГУМУСА И НАВОЗА НА ГУСТОТУ СТОЯНИЯ И ФОРМИРОВАНИЕ БИОПОТЕНЦИАЛА У ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ КАРАКАЛПАКСТАНА

А.А. Туреев, д-р ф.-б. наук (PhD)

*Научно-производственное объединение «Зерно и рис»,
Республика Каракалпакстан*

Аннотация: В статье дана научная информация по результатам полевого опыта, дана оценка влиянию доз биогумуса и органического удобрения на рост, развитие и формирование урожайности яровой пшеницы в почвенно-климатических условиях Республики Каракалпакстан.

Abstract: The article provides scientific information on the results of a field experiment, assesses the influence of doses of vermicompost and organic fertilizer on the growth, development and formation of yield of spring wheat in the soil and climatic conditions of the Republic of Karakalpakstan.

Ключевые слова: экология, доза биогумуса, доза навоза, густота стояния растений, площадь листа, биометрия, урожайность.

Keywords: ecology, biohumus dose, manure dose, plant density, leaf area, biometrics, crop yield

Введение

В Республики Каракалпакстан зерноводство, хлопководство, рисоводство и овощеводство является одним из основных отраслей сельского хозяйства.

В последние годы урожайность стала нестабильной. Всевозрастающие дозы минеральных удобрений теряют свой былой эффект и не является источником восполнения органического составляющего почвы. В связи с чем почвы в Республике характеризуются низким уровнем, гумуса – 0,7–0,8. Исходя из этого вопросы, связанные с улучшением состояния почв, за счёт использования органических составляющих становится приоритетным.

Основная часть

Для изучения данного вопроса в 2023 году был заложен опыт на производственной базе Научно-производственного объединения «Зерно и рис» Республики Каракалпакстан.

Почва участка староорошаемая лугово-аллювиальная, средне-суглинистая, широко распространенная в Каракалпакстане. По содержанию подвижного азота почвы характеризуются низко обеспеченные, а по фосфору среднеобеспеченным. Экспериментировались дозы внесения: навоза – 10 т/га, 20 т/га, 30 т/га, Биогумуса – 5 т/га, 10т/га, 15т/га. По результатам опыта количество продуктивных растений колебалось от 99 до 182 шт. на 0,25м² или от 396 до 728 штук на 1м².

Таблица 1 – Динамика густоты стояния растений

№ п/п	Вариант	Густота стояния растений (0,25м ²)		
		Средняя после всходов	Средняя до уборки урожая	Разница +/-
1.	Без удобрения	99	59	40
2.	НРК традиционная	130	81	49
3.	С навозом – 10кг	179	80	99
4.	С навозом – 20кг	114	86	28
5.	С навозом – 30кг	140	64	76
6.	С биогумусом – 5кг	139	98	41
7.	С биогумусом – 10кг	182	79	103
8.	С биогумусом – 15кг	134	75	59

Наибольший объём листовой поверхности в фазу колошения составил 8,9 см² которая было сформировано в варианте с применением биогумуса в количестве 15 кг на делянку или 10 т/га. Наименьший показатель в контроле 6,3 см² с традиционной дозой минерального удобрения показатель составил 6,9 см².

Таблица 2 – Накопление листовой поверхности в начальной стадии развития

№ п/ п	Варианты	Площадь листовой поверхности (см ²)			Средняя площадь листовой поверхности, см ²
		2.06. 2023	9.06. 2023	16.06. 2023	
1.	Без удобрения	5,2	8,4	7,2	6,9
2.	НПК традиционная	7,0	6,4	7,5	6,9
3.	С навозом – 10кг	6,0	6,4	6,5	6,3
4.	С навозом - 20кг	6,5	6,5	8,4	7,1
5.	С навозом – 30кг	8,4	7,9	7,9	8,0
6.	С биогумусом – 5кг	8,5	9,6	6,4	8,1
7.	С биогумусом – 10кг	7,9	8,5	9,6	8,6
8.	С биогумусом – 15кг	9,1	8,4	9,1	8,9

Заключение

Результат опыта показал, что густота стояния растений и формирование биопотенциала у яровой пшеницы зависит от доз и вида органического удобрения. Площадь листовой поверхности при дозе биогумуса 10 т/га достигла 8,6 см², а при норме 15 т/га она достигла 8,9 см² тогда как при использовании традиционных видов удобрения оно составило 6,9 см². В вариантах где был внесён биогумус в дозе 10–15 т/га при всходах обозначились 182–134 штук растений на 0,25 м², в вариантах с органическим навозом – 114–179 штук растений на 0,25 м², тогда как при внесении традиционных видов удобрения средний по вариантам было зафиксировано 130 штук растений на 0,25 м². Результат опыта показал, что дозы органики по-разному влияют на развитие растений, нежелательна чрезмерной доза навоза и альтернативного вида органического удобрения.

Список использованной литературы

1. Барановский, И.Н. Оценка влияния биогумуса на плодородие почвы и урожай сельхозкультур / И.Н. Барановский, О.В. Смирнова // Плодородие. – 2007. – № 1. – С. 24–26.
2. Научно-методические основы оптимизации доз удобрений под основные сельскохозяйственные культуры по агрономическим, экономическим и экологическим параметрам. СПб.: ЛНИИСХ, 2003. – 76 с.
3. Азимов Д.А. Вермикомпост позволит оздоровить почву и повысить урожай // Земледелие № 7. 1991. С.22–25.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Под ред. проф. Егорова В.Е. М.: Изд-во Колос, 1965. – С. 331–343 с.

УДК 631.3

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Д.И. Сушко, ст. преподаватель,

А.С. Вороненко, ассистент

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

Аннотация: В статье рассматриваются современные направления повышения урожайности зерновых культур, включая агротехнические приёмы, цифровизацию сельскохозяйственного производства.

Abstract: This article examines modern approaches to increasing grain crop yields, including agricultural practices and the digitalization of agricultural production.

Ключевые слова: урожайность, культура, земледелие, агротехнические приемы, анализ, цифровизация.

Keywords: yield, crop, agriculture, agricultural practices, analysis, digitalization.

Введение

Современное сельское хозяйство стоит перед глобальными вызовами, связанными с ростом населения, изменением климата и ограниченностью природных ресурсов. Зерновые культуры занимают центральное место в структуре мирового земледелия, а потому повышение их урожайности становится стратегической задачей. Достижение этой цели требует комплексного подхода, который сочетает в себе внедрение усовершенствованных агротехнических практик, использование биопрепаратов и широкое применение цифровых технологий.

Основная часть

Большую роль играет развитие современных агротехнологий. Концепция точного земледелия обеспечивает адаптацию технологических операций к особенностям конкретного поля. Высокоточные сеялки, датчики почвенной влажности, системы навигации и автоматизированные машины позволяют значительно повысить эффективность использования ресурсов и снизить производственные издержки.

Всё более актуальными становятся минимальная или нулевая обработка почвы, которая способствует сохранению её структуры и плодородия, а также внедрение покровных культур, создающих благоприятные условия для роста растений и предотвращающих эрозию. Применение интеллектуальных систем орошения позволя-

ет экономно использовать водные ресурсы и поддерживать оптимальный режим влагообеспечения.

Существенный вклад в повышение урожайности вносят биотехнологические решения. В сельскохозяйственной практике активно применяются биопрепараты, содержащие микроорганизмы, которые улучшают усвоение питательных веществ и повышают устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды. Биофунгициды и биопестициды позволяют снижать риск заболеваний и повреждений посевов вредителями без ущерба для окружающей среды. Такие экологически ориентированные подходы способствуют не только росту продуктивности, но и сохранению биологического разнообразия.

Значительное влияние на современное сельское хозяйство оказывает цифровизация. Применение спутниковых и дроновых технологий позволяет в реальном времени отслеживать состояние посевов, выявлять стрессовые зоны и прогнозировать урожайность. Искусственный интеллект и системы анализа больших данных помогают формировать рекомендации для оптимизации производственных процессов. Автоматизированные системы внесения удобрений и средств защиты растений обеспечивают точность и предотвращают перерасход ресурсов, делая производство более предсказуемым и устойчивым.

Следует отметить, что методы повышения урожайности зерновых культур отличаются в зависимости от региона. В засушливых районах основное внимание уделяется созданию эффективных систем орошения и адаптации технологий к дефициту влаги. В странах с высоким уровнем технического развития ключевым направлением является внедрение цифровых платформ, роботизации и автоматизации процессов. В Азии особое место занимает развитие новых технологий возделывания риса, а в Африке акцент смещается на защиту растений от болезней и вредителей. Эти различия показывают, что повышение урожайности требует учёта природных и социально-экономических особенностей конкретных территорий.

Заключение

Перспективы дальнейшего развития связаны с интеграцией различных технологий в рамках умных ферм, где все процессы – от подготовки почвы до уборки урожая – управляются автоматизированными системами. Всё большее распространение получают прогнозные модели, основанные на искусственном интеллекте, кото-

рые помогают адаптировать земледелие к изменяющимся климатическим условиям.

Список использованной литературы

1. Бараев А.И. Основы земледелия в условиях интенсификации производства. – М.: Агропромиздат, 2020.
2. Васильев И.П., Крылов А.Н. Цифровизация аграрного производства: перспективы и риски. – М.: КолосС, 2021.
3. Гуськов В.В. Биотехнологии в растениеводстве. – СПб.: Наука, 2019.
4. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство и устойчивое сельское хозяйство. – Саратов: Научная книга, 2020.
5. Иванов К.С., Николаева Л.В. Точное земледелие и его внедрение в аграрных системах России // Вестник сельскохозяйственной науки. – 2021. – №3. – С. 15–27.
6. Козлов С.А. Современные методы повышения плодородия почв. – М.: Агро-наука, 2018.
7. Мальцев В.Г. Устойчивое земледелие: теория и практика. – Новосибирск: СО РАН, 2021.
8. Никитин Д.П., Соловьев Е.А. Применение биопрепаратов в аграрном секторе. – М.: Колос, 2019.
9. Петров И.Л. Влияние цифровых технологий на эффективность растениеводства // Аграрный вестник. – 2020. – №2. – С. 33–40.

УДК 664.8.022

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОЦЕССА ДРАЖИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРОРОЩЕННЫХ СЕМЯН ЛЬНА

А.В. Дранников, д-р техн. наук, профессор,

Е.М. Сухоруков, аспирант

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет
инженерных технологий», г. Воронеж, Российская Федерация*

Аннотация: статья посвящена анализу перспектив промышленного внедрения инновационной технологии переработки пророщенных семян льна. Рассматривается комплексный подход, сочетающий методы биоактивации, дражирования и рекуперации. Особое внимание уделено решению ключевых технологических проблем: хрупкости проростков, окислительной деградации биологически активных веществ и короткого срока годности продукции. Представлены экономические и экологические преимущества технологии, включая снижение производственных потерь на 25–30%, сокращение энергопотребления на 35–40% и продление срока хранения до 8–12 месяцев. Доказана целесообразность внедрения технологии для предприятий различной мощности.

Abstract: the article analyzes the prospects for industrial implementation of innovative technology for processing sprouted flax seeds. A comprehensive approach combining bioactivation, drageeing and energy recovery methods is considered. Particular attention is paid to solving key technological problems: fragility of sprouts, oxidative degradation of biologically active substances and short shelf life. The economic and environmental

advantages of the technology are presented, including a 25–30% reduction in production losses, 35–40% reduction in energy consumption and extension of shelf life to 8–12 months. The feasibility of implementing the technology for enterprises of various capacities has been proven.

Ключевые слова: пророщенный лен, дражирование, теплонасосная установка, функциональные продукты, рекуперация энергии, биологически активные вещества, промышленная переработка.

Keywords: sprouted flax, drageeing, heat pump unit, functional products, energy recovery, biologically active substances, industrial processing.

Введение

Современный рынок функциональных продуктов питания демонстрирует устойчивый спрос на ингредиенты с доказанной биологической активностью [1]. Особое место в этом сегменте занимают пророщенные семена льна, которые в процессе биоактивации многократно увеличивают свою питательную ценность. В отличие от сухих семян, проростки характеризуются уникальным биохимическим профилем: содержание омега-3 жирных кислот возрастает на 30–40%, повышается активность антиоксидантов (включая лигнаны), а ферментативная активность способствует преобразованию сложных соединений в легкоусвояемые формы [2]. Этот природный потенциал, однако, исторически не находил промышленного применения из-за технологических барьеров – чрезвычайной хрупкости проростков, их склонности к окислению и короткого срока годности.

Основная часть

Инновационная технология дражирования предлагает решение этих проблем через создание защитной оболочки вокруг нежного проростка. Дражирование выполняет не просто механическую функцию стабилизации, но становится ключевым элементом сохранения биоактивности. Наносимый слой на основе растительных компонентов создаёт барьер для кислорода, замедляя окислительную деградацию полиненасыщенных жирных кислот [3]. Одновременно эта оболочка предотвращает испарение внутренней влаги, что сохраняет ферментативную активность и предотвращает ломкость. Важно отметить, что процесс дражирования не изолирует биологически активные вещества, а напротив – фиксирует их в доступной для усвоения форме, что принципиально отличает метод от традиционной микрокапсуляции [4]. Суть разработки заключается в создании замкнутого производственного цикла, где этапы

проращивания, дражирования и сушки объединены с системой рекуперации ресурсов. Ключевым звеном выступает теплонасосная установка (ТНУ), обеспечивающая щадящий температурный контроль на критических стадиях обработки [5]. Технологический процесс построен по модульному принципу, что позволяет адаптировать его как для малых предприятий, так и для крупных комбинатов без радикальной модернизации инфраструктуры. Экономические преимущества технологии проявляются в нескольких аспектах. Дражирование увеличивает механическую стабильность продукта, снижая производственные потери до 5% против традиционных 20-30% [6]. Продление срока годности до 8-12 месяцев расширяет логистические возможности. Экологический профиль системы также значим: отказ от высокотемпературной обработки сокращает углеродный след на 25%, а исключение химических консервантов соответствует тренду на «чистую этикетку» [7].

Заключение

Рыночный потенциал технологии обусловлен её универсальностью. Получаемый продукт сохраняет все преимущества пророщенного льна – высокую биодоступность омега-3, комплекс антиоксидантов и ферментов – в удобной для промышленного применения форме. Пилотные внедрения подтверждают окупаемость инвестиций за 2-3 года даже при средних мощностях. Таким образом, представленная технология преодолевает фундаментальное противоречие между сохранением биоактивности сырья и промышленной рентабельностью. Дражирование становится не просто технологическим этапом, а стратегическим элементом, позволяющим раскрыть потенциал пророщенного льна как ингредиента нового поколения для пищевой промышленности. Дальнейшее развитие логично связывать с адаптацией метода для других масличных культур и интеграцией цифровых систем мониторинга.

Список использованной литературы

1. Рынок функциональных пищевых продуктов в России: состояние и перспективы. Аналитический отчет Роспотребнадзора, Москва, 2023.
2. Иванова, О.А., Петров, С.С. "Биохимические изменения при проращивании семян льна". Известия вузов. Пищевая технология, №4, 2022. – С. 45–51.
3. Смирнов, В.И. "Инновационные методы стабилизации биологически активных компонентов в пищевых производствах". Пищевая промышленность, №3, 2023. С. 28–33.
4. Технологии микрокапсулирования и дражирования в пищевой индустрии. Под ред. Козловой Т.Н. М.: Издательство МГУПП, 2022. 184 с.

5. Энергоэффективные технологии в пищевой и перерабатывающей промышленности. Отчет НИИ питания РАМН, Москва, 2023.

6. Потери пищевой продукции на этапах производства и логистики. Статистический сборник Росстата, 2023.

7. "Тренды здорового питания и экологичности на российском рынке". Экспертный бюллетень Союза производителей пищевой продукции, 12(45), 2023.

УДК 631.82:633.11

УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ ТВЕРДОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ

А.А. Левченко, аспирант

ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ»,

г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация: В статье представлены результаты исследований по изучению влияния азотных удобрений на формирование урожайности твердой озимой пшеницы. Установлено, что из изучаемых сортов наиболее устойчивым к условиям сухостепной зоны является сорт Киприда, который формирует среднюю урожайность до 2,82 т/га при внесении в качестве ранневесенней подкормки удобрения КАС-32 в дозе 50 кг/га.

Abstract: The article presents the results of studies on the effect of nitrogen fertilizers on the yield of durum winter wheat. It was found that the most resistant variety to the conditions of the dry steppe zone is Kiprida, which produces an average yield of up to 2.82 t/ha when using KAS-32 fertilizer at a dose of 50 kg/ha as an early spring top dressing.

Ключевые слова: сорт озимой твердой пшеницы, азотные подкормки, аммиачная селитра, КАС-32, удобрение, урожай.

Keywords: durum winter wheat variety, nitrogen fertilizers, ammonium nitrate, KAS-32, fertilizer, yield.

Введение

Твердая пшеница – важная продовольственная культура, обеспечивающая население различных стран мира качественными макаронными изделиями и крупами. Для получения высококачественного зерна с высоким содержанием белка необходимо обязательное внесение азотных удобрений. Поэтому вопрос обеспечения посевов минеральным азотом и его формами является дискуссионным вопросом ученых и практиков. [1, 2, 3] В связи с этим нами была проведена работа по изучению и определению наиболее эффективного удобрения для возделывания современных сортов твердой озимой пшеницы в условиях зоны светло-каштановых почв Волгоградской области.

Основная часть

Цель исследований – выявить наиболее продуктивный сорт и азотное минеральное удобрение для подкормки твердой озимой пшеницы в условиях степной зоны светло-каштановых почв Волгоградской области. Для решения цели исследований в 2023 году был заложен полевой опыт.

В двухфакторном полевом опыте изучались 3 сорта твердой озимой пшеницы и 3 варианта по азотному минеральному питанию, по следующей схеме: Фактор А – Сорта твердой озимой пшеницы: 1. Агат Донской (контроль); 2. Услава; 3. Киприда. Фактор В – Формы минеральных удобрений для подкормки: 1. Без удобрений (контроль); 2. Аммиачная селитра – 50 кг/га; 3. КАС-32 – 50 кг/га.

Опыт был заложен по методике Б.А. Доспехова. Предшественником был черный пар. Площадь делянки составила 1080 м². Площадь учетной делянки составила 540 м². Исследования осуществлялись по общепринятой методике Госсортсети. Полевая всхожесть в среднем за 2 года исследования варьировала в зависимости от сорта от 87,9 до 92,3%. Наибольшие значения всхожести и сохранности растений отмечены варианте с сортом Киприда и составляют соответственно 92,3 и 76,4%. Полевая всхожесть сорта Олимп выше, чем у сортов Агат Донской и Услава в среднем на 2–4%. По сохранности растений после перезимовки и перед уборкой получены аналогичные закономерности, что и по полевой всхожести, у сорта Киприда по данным показателям выше относительно других сортов на 6–8%. Наибольший прирост растений и вегетативной массы наблюдается у сорта Киприда при внесении КАС-32. вегетативная масса на варианте составила 718 г/м², на контрольном варианте 512,6 г/м².

Наилучшие показатели густоты стояния, массы 1000 семян, числа продуктивных стеблей и зерен в колосьях для всех трех сортов озимой пшеницы наблюдается при применении удобрения КАС-32, что значительно превышает значения, где использовалась аммиачная селитра. Лучшие показатели отмечались на сорте Киприда: густота стояния – 3,88 млн/га, масса 1000 семян – 37,7 г, число продуктивных стеблей – 4,09 млн/га, количество зерен в колосе – 25,85 шт. на контрольном варианте эти показатели были равны соответственно: 3,62 млн/га, 36,1 г, 3,75 млн/га, 22,8 шт.

Вариант с сортом Киприда возделываемый с удобрением КАС-32 оказался наиболее урожайным и составил 2,82 т/га. Без

внесения удобрений и с контрольным сортом Агат Донской урожайность была равна 2,09 т/га.

Анализ качества полученного зерна свидетельствует о том, что качество зерна в опыте зависит и от сортовых особенностей, и от внесения минеральных удобрений. Наиболее лучшее качество было получено на сорте Киприда с внесением в качестве подкормки КАС-32: натура зерна составила – 812,5 г/л, стекловидность – 77%, содержание сырой клейковины – 26,2 %.

Заключение

Таким образом, можно рекомендовать производству в целях увеличения производства зерна твердой озимой пшеницы на каштановых почвах в Волгоградской области возделывать сорт Киприда с внесением удобрения КАС-32.

Выращивание данного сорта и удобрения позволит получать 2,82 и более т/га зерна и получать расчетную прибыль с гектара более 30 тыс. рублей

Список использованной литературы

1. Воронов С.И., Плескачев Ю.Н., Ильяшенко П.В. Основы производства высококачественного зерна озимой пшеницы // Плодородие, 2020. № 2(113): 64–66.
2. Бельтюков, Л.П. Отзывчивость новых сортов мягкой и твердой тургидной озимой пшеницы на внесение удобрения / Л.П. Бельтюков, Е.К. Кувшинова, И.В. Афанасьев // Вестник аграрной науки Дона. – 2010. – № 2. – С. 71–76. – EDN PYDHHH.
3. Измаилова, Д.С. Влияние азотных удобрений на урожайность озимой твердой пшеницы в Республике Крым / Д.С. Измаилова // Таврический вестник аграрной науки. – 2019. – № 4(20). – С. 46–53. – DOI 10.33952/2542-0720-2019-4-20-46-53. – EDN UUSSCP.

УДК 631.316.2

РОЛЬ ПРИЕМОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ В ОРОШАЕМЫХ УСЛОВИЯХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

О.Г. Гиченкова, канд. с.-х. наук,

Ю.А. Лаптина, д-р с.-х. наук,

А.Ю. Лаптин, аспирант

ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ»,

г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация: В статье изложены технологические решения а именно способы основной обработки почвы обеспечивающие рост продуктивности картофеля до 25% в зависимости от сорта. Предлагаемые элементы технологии способны снизить плотность почвы и увеличить водо- и воздухопроницаемость ее способность за

счет основной обработки почвы. Приводятся предварительные результаты по урожайности сортов картофеля Удача и Винета полученной при чизельном рыхлении ранчо на глубину 0,35–0,37 м которая составила 32,0–27,6 т/га. Прибавка урожая по сортам составила от 7,2 до 11,6 т/га.

Abstract: The article presents technological solutions, namely methods of primary soil cultivation that provide for an increase in potato productivity of up to 25% depending on the variety. The proposed elements of technology are capable of reducing soil density and increasing its water- and air-permeability due to primary soil cultivation. Preliminary results are given on the yield of potato varieties Udacha and Vineta obtained by chisel loosening of ranch to a depth of 0.35–0.37 m, which amounted to 32.0–27.6 t/ha. The yield increase by variety amounted to 7.2 to 11.6 t/ha.

Ключевые слова: основная обработка почвы, сорт, картофель, урожайность, плотность почвы.

Keywords: primary tillage, variety, potato, yield, soil density.

Введение

Создание рыхлого пахотного слоя является основной задачей при возделывании картофеля, а поступление кислорода в корнеобитаемый слой – одним из важных условий качественного роста растений [2]. Чем меньше плотность почвы в пахотном слое, тем выше урожай поскольку молодым клубням и столонам, во время роста приходится сталкиваться и преодолевать механическое сопротивление с частичками почвы. Сильно уплотненная почва вызывает деформацию клубней, а чаще всего они прижимаются к поверхности почвы и выходят наружу. Внедрение в производство новых высокопродуктивных сортов с высоким уровнем адаптивности позволяет при совершенствовании агротехнических приемов перевести картофелеводство на новый более высокий уровень и значительно повысить урожайность клубней.

Различные сорта картофеля предъявляют неодинаковые требования к условиям возделывания и неодинаково реагируют на разные агроприемы [1]. Обработка почвы рабочим органом "Ранчо" является альтернативой классической отвальной вспашке, решает проблему борьбы с сорной растительностью, благодаря обороту пласта на 0,15-0,17 м и обеспечивает глубокое рыхление, влаго и энергосбережение.

Основная часть

Цель работы: определить продуктивность раннеспелых сортов картофеля Винета и Удача в зависимости от способа основной обработки почвы на светло-каштановых почвах Волгоградской области. Исследования проводились на полигоне агробiotехнологий

«Горная поляна». Полевой опыт по подбору комплекса почвообрабатывающих орудий оснащенных необходимыми рабочими органами был заложен в 2024 году с раннеспелыми сортами картофеля Винета и Удача. Повторность опыта – трехкратная. При посадке клубни заделывались на глубину – 8-10 см. Посадочный материал имел среднюю фракцию, массой 50-60 г, с густотой посадки – 40 тыс. клубней на 1 га. Учет урожая проводили весовым методом поделяночно.

Схема опыта: 1. Чизельная обработка рабочими органами «РАНЧО» на 0,35-0,37 м и оборотом пласта на 0,15-0,17 м; 2. Чизельно-отвальная обработка с лапой «РАНЧО» на 0,35-0,37 м с подрезанием внутрипочвенных гребней на глубине 0,20 м; 3. Вспашка плугом ПН-4-35 на 0,25-0,27 м.

Результаты исследований показали, что в оптимизации плотности почвы значительную роль играет система основной обработки. Чизельная обработка рабочими органами «РАНЧО» и чизельно-отвальная обработка с лапой «РАНЧО» способствовали повышению всхожести и сохранности растений к уборке. У всех изучаемых сортов при отвальной вспашке на 0,25-0,27 м всходов было меньше и составило от 38,34 тыс. шт./га у сорта Удача до 38,92 тыс. шт./га у сорта Винета.

К уборке произошло некоторое снижение количества растений картофеля на единицу площади, однако сохранность была достаточно высокая у всех сортов. Сохранность растений у всех сортов при чизельной обработке рабочими органами «РАНЧО» 0,35-0,37 м и чизельно-отвальной обработке с лапой отличалась незначительно. При отвальной обработке наблюдались выпадения растений, сохранность была ниже и в зависимости от сорта варьировала от 97,45% у сорта Удача до 98,34% у сорта Винета.

Способы обработки оказали существенное влияние на урожайность. Отмечена тенденция снижения урожайности при отвальной обработке на глубину 0,25-0,27 м у всех изучаемых сортов. Наибольший урожай картофеля сортов Удача и Винета формировался при чизельном рыхлении ранчо на глубину 0,35-0,37 м где урожайность составила 32,0-27,6 т/га. Прибавка урожая в сравнении с другими вариантами на Винета составила 7,8-11,0, а на Удаче 7,2-11,6 т/га. Товарность на сортах была достаточно высокой на всех вариантах с обработкой почвы, но тем не менее имелись отличия. При чизель-

ной обработке у сорта Винета она составила 88%, что на 7-5% меньше, чем на других обработках, объясняется это тем, что сорт обладает более высокой продуктивностью и при создании благоприятных условий закладывал клубни на протяжении всего периода вегетации. Урожайность товарных клубней составила 28,0 т/га и на 20-29% превосходила другие варианты. Аналогичная закономерность наблюдалась и на сорте Удача. Масса товарных клубней в зависимости от обработки и сорта варьировала от 93 до 117 грамм с максимальными значениями по массе при чизельной обработке.

Заключение

Полученные результаты позволяют сделать вывод о целесообразности применения чизельной обработки рабочими органами «РАНЧО» и чизельно-отвальной обработки с лапой «РАНЧО» которые обеспечивали рост продуктивности и сохранность растений к уборке у изучаемых сортов картофеля.

Список использованной литературы

1. Калинин А.Б., Теплинский И.З. и др. Реологическая модель почвы как фактора формирования требуемой плотности почвы в заданном слое // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2012. – № 29. – С. 248–255.
2. Владимиров К.В., Владимиров В.П., Мостакова А.А. Влияние способов обработки почвы на урожай и качество клубней раннеспелых сортов картофеля в условиях лесостепи Среднего Поволжья// Вестник Казанского ГАУ – 2018. – № 3(50) – С. 10–15.

УДК 551.508.2

МЕТЕОСТАНЦИЯ КАИРО MINI ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД ГОРОХА

С.Н. Ватракшин¹, аспирант,

С.А. Васильев², канд. техн. наук, доцент,

Г.Р. Абдулвалеева¹, аспирант

¹ФГОУ ВО «Башкирский ГАУ», г. Уфа,

²ФГБОУ ВО «Самарский ГАУ», г. Самара, Российская Федерация

Аннотация: Температура воздуха оказывает значительное влияние на продолжительность вегетационного периода гороха сорта Томас. Применение автономной метеостанции КАИРО MINI непосредственно на месте возделывания дает возможность получить точные данные метеоданные, без которых невозможно программирование будущих урожаев гороха на данном поле.

Abstract: Air temperature has a significant impact on the duration of the growing season for the Thomas variety of peas. The use of the KAIPO MINI autonomous weather station directly at the cultivation site allows for the acquisition of accurate weather data, which is essential for the programming of future pea harvests in this field.

Ключевые слова: Метеостанция KAIPO MINI, склон, горох, сорт Томас.

Keywords: KAIPO MINI weather station, slope, peas, variety Thomas.

Введение

Получение точных метеорологических погодных данных позволяет использовать эти данные в дальнейшем программировании урожаев. Большая территория Республики Башкортостан расположена на склонах различной крутизны [2-4,9]. Ранее проведённые исследования показали отличия погодных данных по участкам склона. Так наблюдения показывают, что температура воздуха на южном склоне верхней ее части выше по сравнению с пониженными участками поля [5,7,8]. А на сколько эта разница составляет явилось задачей наших исследований.

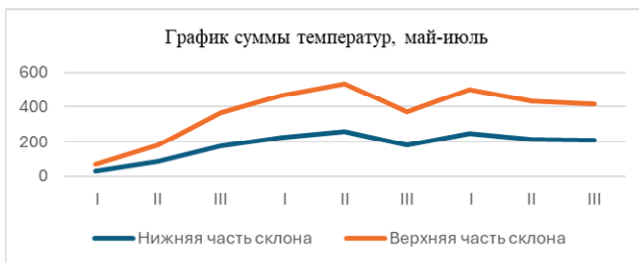
В качестве решения проблемы точных данных предлагаются автономные метеостанции, устанавливаемые непосредственно на участках земледелия, что позволяет более точно отслеживать климатические условия в реальном времени. Автономные метеостанции собирают данные о различных климатических параметрах. Эти данные передаются в базы для обработки с использованием различных способов связи, формируя сеть покрытия для мониторинга больших площадей. На рынке России представлены компании Kairos, IMetos и Сокол [1,6].

Основная часть

Цель исследований. Измерения температуры воздуха за весь период вегетации гороха посевного на разных частях южного склона. Определение влияния температуры воздуха на вегетационный период гороха сорта Томас на различных частях склона.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в Учебно-научном центре Аксеновского агропромышленного колледжа поля № 2 на посевах гороха посевного сорта Томас в 2023 г. Использовали устройство автономной метеостанции KAIPO MINI, ее функциональные возможности, способы передачи данных и время автономной работы на двух уровнях: верхней и нижней части склона поля. *Результаты исследований.* Так наблюдения показывают, что температура воздуха на южном склоне верхней ее части выше по сравнению с пониженными участками поля на 1,2–1,8 °C. На

верхней части склона сумма активных температур за май-июль в верхней части склона составила 2180 °С, а в нижней части 1890 °С, в следствии чего период вегетации гороха сорта Томас в верхней части составил 78 дней а в нижней части склона 82–83 дня.



Заключение

Температура воздуха оказывает влияние на продолжительность вегетационного периода гороха сорта Томас. Для получения точных данных с целью программирования будущих урожаев целесообразно применению автономной метеостанции КАИРО MINI непосредственно на месте возделывания.

Список использованной литературы

1. КАИРОС, новейшие интеллектуальные системы мониторинга погодных условий: официальный сайт. – Краснодар – Обновляется в течение суток. – URL: <https://kaipos.ltd> (дата обращения 30.06.2025).
2. Абдулвалеев, Р.Р. Влияние антистрессовых регуляторов роста на урожайность и качество зерна яровой пшеницы / Абдулвалеев Р.Р., Сафаров З.Ф., Хисамов И.Ж., Абдулвалеева Г.Р. // В сборнике: ДОСТИЖЕНИЯ ХИМИИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ. Материалы II Всероссийской молодежной конференции-школы с Международным участием. – 2016. – С. 10–14.
3. Абдулвалеев, Р.Р. Влияние рельефа на режим увлажнения почвы и урожайность яровой пшеницы и ячменя / Абдулвалеев Р.Р., Троц В.Б. // Зерновое хозяйство России. – 2015. – № 3. – С. 57–60.
4. Абдулвалеев, Р.Р. Влияние рельефа поля на фитосанитарное состояние и урожайность посевов яровой пшеницы / Абдулвалеев Р.Р., Троц В.Б. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 6 (128). – С. 40–44.
5. Абдулвалеев, Р.Р. Урожайность и качество зерна мягкой пшеницы в зависимости от сорта, нормы посева семян и срока уборки в условиях Предуральской степи Республики Башкортостан / Абдулвалеев Р.Р. // диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Уфа, 2003.
6. Брумин, А.З. Система интеллектуального мониторинга и прогнозирования условий возделывания сельскохозяйственных культур / А.З. Брумин, И.Г. Прокудин, С.А. Васильев, П.А. Ишкин // Инновационные достижения науки и техники АПК: Сб. науч. тр. – Самара, 2018. – С. 573–576. EDN: POPCZD.

7. Исмагилов, Р.Р. Технология возделывания сои, вики, нута, и кормовых бобов в Республике Башкортостан / Исмагилов Р.Р., Нурлыгаянов Р.Б., Хадыев И.Р., Сафин Х.М., Абдулвалеев Р.Р., Исмагилов К.Р., Ахияров Б.Г., Гиниятова Ф.Ф. // рекомендации / Уфа, – 2019. – 52 с.

8. Печаткин, В.А. Прогнозирование качества созревающего зерна мягкой пшеницы в степном Предуралья Башкортостана / Печаткин В.А., Абдулвалиев Р.Р., Нигматьянов А.А. // В сборнике: Проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса регионов России. Материалы Международной научно-практической конференции. – 2002. – С. 193–196.

9. Ватракшин, С.Н. Масса 1000 зерен гороха различных сортов на элементах агроландшафта в условиях Предуралья Республики Башкортостан/ Ватракшин С.Н., Ватракшина Е.Г., Абдулвалеев Р.Р.// Современные тенденции технологического развития АПК. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной Десятилетию науки и технологий и 300-летию Российской академии наук. Ижевск, – 2025. – С. 33–39.

УДК 551.508.2

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТЕОСТАНЦИИ КАИРО MINI НА ПОСЕВАХ ГОРОХА

С.Н. Ватракшин, Е.Г. Ватракшина, аспиранты

ФГОУ ВО «Башкирский ГАУ», г. Уфа, Российская Федерация

Аннотация: Погодные данные способствуют прогнозированию будущего урожая и позволяют определить лимитирующие факторы для получения полноценного урожая полевых культур, в том числе гороха. Применение автономной метеостанции КАИРО MINI непосредственно на месте возделывания позволяет решить эту задачу, а также задачи точного земледелия. Сравнение данных зональной метеостанции и станции КАИРО MINI показало существенную разницу в данных, что показывает на большую эффективность применения локальных метеостанций.

Abstract: Weather data contributes to the prediction of future harvests and allows for the identification of limiting factors for obtaining a full-fledged harvest of field crops, including peas. The use of the KAIPRO MINI autonomous weather station directly at the cultivation site allows for the solution of this task, as well as the tasks of precision farming. A comparison of data from a zonal weather station and the KAIPRO MINI station showed a significant difference in the data, indicating the greater effectiveness of using local weather stations.

Ключевые слова: Метеостанция КАИРО MINI, горох, метеоданные.

Keywords: KAIPRO MINI weather station, peas, weather data.

Введение

Государственные метеостанции расположены по зонам, но удаленность до некоторых полей от стационарной станции достигает 30–40 км по прямой, а ранее полученные данные

многими исследователями показывает большую разницу погодных данных даже в пределах одного хозяйства, одного поля [1-4, 6,7-8].

В качестве решения проблемы точных данных предлагаются автономные метеостанции, устанавливаемые непосредственно на участках земледелия, что позволяет более точно отслеживать климатические условия в реальном времени. Автономные метеостанции собирают данные о различных климатических параметрах, Эти данные передаются в базы для обработки с использованием различных способов связи, формируя сеть покрытия для мониторинга больших площадей. На рынке России представлены компании Kairos, IMetos и Сокол [5,9].

Основная часть

Цель исследований. Сравнить данные Раевской метеостанции (28 км от поля) и автономной метеостанции КАИРО MINI расположенной непосредственно на поле с посевом гороха.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились Аксеновского агропромышленного колледжа на поле УНЦ посевах гороха посевного сорта Рокет в 2023–2024 гг. Использовали устройство автономной метеостанции КАИРО MINI, ее функциональные возможности, способы передачи данных и время автономной работы. Данные Раевской метеостанции (в среднем по месяцам за май-август, 2023–2024 гг.).

Результаты исследований. Полученные данные за май-август 2023–2024 гг. по средней температуре за месяц, осадкам и влажности воздуха, которые представлены на диаграмме по двум метестанциям с. Раевский и автономной метеостанции КАИРО MINI показали существенную разницу. Разница данных стационарной метеостанции с. Раевский и автономной метеостанции КАИРО MINI составила: по показателям температуры – 18%, осадки – 23%, влажность – 16%.

Метеорологические данные метеостанции с.
Раевский и КАИРО MINI



Заключение

Использование автономной метеостанции КАИРО MINI является целесообразным и необходимым для программирования урожаев гороха и внедрения точного земледелия.

Список использованной литературы

1. Абдулвалеев, Р.Р. Влияние антистрессовых регуляторов роста на урожайность и качество зерна яровой пшеницы / Абдулвалеев Р.Р., Сафаров З.Ф., Хисамов И.Ж., Абдулвалеева Г.Р. // Достижения химии в агропромышленном комплексе. Материалы II Всероссийской молодежной конференции-школы с Международным участием. – 2016. – С. 10–14.
2. Абдулвалеев, Р.Р. Влияние рельефа на режим увлажнения почвы и урожайность яровой пшеницы и ячменя / Абдулвалеев Р.Р., Троц В.Б. // Зерновое хозяйство России. – 2015. – № 3. – С. 57–60.
3. Абдулвалеев, Р.Р. Влияние рельефа поля на фитосанитарное состояние и урожайность посевов яровой пшеницы / Абдулвалеев Р.Р., Троц В.Б. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 6 (128). – С. 40–44.
4. Абдулвалеев, Р.Р. Урожайность и качество зерна мягкой пшеницы в зависимости от сорта, нормы высева семян и срока уборки в условиях Предуральской степи Республики Башкортостан / Абдулвалеев Р.Р. // диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Уфа, 2003.
5. Брумин, А.З. Система интеллектуального мониторинга и прогнозирования условий возделывания сельскохозяйственных культур / А.З. Брумин, И.Г. Прокудин, С.А. Васильев, П.А. Ишкин // Инновационные достижения науки и техники АПК: Сб. науч. тр. - Самара, 2018. – С. 573–576. EDN: POPCZD.
6. Ватракшин, С.Н. Масса 1000 зерен гороха различных сортов на элементах агроландшафта в условиях Предуралья Республики Башкортостан/ Ватракшин С.Н., Ватракшина Е.Г., Абдулвалеев Р.Р.// Современные тенденции технологического развития АПК. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной Десятилетию науки и технологий и 300-летию Российской академии наук. Ижевск, – 2025. – С. 33–39.
7. Исмагилов, Р.Р. Технология возделывания сои, вики, нута, и кормовых бобов в Республике Башкортостан / Исмагилов Р.Р., Нурлыгаянов Р.Б., Хадыев И.Р., Сафин Х.М., Абдулвалеев Р.Р., Исмагилов К.Р., Ахияров Б.Г., Гиниятова Ф.Ф. // рекомендации / Уфа, – 2019. – 52с.
8. Печаткин, В.А. Прогнозирование качества созревающего зерна мягкой пшеницы в степном Предуралье Башкортостана / Печаткин В.А., Абдулвалиев Р.Р., Нигматьянов А.А. // Проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса регионов России. Материалы Международной научно-практической конференции. – 2002. – С. 193–196.
9. Самохвалова, Е.В. Оценка соответствия показаний автоматической метеостанции "КАЙПОС" данным стандартных метеонаблюдений станции Усть-Кинельская / Самохвалова Е.В., Васильев С.А. // Инновационные достижения науки и техники АПК. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Кинель, – 2020. – С. 118–123.

ПРИМЕНЕНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА ПОСЕВЕ ГОРОХА СО СКЛОНОМ ЮЖНОЙ ЭКСПОЗИЦИИ

Е.Г. Ватракшина¹, С.Н. Ватракшин¹, аспиранты,

А.А. Нигматьянов², канд. с.-х. наук, доцент

¹ФГОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»,

²ФГОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа, Российская Федерация

Аннотация: Биологические препараты оказывают значительное влияние на урожайность гороха. Эффективность действия биопрепаратов на посеве гороха размещенного на склоне не изучено. Полученные данные показывают различное действие биопрепарата на посевах гороха на склоне. Наибольший положительный эффект получен при использовании биопрепаратов в нижней части склона, что связано с большей увлажненностью.

Abstract: Biological preparations have a significant effect on the yield of peas. The effectiveness of biologics in sowing peas placed on a slope has not been studied. The data obtained show the different effects of the biopreparation on pea crops on the slope. The greatest positive effect was obtained when using biological products in the lower part of the slope, which is associated with greater moisture content.

Ключевые слова: биопрепарат, Ризоторфин, Ризобаш, склон, горох.

Keywords: biopreparation, Rhizotorphin, Rizobash, slope, peas.

Введение

На посевах гороха рекомендуют использовать биопрепараты для фиксации атмосферного азота, что увеличивает содержание протеина в урожае гороха, активизирует полезную почвенную микрофлору. Наиболее применению отмечено биопрепаратов: Ризоторфин и РизоБаш производства НВП Башинком для азотификации клубеньковой системой корней.

Основная часть

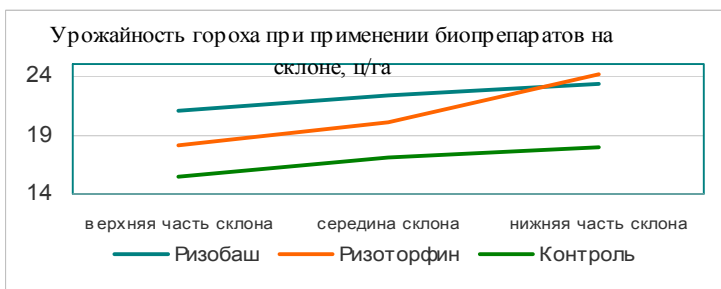
Цель исследований. Определение влияния биопрепарата Ризоторфин и РизоБаш на урожайность гороха сорта Томас на верхней части, середине и нижней частях южного склона.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в Учебно-научном центре Аксеновского агропромышленного колледжа поля № 2 верхней части, середине и нижней части склона поля на посевах гороха посевного сорта Томас в 2022–2023 гг. Использовали биопрепараты: Ризоторфин и Ризобаш производства НВП Башинком.

Результаты исследований. Использование биопрепарата Ризоторфин и РизоБаш оказало существенное влияние на урожайность гороха.

При применении Ризоторфина урожайность значительно повысилась по сравнению с контролем на 10–24%, наибольшая прибавка была отмечена на нижней части склона – 24%. Применение РизоБаш дало прибавку урожая гороха сорта Томас на 20–23% и его применение было более пластичным по участкам склона.

Заключение



Биопрепараты оказывают влияние на урожайность гороха сорта Томас. Наибольшая урожайность гороха получена в нижней части и середине склона (прибавка на 15–23%). Наибольшая пластичность урожайности на склоне получена при использовании биопрепарата РизоБаш производства НВП Башинком (20–23%).

Список использованной литературы

1. Абдулвалеев, Р.Р. Влияние антистрессовых регуляторов роста на урожайность и качество зерна яровой пшеницы / Абдулвалеев Р.Р., Сафаров З.Ф., Хисамов И.Ж., Абдулвалеева Г.Р. // Достижения химии в агропромышленном комплексе. Материалы II Всероссийской молодежной конференции-школы с Международным участием. – 2016. – С. 10–14.
2. Абдулвалеев, Р.Р. Влияние рельефа на режим увлажнения почвы и урожайность яровой пшеницы и ячменя / Абдулвалеев Р.Р., Троц В.Б. // Зерновое хозяйство России. – 2015. – № 3. – С. 57–60.
3. Абдулвалеев, Р.Р. Влияние рельефа поля на фитосанитарное состояние и урожайность посевов яровой пшеницы / Абдулвалеев Р.Р., Троц В.Б. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 6 (128). – С. 40–44.
4. Абдулвалеев, Р.Р. Урожайность и качество зерна мягкой пшеницы в зависимости от сорта, нормы высева семян и срока уборки в условиях Предуральской степи Республики Башкортостан / Абдулвалеев Р.Р. // диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Уфа, 2003.
5. Исмагилов, Р.Р. Технология возделывания сои, вики, нута, и кормовых бобов в Республике Башкортостан / Исмагилов Р.Р., Нурлыгаянов Р.Б., Хадыев И.Р.,

Сафин Х.М., Абдулвалеев Р.Р., Исмагилов К.Р., Ахияров Б.Г., Гиниятова Ф.Ф. // рекомендации / Уфа, – 2019. – 52с.

6. Печаткин, В.А. Прогнозирование качества созревающего зерна мягкой пшеницы в степном Предуралье Башкортостана / Печаткин В.А., Абдулвалиев Р.Р., Нигматьянов А.А. // В сборнике: Проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса регионов России. Материалы Международной научно-практической конференции. – 2002. – С. 193–196.

7. Абдулвалеев, Р.Р. Изменение урожайности гороха посевного сортов Памяти Хангильдина и Рокет в зависимости от частей южного склона в условиях Предуралья Республики Башкортостан / Р.Р. Абдулвалеев, Е.Г. Ватракшина, С.Н. Ватракшин // Современные тенденции технологического развития АПК. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной Десятилетию науки и технологий и 300-летию Российской академии наук. Ижевск, – 2025. – С. 3–9.

8. Akhiyarov, B. The influence of different seeding application rates and sowing time on maize hybrids' productivity in the conditions of the republic of Bashkortostan's southern forest-steppe zone / Akhiyarov B., Kuznetsov I., Alimgafarov R., Islamgulov D., Abdulvaleev R. // Applied and Environmental Soil Science. – 2021. – Т. 2021. – С. 4914508.

9. Исмагилов, Р.Р. Изменение уровня минерального питания растений на поле со сложным рельефом / Р.Р. Исмагилов, Р.Р. Абдулвалеев // Пермский аграрный вестник. – 2016. – № 4 (16). – С. 27–30.

УДК 62-503.54

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Е.А. Ромашко, инженер,

Д.В. Дудко, А.Э. Волосевич, студенты

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация: ключевыми преимуществами системы являются прогнозирование отказов, предотвращение внеплановых простоев машин в периоды высокой нагрузки (посев, уборка урожая) и оптимизация затрат на техническое обслуживание. Внедрение предложенного решения позволяет значительно повысить производительность агротехнических работ и снизить себестоимость сельскохозяйственной продукции.

Abstract: the key advantages of the system include failure prediction, prevention of unscheduled machine downtime during peak periods (sowing, harvesting), and optimization of maintenance costs. The implementation of the proposed solution significantly enhances the productivity of farming operations and reduces agricultural production costs.

Ключевые слова: интеллектуальная диагностика, сельскохозяйственная техника, прогнозирование отказов, машинно-тракторный парк, техническое обслуживание.

Keywords: intelligent diagnostics, agricultural machinery, predictive maintenance, farm equipment, technical condition monitoring.

Введение

Ключевым ограничением современных систем мониторинга является высокая стоимость специализированного оборудования для их развёртывания. В данной статье предлагается альтернативное решение на базе экономически эффективной платформы ESP8266 и стандартных датчиков.

Новизна исследования заключается в адаптации технологий, традиционно используемых в сегменте "умного дома", для задач промышленной диагностики сельскохозяйственной техники. Такой подход обеспечивает значительное снижение капитальных затрат при сохранении надёжности и функциональности системы мониторинга.

Основная часть

Принцип работы системы реализован в следующей последовательности:

1. Специальное устройство «CAN-крокодил» подключается к CAN-шине транспортного средства. Через него модуль CAN получает данные и передаёт их на микроконтроллер ESP8266.

2. Микроконтроллер ESP8266 выполняет первичную обработку данных: фильтрует сигналы и выделяет необходимые параметры.

3. На ESP8266 запускается веб-сервер, который формирует HTML-страницу с актуальными показателями CAN-шины. Пользователь может получить доступ к этой странице с любого устройства, подключённого к локальной сети Wi-Fi.

4. Система в реальном времени анализирует данные на наличие ошибок в работе систем транспортного средства.

5. При обнаружении критических неисправностей ESP8266 автоматически формирует сообщение с описанием ошибки и отправляет его через Telegram-бота, обеспечивая оперативное оповещение пользователя.

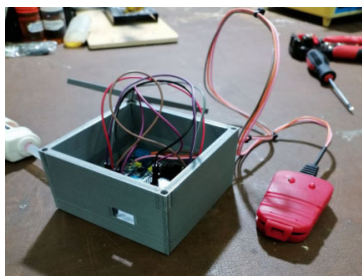


Рисунок 1. – Прототип устройства

Предлагаемая интеллектуальная система диагностики представляет собой комплексное решение на базе микроконтроллера ESP8266 и адаптера CAN-крокодил, обеспечивающее мониторинг технического состояния сельскохозяйственной техники. Устройство подключается к CAN-шине транспортного средства, осуществляя чтение и первичную обработку данных в реальном времени, включая такие критически важные параметры, как обороты двигателя, температура охлаждающей жидкости, давление масла и коды ошибок электронных блоков управления.

Полученная информация анализируется микроконтроллером, который при обнаружении аномалий или аварийных ситуаций автоматически генерирует оповещение с подробной расшифровкой через Telegram-бота, одновременно сохраняя данные в табличном формате с использованием среды Processing для последующего анализа и архивации. Для визуализации текущих параметров на ESP8266 развёртывается веб-сервер, предоставляющий оператору доступ к данным через интуитивно понятный HTML-интерфейс с любого устройства в сети Wi-Fi.

Преимуществами системы являются экономическая эффективность за счёт использования недорогих компонентов, гибкость настройки под конкретные типы техники, а также возможность масштабирования и интеграции с облачными сервисами для централизованного управления всем парком оборудования.

Данный подход демонстрирует практическую реализацию концепции Интернета вещей (IoT) в сельском хозяйстве, способствуя повышению надёжности техники и оптимизации затрат на ее обслуживание.

Заключение

Внедрение такого решения позволяет существенно повысить надёжность и экономическую эффективность эксплуатации техники. Это достигается за счёт перехода от планово-предупредительного обслуживания к обслуживанию по фактическому состоянию, что минимизирует внезапные поломки, оптимизирует затраты на ТО и ремонт и, как следствие, повышает уровень безопасности.

Список использованной литературы

1. Бельских, А. Диагностирование и обслуживание сельскохозяйственной техники / А. Бельских. – Минск : [б. и.], 1980. – 215 с. – Букинистическое издание.
2. Техника и оборудование для села : научно-практический журнал / учредитель РУП «Издательство «Беларуская наука». – 2023. – № 3. – С. 15–22. – ISSN 2072-8796.

ЭФФЕКТИВНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ЗАГОТОВКЕ КОРМОВ

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

И.П. Прокопенко, магистрант

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

Аннотация: Статья посвящена проблеме выбора рационального количества транспортных средств при уборке сельскохозяйственных культур в природно-производственных условиях Республики Беларусь и конкретных условиях сельскохозяйственного производства. Разработана методика, позволяющая более рационально использовать сельскохозяйственную технику, снизить себестоимость кормов, улучшить их качество путем сокращения времени ожидания кормоуборочного комбайна, уборки в целом и закладки кормов на хранение.

Abstract: The article is devoted to the rational choice of the number of vehicles during harvesting of crops in natural and industrial conditions of the Republic of Belarus and the specific conditions of agricultural production. The technique, which allows more efficient use of agricultural equipment, reduce the cost of forages, improve their quality by reducing the waiting time of forage harvester, harvest time and time of laying of forages on storage.

Ключевые слова: комбайн, транспорт, корма, кукуруза, время ожидания.

Keywords: combine, transport, feed, corn, waiting time.

Введение

В производственном процессе заготовки силоса и сенажа наиболее напряженным звеном является перевозка измельченного растительного сырья от кормоуборочных комбайнов к местам закладки на хранение. В настоящее время многие сельскохозяйственные предприятия республики при заготовке кормов используют высокопроизводительные комбайны КВК-800. Загрузить комбайн при такой высокой производительности и ограниченном количестве транспорта на предприятиях довольно сложно, а его простой приносит большие материально-денежные затраты (до 1,5 тыс. у.е. за 1 час рабочего времени). Исследования проводились на основе анализа производственной деятельности в условиях УП «Экспериментальная база имени Котовского» Узденского района и наличия необходимой сельскохозяйственной техники для транспортировки силосной массы.

Основная часть

Полевые работы выполняют поточным способом укрупненными специализированными подразделениями на основе эффективного

технического и транспортного обслуживания уборочных агрегатов, что повышает производительность труда, улучшает использование техники и, что особенно важно, сокращает сроки, уменьшая тем самым потери выращенного урожая. Эффективность работы всего уборочно-транспортного отряда в значительной степени зависит от организации транспортного обслуживания, причем определение рационального числа транспортных средств представляет некоторую трудность. Обусловлено это тем, что в реальных условиях момент наполнения прицепа транспортного средства силосной массой и момент прибытия другого средства на поле из очередного рейса не совпадают. Ведь продолжительность рейса зависит от скорости движения, времени взвешивания и разгрузки транспортного средства, удаленности места работы комбайна в каждом конкретном случае от магистральных дорог и т. п. Также на время наполнения прицепа транспортного агрегата силосной массой влияют: рельеф, урожайность, влажность убираемой культуры в течение суток и т. п. Это неизбежно приводит к простоям комбайнов и транспортных средств. Эффективность системы «комбайн–транспортные средства» описывают методы теории массового обслуживания. По данной методике нами произведен выбор рационального количества транспортных средств для обслуживания одного кормоуборочного комбайна КВК-800 в условиях УП «Экспериментальная база имени Котовского» Узденского района. В качестве транспортных средств на предприятии используют тракторы «Беларус» тягового класса 1,4 в агрегате с прицепами 2ПТС-4, для полной загрузки которых рекомендовано наращивание бортов, обеспечивающее объем прицепа 17 м³ и грузоподъемность 4 т. При уборке кукурузы на силос одним кормоуборочным комбайном КВК-80 с пропускной способностью 50 кг/с, урожайности зеленой массы 35,77 т/га, среднем расстоянии транспортировки груза 1 км по дорогам с твердым покрытием и себестоимости 1 т зеленой массы 8,33 у.е определена сумма ущерба от вынужденных простоев кормоуборочного комбайна и затраты на содержание транспортных средств для случаев, когда комплекс обслуживают от 1 до 11 транспортных средств. В результате исследований установлено, что минимальное время ожидания обслуживания кормоуборочного комплекса КВК-800, используемого в УП «Экспериментальная база имени Котовского» Узденского района для уборки кукурузы на силос, при наименьшей

общей сумме ущерба от простоев комплекса и затрат на содержание транспортных средств, получено при использовании девяти транспортных агрегатов. Два оставшихся агрегата можно использовать в качестве резервных.

Заключение

Сокращение времени ожидания кормоуборочного комплекса позволит существенно снизить себестоимость кормов, улучшить их качество путем сокращения времени уборки и закладки на хранение, более рационально использовать сельскохозяйственную технику. Разработанная методика выбора рационального количества транспортных средств при уборке сельскохозяйственных культур может быть использована при проектировании производственных процессов, планировании использования технического и трудового потенциала в природно-производственных условиях Республики Беларусь и конкретных условиях сельскохозяйственного производства.

Список использованной литературы

1. Непарко, Т. А. Технология и техническое обеспечение производства продукции растениеводства [Электронный ресурс] : электронное учебное пособие / Т.А. Непарко ; Минсельхозпрод РБ, БГАТУ, Кафедра ЭМТП и А. – Минск : БГАТУ, 2023.
2. Прокопенко, И.П. Определение транспортных средств для перевозки продукции от уборочных агрегатов / И.П. Прокопенко; науч. рук. Т.А. Непарко // НИРС БГАТУ-2024: сборник научных трудов студентов и магистрантов / редкол. В.Б. Ловкис [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2024. – С. 73–76.

УДК 633.15:631.5

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ В БОРЬБЕ С БОЛЕЗНЯМИ ЗЕРНОВОЙ КУКУРУЗЫ НА ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВАХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Ю. Москвичев, д-р с.-х. наук, профессор,

И.А. Корженко, канд. с.-х. наук, доцент

ФГБОУ ВПО «Волгоградский ГАУ»,

г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация: В работе изучается два вида основной обработки черноземной почвы и влияние средств химизации на болезни растений кукурузы на зерно с оценкой их эффективности в условиях Волгоградского региона.

Abstract: The paper studies two types of basic tillage of chernozem soil and the effect of chemical fertilizers on corn plant diseases in the Volgograd region, evaluating their effectiveness.

Ключевые слова: обработка почвы, средства химизации, болезни, вредители, кукуруза, экономическая эффективность.

Keywords: tillage, chemical agents, diseases, pests, crops, economic efficiency.

Повышение спроса на кукурузное зерно в Волгоградском регионе на черноземных почвах определяет дальнейший поиск новых и изменение общепринятых приемов в технологии возделывания зерновой кукурузы для условий южного чернозема Волгоградской области. Для этого осенью 2023 года были заложены исследования и проводились полевые наблюдения в ООО «Даниловские просторы» Даниловского района Волгоградской области. Площадь опытного участка была равной 8 гектаров. Основные почвы опытного поля – типичный южный чернозем, солонцеватый, тяжелосуглинистый с содержанием гумуса до 4%. Предшествующая культура – озимая пшеница. Норма высева семян кукурузы оказалась равной 52 тыс. всхожих семян на 1 га [1]. Опыты проводились методом расщепленных делянок. Учетный размер площади делянки второго порядка (фактор В) определялась 180 м² повторность в опыте была обозначена как трехкратная. На делянках первого порядка (фактор А) площадью 0,9 га сравнивались два вида основной обработки почвы: общепринятая (отвальная обработка плугом ПН-4,35 на глубину 0,25-0,27 м); внедряемая (с использованием современного безотвального орудия с разуплотнением почвы до 45 см). На испытываемых обработках этих почв совмещались факторы по изучению влияния средств химизации на развитие культурных растений и снижения вредоносности опасных заболеваний при возделывании этой культуры. На делянках второго порядка площадью 0,03 га определялась эффективность допосевной обработки семян зерновой кукурузы разными формами природного минерала – бишофита в сравнении с необработанным ими семенами. Изучались варианты: а) контроль (без обработки семян); б) инкрустация их рабочим раствором бишофита (15 % рабочий раствор); в) использование наноструктурированного препарата (бишокупр – 15 %). Естественный бишофит является опрессованным под высоким давлением вышележащих слоев породы, при растворении который образуется смесь комплекса солей и порядка 25 значимых для растений макро- и микроэлементов. При электрическом воздействии на раствор при-

родного бишофита с использованием медных электродов, создаются некоторые химические соединения, обладающие синергетическим эффектом при их взаимодействии, увеличивая тем самым обеззараживающую способность этого раствора. Созданный таким образом препарат насыщен ионами меди, наноструктурирован, который обозначен у нас бишокупром. Эти соединения применялось для предпосевной обработки семян с целью снижения и подавления основных болезней, и размер опытной делянки составил 0,01 га [2]. Остальная часть технологии возделывания кукурузы на зерно была подобной и включала в себе элементы испытанной агротехники (внесение полного минерального удобрения в расчетном количестве на заданный средний урожай в 50 ц/га зерна и составила $N_{70}P_{50}K_{40}$, применение гербицида титус 40 г/га + дианат 400 мг/га и других химических средств защиты по мере необходимости). В опытах высевали гибрид Газель. Результаты определения поражаемости растений кукурузы основными болезнями при обработке семян бишофитом представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты предпосевной обработки семян зерновой кукурузы видами бишофита при различной основной подготовке черноземной почвы в среднем за 2023–2024 гг.

Варианты	Общепринятая (0,25-0,27 м)			Внедряемая (до 45 м)		
	Урожай зерна, т/га	Прибавка урожая		Урожай зерна, т/га	Прибавка урожая	
		т/га	%		т/га	%
Контроль (без обработки)	5,09	–	–	5,56	–	–
Бишофит	5,52	0,43	8,4	6,04	0,48	8,6
Бишокупр	6,30	1,21	23,8	6,83	1,27	22,8

Различия по величине урожая зерна кукурузы по годам исследования (2023 и 2024) было небольшим и в среднем за 2 года на варианте с общепринятой обработкой на контроле составила 5,09 т/га, а внедряемой с углублением до 45 см – 5,56 т/га. По этим двум обработкам бишокупр увеличивал сбор зерна на 22,8–23,8% относительно контрольного варианта и его величина достигла 6,30 и 6,83 т/га зерна соответственно. Поражаемость растений кукурузы основными болезнями, такими как пузырчатая и пыльная головни, плесневение семян и другими, оказалась наибольшей при отваль-

ной обработке, что примерно в 1,5 раза больше по сравнению с глубокой обработкой, что объясняется наличием большого количества инфекционного начала на поверхности почвы. Такая обработка снижала уровень сохранности инфекции. Однако использование как обычного бишофита, так и улучшенной его структуры, обеспечивало меньшее проявление этих заболеваний в среднем за годы наблюдений.

Таким образом следует обозначить, что применение данного природного минерала в различных его формах, обеспечивает более рациональному потреблению почвенного влаги растениями и увеличивает их иммунитет к неблагоприятным метеорологическим условиям и воздействию заболеваний и что сказывается на сборах зерна этой культуры

Список использованной литературы

1. Москвичев, А.Ю. Зерновая продуктивность кукурузы в связи с различными видами основной обработки черноземной почвы и применением средств химизации в условиях Волгоградской области / А.Ю. Москвичев, С.В. Еремин, А.П. Дубровин, К.П. Рябухин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – № 4 (28). – С. 35–41.

2. Москвичев, А.Ю. Влияние агрохимикатов на продуктивность кукурузы на зерно при различной основной обработке черноземной почвы Волгоградской области / Материалы региональной научно-практической конференции «Интеграционные процессы в науке, образовании и аграрном производстве – залог успешного развития АПК» / А.Ю. Москвичев, С.В. Еремин, А.П. Дубровин // ИПК ФГОУ ВПО ВГСХА «Нива», Волгоград, 2011. – С. 115–118.

УДК 633.854.78

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА НА ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВАХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

О.В. Резникова, канд. с.-х. наук, доцент,

А.Н. Сарычев, канд. с.-х. наук, доцент,

Н.А. Задорожная, магистрант,

Р.Г. Задорожный, магистрант

ФГБОУ ВПО «Волгоградский ГАУ»,

г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. Получены результаты исследований по применению регуляторов роста при возделывании гибридов подсолнечника на черноземных почвах Волгоградской области. Установлено, что их применение обеспечивает повышение урожайности подсолнечника на 6,7–7,42%.

Abstract. The results of research on the use of growth regulators in the cultivation of sunflower hybrids on the chernozem soils of the Volgograd region have been obtained. It has been established that their use increases the yield of sunflower by 6.7–7.42%.

Ключевые слова: гибриды подсолнечника, регуляторы роста, фолиарная подкормка, черноземная почва.

Keywords: sunflower hybrids, growth regulators, foliar feeding, black soil.

Введение

Подсолнечник является одной из основных масличных культур, возделываемых в мире. В России, Аргентине, Китае, США и странах Евросоюза им занято до 70% посевов. Культура широко используется в пищевой, фармацевтической, косметической, энергетической отраслях и в сельском хозяйстве. В современном мире производство растениеводческой продукции не представляется возможным без использования минеральных удобрений, а также регуляторов роста. Подсолнечник хорошо отзывается на применение подкормок, а для формирования высокого урожая, необходима достаточная обеспеченность элементами питания [1, 2, 3]. Поэтому изучение вопроса применения регуляторов роста являются актуальным.

Основная часть

Цель исследований заключалась в изучении влияния применения регуляторов роста на урожайность гибридов подсолнечника в технологии возделывания на черноземных почвах Волгоградской области. Опыты закладывались в 2023-2024 гг. в условиях черноземных почв землепользования АО «Дельта-агро» Михайловского района Волгоградской области. В двухфакторном полевом опыте изучались 3 гибрида подсолнечника и применение двух регуляторов роста по следующей схеме:

Фактор А – гибриды: 1. Тунка; 2. НК Брио; 3. ЛГ 5485

Фактор В – регуляторы роста: 1. Контроль (без внесения подкормок); 2. Гелиос Трио (0,3 л/га), 3. Бор Молибден (0,5 л/га)

Регуляторами роста посевы обрабатывались трижды за вегетацию: 1-ая обработка: фаза 2-3 пары листьев, 2-ая обработка: фаза 5-ти пар листьев, 3-ья обработка: фаза начала образования корзинки.

Производственный опыт проводился в трехкратной повторности. Площадь каждой опытной делянки составила 1120,0 м² (100 х 11,2 м), учетной делянки – 470,4 м² (84 х 5,6 м). Расположение делянок в опыте – систематическое. Исследованиями было установлено, что применение регуляторов роста в технологии возделывания подсолнечника оказывает влияние уровень урожайности.

В среднем за два года выше урожайность у гибрида Тунка: на контроле 2,02 т/га, на варианте Гелиос Трио – 2,11 т/га, на варианте Бор Молибден – 2,17 т/га.

У гибрида подсолнечника ЛГ 5485 урожайность была ниже и соответственно по вариантам достигала 1,94; 2,0; и 2,07 т/га.

Гибрид НК Брио сформировал урожайность на уровне 1,79 на контроле, 1,85 при применении Гелиос Трио и 1,91 т/га на варианте с Бор Молибден.

Заключение

Проведенные исследования показали, что для условий черноземной зоны Волгоградской области из изучаемых гибридов в опыте наиболее продуктивным является гибрид Тунка. Для повышения урожайности следует рекомендовать применение регулятора роста Бор Молибден в дозе 0,5 л/га в фазу 2-3 пары листьев, 5-ти пар листьев и начала образования корзинки.

Список использованной литературы

1. Михальков, Д. Е. Влияние агротехнических приёмов на урожайность гибридов подсолнечника на чернозёмах Волгоградской области / Д. Е. Михальков, А. О. Дубовченко // Приоритетные научные исследования и инновационные технологии в АПК: наука – производству: материалы Национальной научно-практической конференции, Волгоград, 29 октября 2019 года. Том 1. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2019. – С. 173–179. – EDN ISPXXY.

2. Михальков, Д. Е. Применение биологически активных веществ в посевах масличных культур в различных почвенно-климатических зонах Волгоградской области / Д. Е. Михальков, А. С. Кочергина // Развитие АПК на основе принципов рационального природопользования и применения конвергентных технологий : Материалы Международной научно-практической конференции, проведенной в рамках Международного научно-практического форума, посвященного 75-летию образования Волгоградского государственного аграрного университета, Волгоград, 30 января – 01 2019 года. Том 1. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2019. – С. 329-334. – EDN ТНАКУР.

3. Медведев, Г. А. Влияние основной обработки почвы на засоренность и урожайность подсолнечника в подзоне южных черноземов Волгоградской области / Г. А. Медведев, Д. Е. Михальков, Н. Г. Екатериничева // Воспроизводство плодородия почв и создание устойчивых агробиоценозов: Материалы Международной научно-практической конференции "110 лет Длительному полевому стационарному опыту РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева", Москва, 30 июня – 01 2022 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 89–93. – EDN XMOLCO.

**ПРОДУКТИВНОСТЬ СОВРЕМЕННЫХ
РАЙОНИРОВАННЫХ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА
НА ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВАХ**

**А.Н. Сарычев, канд. с.-х. наук, доцент,
О.В. Резникова, канд. с.-х. наук, доцент,
Р.Г. Задорожный, магистрант,
Н.А. Задорожная, магистрант
ФГБОУ ВПО «Волгоградский ГАУ»,
г. Волгоград, Российская Федерация**

Аннотация. Представлены результаты полевых исследований по изучению влияния приемов основной обработки почвы на формирование урожайности современных гибридов подсолнечника. Установлено, что урожайность гибридов подсолнечника на чизельной обработке почвы выше, чем на отвальной вспашке на 0,29 т/га, и больше, чем на дисковании на 0,64 т/га.

Abstract. The results of field studies on the effect of basic tillage methods on the yield of modern sunflower hybrids are presented. It was found that the yield of sunflower hybrids on chisel tillage is higher than on ploughing by 0.29 t/ha, and higher than on disk-ing by 0.64 t/ha.

Ключевые слова: гибрид подсолнечника, чизельная обработка почвы, отвальная вспашка, дискование.

Keywords: sunflower hybrid, chisel tillage, ploughing, disking.

Введение

В Волгоградской области подсолнечник является ведущей технической сельскохозяйственной культурой. Ежегодно под эту культуру отводится свыше 800 тыс. га. Актуальной задачей на сегодняшний день является создание и внедрение в сельскохозяйственное производство высокопродуктивных сортов и гибридов подсолнечника и разработка технологии их выращивания. Современные гибриды обеспечивают устойчивость к сорным растениям, болезням, вредителям и получение урожая в годы с экстремальными погодными условиями. Для успешного возделывания разрабатываются и применяются новые агротехнические приемы возделывания.

Основная часть

Цель исследований заключалась в изучении особенностей и поиске новых путей повышения производительности адаптивных технологий возделывания подсолнечника на основе внедрения в производство новых гибридов подсолнечника. Опыты закладывались в 2023–2024 гг. в условиях черноземных почв на землепользо-

вании ООО «Дельта Агро» Михайловского района Волгоградской области. В двухфакторном полевом опыте изучались 3 гибрида подсолнечника и 3 варианта обработки почвы, по следующей схеме: Фактор А - гибриды: 1. МАС 96 П; 2. МАС 92 КПКЛ; 3. ПР 64 Ф 66. Фактор В – Обработка почвы: 1.Отвальная вспашка (контроль) 0,25-0,27 м; 2.Чизельная обработка почвы 0,27-0,30 м 3. Дискование 0,10-0,12 м. Производственный опыт проводился в трехкратной повторности. Площадь делянки 1120,0 м², учетной делянки – 470,4 м². Расположение делянок в опыте – систематическое. Проведенные исследования показали, что сохранность растений к уборке в целом по опыту изменялась от 79,7 % до 85,3 %. Лучшие показатели формировались на гибриде МАС 92 КПКЛ, на варианте с чизельной обработкой почвы – 85,3%, что больше чем у гибрида МАС 96 П на 1,0% и больше, чем у гибрида ПР 64 Ф 66 на 1,9%. Чизельная обработка почвы, обеспечивает наиболее лучший водный режим, чем другие изучаемые варианты. Содержание доступной влаги перед посевом на этом варианте больше, чем на контроле, на 18,35 мм и больше, чем на дисковании на 35,2 мм. В фазу образования корзинки разница составляет 9,7 и 23,5 мм соответственно. Чизельная обработка почвы способствует снижению плотности и увеличению порозности черноземной почвы. Перед посевом плотность почвы на чизельной обработке составила 1,21 г/см³, порозность 55,4%, а перед уборкой 1,33 г/см³ и 47,2%.

Установлено, что посеvy гибрида подсолнечника МАС 92 КП, формировали самую высокую биологическую урожайность по сравнению с другими изучаемыми гибридами. В среднем урожайность этого гибрида была больше, чем у гибрида ПР 64 Ф 66 на 0,25 т/га и больше, чем у гибрида МАС 96 П на 0,2 т/га. Фактическая урожайность показала преимущество чизельной обработки почвы, в среднем по вариантам опыта она была выше, чем на контроле 0,29 т/га, и больше, чем на дисковании на 0,64 т/га. Из изучаемых гибридов, по урожайности лучшим является гибрид МАС 92 КП, средняя урожайность, которого за 2 года исследований составила 2,38 т/га, что больше, чем у гибрида МАС 96 П на 0,29 т/га и у гибрида ПР 64 Ф 66 на 0,64 т/г

Заключение

Продуктивность современных гибридов подсолнечника в опыте прежде всего зависит от их биологических особенностей, а учиты-

вая климатические особенности Волгоградской области также от обеспеченности доступной влагой. Регулировать водный режим почвы возможно за счет приемов основной обработки почвы. Лучшие результаты полевого опыта были получены на варианте с гибридом МАС 92 КП, где основная обработка почвы была чизельная орудием ПЧ-4,5 SVAROG на глубину 0,27-0,30 м. Урожайность составила за 2 года исследований 2,38 т/га, а уровень рентабельности производства 229,38 %.

Список использованной литературы

1. Медведев, Г. А. Урожайность подсолнечника в различных системах возделывания на черноземах южных Волгоградской области / Г. А. Медведев, Д. Е. Михальков, Н. Г. Екатериничева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2024. – №4(76). – С. 38-45. – DOI 10.32786/2071-9485-2024-04-03. – EDN GOOWBO.

2. Приемы повышения урожайности маслосемян подсолнечника на черноземных почвах Нижнего Поволжья / Г. А. Медведев, В. М. Иванов, В. Н. Чурзин [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 4(40). – С. 52–59. – EDN VHDRLZ.

УДК 631.82:633.11

ВЛИЯНИЕ СОРТОВЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ И АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ

О.В. Резникова, канд. с.-х. наук, доцент,

А.А. Сарычев, студент

ФГБОУ ВПО «Волгоградский ГАУ»,

г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. В статье отражены результаты полевого опыта на светло-каштановых почвах по изучению влияния сортовых особенностей и азотного удобрения на формирование урожая озимой пшеницы. Установлено, что из изучаемых сортов наиболее продуктивным является сорт Юбилей Дона, поскольку он сформировал самую высокую урожайность при применении удобрений – 2,63 т/га.

Abstract. The article reflects the results of a field experiment on light chestnut soils to study the effect of varietal characteristics and nitrogen fertilization on the yield of winter wheat. It was found that the Jubilee of Don variety is the most productive, as it produced the highest yield of 2.63 t/ha when fertilizers were applied.

Ключевые слова: сорт озимой пшеницы, азотные подкормки, аммиачная селитра, удобрение, урожай.

Keywords: winter wheat variety, nitrogen fertilizers, ammonium nitrate, fertilizer, yield.

Введение

Озимая пшеница относится к наиболее ценной зерновой культуре в Российской Федерации. Волгоградская область является крупным регионом производства зерна озимой пшеницы, где ее высевают на площади более 1,5 млн. гектаров. Наиболее эффективный путь повышения урожайности и качества зерна озимой пшеницы в сложившихся экономических условиях – это внедрение в производство высокопродуктивных сортов и совершенствование технологии возделывания озимой пшеницы. Озимая пшеница является культурой которая положительно отзывается на применение азотных удобрений, особенно если сорта являются интенсивного типа. [1,2]

Основная часть

Цель исследований заключалась в выявлении наиболее продуктивного сорта и эффективности использования азотных удобрений озимой пшеницы для условий сухостепной зоны светлокаштановых почв Волгоградской области. Для достижения поставленной цели и решения задач в 2023–2024 гг. на землепользовании ИП глава КФХ Сарычев Н.Н. в Котельниковском районе Волгоградской области в двухфакторном полевом опыте изучали сорта озимой пшеницы и удобрения. Предшественником был черный пар. Площадь делянки составила 1080 м². Площадь учетной делянки составила 540 м². Схема опыта: Фактор А – Сорта озимой пшеницы: 1. Ермак (контроль); 2. Юбилей Дона; 3. Жаворонок. Фактор В – Применение азотных минеральных удобрений для подкормки: 1. Без удобрений (контроль); 2. Аммиачная селитра, ранневесенняя подкормка – 30 кг/га д.в. Исследования велись по общепринятой методике. Было установлено, что сорт Жаворонок по сравнению с изучаемыми сортами является самым раннеспелым. Период вегетации у этого сорта составил 300 дней, что на 9 и 12 дней короче по сравнению с сортом Юбилей Дона и Ермак. Изучаемые в опыте сорта имеют полевую всхожесть соответствующую ГОСТ, которая находилась в пределах 90,9–91,7 %. Исследованиями установлено, что сорта обладают хорошей зимостойкостью, их сохранность после перезимовки не имела существенных отличий и составила 90,6–92,8%. Лучшим вариантом в опыте был сорт Юбилей Дона с внесением азотных удобрений в дозе 30 кг. д.в. на 1 га. Сохранность к уборке составила до 90,6 % или 2,89 млн. растений на 1 га. Динамика наращивания вегетативной массы зависела от особенно-

стей конкретного сорта и применения удобрений. Сорт Юбилей Дона имел самую высокую вегетативную массу, которая составила в конце вегетации без применения удобрений 576,3 г, с внесением аммиачной селитры – 629,3 г/м². Сорт Ермак обладал меньшей массой по сравнению с другими вариантами без применения удобрений 527,4 г/м², с применением 585,7 г/м². Высокие показатели структуры урожая отмечались на сорте Юбилей Дона. Он оказался наиболее пластичным к условиям возделывания по сравнению с другими изучаемыми сортами как на вариантах без применения удобрений, так и с ними. У сорта Юбилей Дона густота стояния составила 2,81 – 2,89 млн. растений на 1 га, количество продуктивных стеблей 3,28 – 3,42 млн., штук на 1 га, масса 1000 семян 34,9 – 36,3 г, число зёрен в колосе 22,7 – 25,8 штук. Самым продуктивным сортом в опыте является сорт Юбилей Дона, урожайность которого составила 2,1 т/га без применения удобрений и 2,63 т/га на варианте с внесением аммиачной селитры в дозе 30 кг. д.в. на 1 га. Контрольный сорт Ермак обладал самой низкой урожайностью в опыте: без удобрений 2,1 т/га, с применением 2,41 т/га.

Заключение

Таким образом, можно сделать вывод о том, что вариант с сортом озимой пшеницы Юбилей Дона, нормой высева 3,5 млн. всх. семян на 1 га и с применением для ранневесенней подкормки на мерзлоталой почве аммиачной селитры в дозе 30 кг. д.в. на 1 га обеспечивает получение урожая в засушливых условиях на уровне 2,63 т/га и уровень рентабельности возделывания – 130,9%.

Список использованной литературы

1. Михальков, Д. Е. Влияние агрохимиката и биопрепарата на рост, развитие и урожайность озимой пшеницы на черноземных почвах Волгоградской области / Д. Е. Михальков, А. С. Азаров, Е. А. Голопупов // Научное обоснование стратегии цифрового развития АПК и сельских территорий: Материалы Национальной научно-практической конференции. Волгоград, 07–08 декабря 2023 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2024. – С. 368–374. – EDN FXXDRS.
2. Сарычев, А. Н. Эффективность органо-минеральных удобрений при возделывании озимой пшеницы под защитой лесных полос / А. Н. Сарычев, Д. Е. Михальков, О. В. Резникова // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: Материалы Международной научно-практической конференции, Волгоград, 09–11 февраля 2022 года. Том I. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2022. – С. 229–234. – EDN BUSTUG.

ПРОДУКТИВНОСТЬ РАЙОНИРОВАННЫХ СОРТОВ НУТА НА ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВАХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

**А.Н. Сарычев, канд. с.-х. наук, доцент,
К.С. Угланцев, А.П. Дорохин, магистранты
ФГБОУ ВПО «Волгоградский ГАУ», г. Волгоград,
Российская Федерация**

Аннотация. Полученные данные результатов полевого опыта свидетельствуют о необходимости применения гербицидов в технологии возделывания нута. Применение довсходового гербицида БРИГ обеспечило получение самой высокой урожайности изучаемых сортов нута в опыте. Нут сорта Волжанин 50 обладал самой высокой урожайностью – 2,31 т/га, что позволило получить рентабельность на уровне 301,9%.

Abstract. The obtained data of the field experience results testify to the necessity of using herbicides in the technology of cultivation of chickpeas. The use of pre-emergence herbicide BRIG provided the highest yield of the studied chickpea varieties in the experience. Chickpea of the variety Volzhanin 50 had the highest yield – 2.31 t/ha, which allowed to obtain profitability at the level of 301.9%.

Ключевые слова: нут, гербицид, засоренность посевов, урожайность.

Keywords: chickpea, herbicide, crop infestation, yield.

Введение

Нут является одной из привлекательнейших культур сельскохозяйственного производства Нижневолжского региона, поскольку выгодно сочетает в себе такие ключевые качества, как востребованность, высокую агроэкологическую адаптивность к жестким условиям засушливого континентального климата и высокий приоритет в качестве предшественника биологизированных севооборотов. Для успешного возделывания данной культуры требуется осуществление защитных мероприятий против сорной растительности, поскольку нут требователен к чистоте посевов. Регулировать фитосанитарную обстановку на посевах нута возможно агротехническими мероприятиями, но наиболее эффективным способом является применение гербицидов в технологии возделывания. [1,2,3]

Основная часть

Цель исследований заключалась в изучении сортовых особенностей и поиске путей повышения эффективности адаптивных технологий возделывания нута на основе внедрения в производство новых сортов культуры и применения современных гербицидов для

защиты посевов от сорных растений при возделывании на черноземных почвах Волгоградской области. Полевой опыт был заложен АО «Колос» Еланского района, Волгоградской области. В эксперименте изучали районированные сорта нута и гербициды. Использовались гербициды: довсходовый гербицид Бриг, КС (д.в.500 г/л прометрина) и послевсходовый гербицид Форвард, МКЭ (д.в. 60 г/л хизалофоп-П-этила). Схема опыта двухфакторная и представлена следующими факторами: Сорта (фактор А), Гербициды (фактор В).

Схема опыта: Сорт (фактор А): Приво 1 (контроль); Волжанин; Волжанин 50. Гербицид (фактор В): 1. Без применения гербицидов (контроль); Бриг, КС; Форвард, МКЭ. Расположение делянок систематическое, площадь опытной делянки 720 м² (100 м x 7,2 м), учетной делянки 480 м² (6 м x 80 м). Предшественник – озимая пшеница, возделываемая по чистому пару. Обработка почвы чизельным орудием на глубину 0,25-0,27 м. Исследования осуществлялись по общепринятой методике Госсортсети. Изучаемые сорта имеют некоторые различия в датах наступления фенологических фаз и продолжительности межфазных периодах и вегетационного периода. Самый короткий период вегетации у контрольного сорта Приво 1 – 93 дня, у сорта Волжанин 100 дней, а самый продолжительный у сорта Волжанин 50–105 дней. Биологическая эффективность при применении гербицида Бриг была самая высокая в опыте 72,91, 89,37 и 94,52 %, соответственно через 7, 30 дней и перед уборкой сорта Волжанин 50. Формирование элементов продуктивности зависит от сортовых особенностей культуры и применения гербицидов в технологии возделывания. Лучшие показатели элементов продуктивности формируются на сорте Волжанин 50 при применении гербицида Бриг: количество растений шт/м² – 46,5, среднее число бобов на растении, шт./раст. – 29,4, средняя озерненность боба, зерен/боб – 1,35, средний выход зерен с растения, зерен/раст. – 39,7, вес 1000 зерен, г – 296. Применение гербицидов в технологии возделывания способствует повышению урожайности сортов нута. Из изучаемых сортов наиболее отзывчивым является сорт Волжанин 50, при применении гербицида Форвард он формирует урожайность 2,07 т/га, при использовании гербицида Бриг было получено 2,31 т/га.

Заключение

Полученные результаты исследований позволили выявить лучший вариант для дальнейшего внедрения в производство. Их изу-

чаемых сортов наиболее урожайным был сорт Волжанин 50, а для защиты посевов от сорной растительности следует использовать довсходовый гербицид БРИГ с действующим веществом 500 г/л прометрина дозой 2 л/га. Этот вариант опыта обеспечил урожайность до 2,31 т/га и уровень рентабельности до 301,9%.

Список использованной литературы

1. Гринько, А. В. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность и водопотребление нута в богарных условиях / А. В. Гринько, В. А. Кулыгин, Н. Н. Вошедский // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – № 4(32). – С. 92–98. – DOI 10.24411/2309-348X-2019-11138. – EDN ZGVRRG.
2. Гринько, А. В. Приёмы возделывания нута в условиях обыкновенных чернозёмов / А. В. Гринько, Н. Н. Вошедский, В. А. Кулыгин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 4(78). – С. 84–88. – EDN FDVCSP.
3. Васильченко, С. А. Влияние технологических приемов возделывания на урожайность нута в южной зоне Ростовской области / С. А. Васильченко, Г. В. Метлина // Зерновое хозяйство России. – 2020. – № 3(69). – С. 32–37. – DOI 10.31367/20798725-2020-69-3-32-37. – EDN RXGKVX.

УДК 631.35

ЛЕНТОЧНЫЙ ВАЛКОВАТЕЛЬ: ФОРМИРОВАНИЕ ВАЛКОВ

Т.А. Непарко¹, канд. техн. наук, доцент,

В.Б. Ловкис¹, канд. техн. наук, доцент,

Н.Н. Быков¹, канд. техн. наук, доцент,

Э.В. Дыба², канд. техн. наук, доцент

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

*²РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь)*

Аннотация. В комплексе мер по повышению качества травяных кормов и обеспечению животноводства растительным белком исключительно важное значение имеет уборка и заготовка кормов из трав. На этом технологическом этапе имеются резервы сокращения потерь урожая и снижения себестоимости кормов. В связи с этим в статье представлено обоснование организации работы и схемы формирования валков ленточным валкователем.

Abstract. Harvesting and preparing grass feed is crucial in improving the quality of grass feed and providing livestock with plant protein. This stage of the process offers potential for reducing crop losses and feed costs. In this regard, the article presents the rationale for the organization of work and the scheme for forming rolls using a belt swather.

Ключевые слова: валкователь, кормопроизводство, сено, сенаж, подбор, оборачивание, вспушивание, сгребание, валок.

Key words: swather, forage production, hay, haylage, picking up, turning, fluffing, raking, windrow.

Введение

В организационном плане весь процесс заготовки кормов надо построить так, чтобы за счет гибкого маневрирования технологиями с учетом созревания травостоя и погодных условий каждый вид кормовых культур убирать своевременно, в зависимости от их зрелости и фаз вегетации.

Основная часть

В результате выполнения этапов научно-исследовательских работ по заданию «Обосновать основные параметры, разработать и освоить производство ленточного валкователя» подпрограммы «Белсельхозмеханизация-2025» ГНТП «Инновационные агропромышленные и продовольственные технологии», 2021–2025 годы, были разработаны грабли-валкователи ленточного типа, для которых характерны высокая производительность, возможность выбора укладки валка – один или два, центральный или боковой; чистый и бережный подбор скошенной массы; заготовка силоса, сена или сенажа, позволяя валковать люцерну, сорго, пшеницу, мискантус, солому, кукурузу, а также различные травяные и бобовые культуры. Применение ленточного валкователя позволяет также: формировать один большой валок без потери качества, экономя топливо и обеспечивая необходимую загрузку кормоуборочного комбайна, пресс-подборщика и прицепа-подборщика; осуществлять заготовку кормов в более сжатые сроки; эффективно заготавливать корма при втором, третьем и последующих укосах, когда объем массы с гектара снижается.

Ленточный валкователь позволит формировать валки из любой скошенной массы, независимо от ее объема, длины и влажности, на расстоянии между ними от 9 до 45 м без потери качества массы в валке. И такая дробность очень важна, так как урожайность зеленой массы может быть такова, что после одного прохода валкователя валок будет мал для оптимальной загрузки кормоуборочного комбайна или пресс-подборщика, а после двух полных проходов – велик. При обосновании схем работы валкователя установлено, что сегментация ленточного транспортера обеспечивает возможность более гибкой конфигурации при работе обеспечивая линейную плотность валка не менее 4 кг на 1 погонный метр. С этой целью обоснована сегментация ленточного валкователя в зависимости от урожайности прессуемой массы.

При урожайности сгребаемой массы более 4,5 т/га с использованием полной ширины захвата валкователя b_p валок можно формировать не только слева и справа, но одновременно на обе стороны в соотношении 2/3 и 1/3 (см. рис.1). Это даст возможность укрупнять валки кратно не только 3, но и 2 или 1. При формировании валков для работы пресс-подборщиков шириной не более 1,4 м следует объединять валки с 9, 12 и 6 метров, направляя массу со всех транспортеров влево либо вправо.

Ленточный валкователь может работать с двумя ($2/3b_p$) или одной ($1/3b_p$) секцией. При урожайности убираемой массы более 6,8 т/га, сложив одну боковую секцию, машина работает оставшимися двумя, направляя массу, к примеру, с центральной секции влево, с боковой вправо, либо с обеих лент вправо или влево.

При урожайности свыше 13,5 т/га предусмотрена возможность работы только с центральной секцией, предварительно сложив две боковые секции: например, при необходимости перевернуть сформированный валок, если прошел сильный дождь.

Заключение

Используя ленточный валкователь и увеличивая объем массы в валке, существенно сократится количество самих валков в поле и количество прогонов техники по полю. Объединяя ленточным валкователем два валка в один после самоходных косилок можно сократить количество проходов комбайна через все поле, как минимум, вдвое.

Список использованных источников

1. Дыба, Э.В. Предпосылки к изучению влияния параметров рабочего органа сдвоенного типа колесно-пальцевым граблям на качество валкования скошенных трав / Э.В. Дыба, В.В. Микульский // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2020. – Вып. 54. – С. 145–149.

2. Дыба, Э.В. Анализ современных конструкций колесно-пальцевых граблей, применяемых для валкования травяных кормов / Э.В. Дыба, Л.И. Трофимович // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Международной научно-технической конференции РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», посвященной 100-летию со дня рождения М.М. Севернёва. – Минск. – 2021. С. 50–63.

3. Дыба, Э.В. Анализ известных типов граблей-валкователей / Э.В. Дыба, В.В. Микульский, Л.И. Трофимович // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Международной научно-технической конференции РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», посвященной 100-летию со дня рождения М.М. Севернёва. – Минск. – 2021. С. 104–109.

4. Дыба, Э.В. Поиск путей повышения качества травяных кормов / Э.В. Дыба, В.В. Микульский, Т.А. Непарко // Актуальные проблемы устойчивого развития сельских территорий и кадрового обеспечения АПК: материалы Международной научно-практической конференции (Минск, 3–4 июня 2021 года) / редкол.: Н.Н. Романюк [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2021. – С. 408–413.

УДК 631.35

ЛЕНТОЧНЫЙ ВАЛКОВАТЕЛЬ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ

Т.А. Непарко¹, канд. техн. наук, доцент,

В.Б. Ловкис¹, канд. техн. наук, доцент,

Н.Н. Быков¹, канд. техн. наук, доцент,

Э.В. Дыба², канд. техн. наук, доцент

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

*²РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь)*

Аннотация. В статье установлены факторы, влияющие на качество заготавливаемых кормов: погодные условия; оптимальные сроки уборки трав; высота скашивания; продолжительность полевой сушки или проявливании скошенной массы до кондиционной влажности; качество сгребания проявленной травяной массы; степень измельчения закладываемой массы; качество закладываемого сенажа и силоса; быстрое уплотнение травяных кормов до требуемой величины; процесс ферментации; качественное хранение и выемка с минимальным окислением; проведены теоретические исследования основных эксплуатационно-технологических параметров ленточного валкователя.

Abstract. The article identifies factors that influence the quality of harvested fodder: weather conditions; optimal timing for harvesting grass; mowing height; duration of field drying or wilting of the mown mass to the required moisture content; quality of raking of the wilted grass mass; degree of crushing of the laid mass; the quality of the stored haylage and silage; rapid compaction of grass forage to the required size; the fermentation process; high-quality storage and removal with minimal oxidation; theoretical studies of the main operational and technological parameters of the belt swather were conducted.

Ключевые слова: фактор, качество, корм, прокос, ворошение, валкователь, параметры, валок.

Key words: factor, quality, feed, swath, turning, swather, parameters, windrow.

Введение

Качество травяных кормов, получаемых из скошенных трав, зависит от множества факторов, основным из которых является скорость их сушки (проявливания) до кондиционной влажности. Одна-

ко, неустойчивые погодные условия, характерные для нашей республики в период сенокоса, значительно усложняют эту задачу. В условиях республики скашивание в прокос и интенсивное ворошение прокоса позволяет получить травяные корма кондиционной влажности в более короткие сроки. Соответственно, качество такого корма высокое, в нем максимально сохраняется каротин, протеин, углеводы и другие, питательные и витаминные комплексы, влияющие на его энергетическую ценность. Дальнейшее досушивание и сохранение энергетической ценности травяных кормов во многом зависит от качества их сгребания в валки [1, 2].

Основная часть

Моделируя процесс сгребания просушенной (проявленной) массы в валки ленточным валкователем на базе различных тракторов по интегральному критерию относительного удаления от цели [3-5], при выполнении научно-исследовательской работы по заданию «Обосновать основные параметры, разработать и освоить производство ленточного валкователя» подпрограммы «Белсельхозмеханизация-2025» ГНТП «Инновационные агропромышленные и продовольственные технологии», 2021-2025 годы, определена целевая функция выбора рационального состава и режимов работы МТА для заданной технологической операции. произведен выбор рационального состава и режима работы агрегатов на заготовке кормов при сгребании массы на стерне нормальной влажности с удельным сопротивлением ленточного валкователя 0,7–0,9 кН/м с учетом изменения длины гона и соответствующего сочетания ленточного валкователя на базе тракторов класса 3 и 2. Расчеты произведены для трех значений длины гона L_p : 600, 800 и 1000 м. Исследованиями установлено, что между размерами участков и длинами гонов существует тесная корреляционная связь, т.е. малым площадям участков соответствуют малые длины гонов и, наоборот, большим площадям участков соответствуют большие длины гонов. В связи с этим, для комплексной оценки агрегатов приняты следующие значения площадей одного поля: 28,8, 51,2 и 80 га, соответствующие приведенным выше длинам гонов. Исследование показало, что при длине гона 600 м оптимальным по интегральному критерию удаления от цели является агрегат «Беларус-1523»+ b_p ($\mu'=0$), обеспечивающий производительность 51,8 га за смену при расходе топлива 2,46 кг/га. При увеличении длины гона до 800 м

более эффективен агрегат «Беларус-1523»+ b_p ($\mu'=0,01$), обеспечивающий производительность 55,26 га за смену при расходе топлива 2,47 кг/га. При формировании валков ленточным валкователем в целом эффективен агрегат «Беларус-1221.2»+ b_p , обобщенный показатель которого, начиная с длины гона 600 м, улучшается и достигает своего наилучшего значения при длине гона 1000 м ($\mu'=0$), обеспечивая производительность 58,8 га за смену при расходе топлива 2,14 кг/га. Повышение производительности и снижение расхода топлива агрегатов при среднестатистических условиях работы вызвано снижением тягового сопротивления МТА при сегментации ленточного валкователя, увеличением рабочей скорости движения, коэффициента использования времени смены и коэффициента загрузки двигателя по мощности. Это ведет к улучшению оцениваемых показателей и, как следствие, снижению показателей идеального варианта, что в свою очередь влечет за собой изменение ранжирования агрегатов.

Заключение

Выполненные расчеты позволили установить, что производительность за час эксплуатационного времени ленточного валкователя составляет от 2,85 до 8,40 га/ч, в зависимости от укоса, состояния полей и его сегментации. При первом укосе, когда объем массы велик, рекомендована рабочая скорость трактора до 13 км/ч. При втором, третьем укосе, если поля ровные, скорость может быть до 16 км/ч.

Список использованных источников

1. Маклахов А.В., Углин В.К., Никифоров В.Е. Совершенствование технологии заготовки сена в рулонах. Владимирский земледелец. 2017. № 4 (82). С. 28–30.
2. Особенности технологий и техническое обеспечение заготовки кормов из трав и силосных культур // Официальный сайт предприятия РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа: <https://belagromech.by/news/osobennosti-tehnologij-i-tehnicheskoe-obespechenie-zagotovki-kormov-iz-trav-i-silosnyh-kultur>. – Дата доступа: 11.07.2022.
3. Технологии и техническое обеспечение производства продукции растениеводства : учебное пособие / Т. А. Непарко, А. В. Новиков, И. Н. Шило ; под общ. ред. Т. А. Непарко. – Минск : ИВЦ Минфина, 2015. – 199 с.
4. Непарко, Т.А. Повышение эффективности производства картофеля обоснованием рациональной структуры состава применяемых комплексов машин : автореф. дис. ... к-та техн. наук / Т.А. Непарко; БГАТУ. – Минск, 2004.
5. Непарко, Т. А. Технология и техническое обеспечение производства продукции растениеводства [Электронный ресурс] : электронное учебное пособие / Т.А. Непарко ; Минсельхозпрод РБ, БГАТУ, Кафедра ЭМТП и А.– Минск : БГАТУ, 2023.

ПРОДУКТИВНОСТЬ ГИБРИДОВ РЕПЧАТОГО ЛУКА НА КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

А.А. Федорова, аспирант

ФГБОУ ВПО «Волгоградский ГАУ»,

г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. Анализ полученных данных полевого опыта показал, что дифференцированный режим орошения в комплексе с применением органоминеральных удобрений обеспечивает увеличение урожайности по сравнению с другими вариантами опыта. Данная комбинация обеспечивает прибавку урожая на 5,1–10,7% в зависимости от изучаемого гибрида.

Abstract. The analysis of the field experiment data showed that a differentiated irrigation regime combined with the use of organic and mineral fertilizers increases the yield compared to other experimental options. This combination provides a yield increase of 5.1–10.7%, depending on the hybrid being studied.

Ключевые слова: органоминеральное удобрение, гибрид репчатого лука, режим орошения, светло-каштановая почва.

Keywords: organic-mineral fertilizer, onion hybrid, irrigation regime, light chestnut soil.

Введение

Волгоградская область является одним из регионов лидеров по производству овощной продукции. Ведущей овощной культурой является лук репчатый. Ежегодно в Волгоградской области на площади около 7 тыс. га получают до 450 тыс. тонн репчатого лука. Исследованиями установлено, что лук репчатый требует оптимизированного минерального питания, сбалансированного режима орошения [1,2,3]. Для обеспечения успешного развития овощеводства, в частности возделывания лука репчатого, на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья, необходимо изучение и последующее внедрение в производство новых перспективных гибридов, а также совершенствование режимов орошения и систем питания.

Основная часть

Целью исследования является совершенствование режимов капельного орошения, разработка оптимальной системы питания гибридов лука, с использованием органоминеральных удобрений для фертигации и некорневых подкормок.

Для достижения цели исследований в 2023 году на землепользовании ООО «Русь» Городищенского района Волгоградской области был заложен трехфакторный полевой опыт.

Схема опыта: Фактор А: уровень предельно-допустимого влаго-содержания в увлажняемой зоне почвогрунтов. А1. - поддержание

предполивного порога влажности почвы от посева семян до технической спелости лука в слое 0,4 м на уровне 80% НВ (контроль) А2. - поддержание предполивного порога влажности почвы от посева семян до формирования луковицы в слое 0,4 м на уровне 90% НВ, от формирования луковицы до технической спелости - 80% НВ А3. - поддержание предполивного порога влажности почвы от посева семян до формирования луковицы в слое 0,4 м на уровне 80% НВ, от формирования луковицы до технической спелости – 70% НВ.

Фактор В: гибриды репчатого лука В1 – Флагман (контроль) В2 – Инфинити. В3 – Тареско

Фактор С: применение органоминеральных удобрений для фертигации и фоллиарных подкормок С.1 Фон (N210P180K140) С.2 Фон (N210P180K140) + органоминеральное удобрение Агрифул Плюс С3. Фон (N210P180 K140) + органоминеральное удобрение Текнокель Амино Микс Плюс. При выращивании лука применялась схема загущенного размещения растений путем посева 1млн. семян/га.

Размещение вариантов в пределах фактора рендомизированное. Общая площадь опытного участка 9 га. Площадь одного организованного повторения - 0,25 га Площадь единичной делянки, включающей сочетание исследуемых факторов – 80 м².

Как показали исследования, количество поливов опытных посевов лука находилось в зависимости от интенсивности выпадения осадков во время вегетации. (рисунок 1, 2, 3) Так в период вегетации 2023 года более обеспеченном осадками, чем 2024 год количество поливов в зависимости от изучаемого варианта варьировало от 27 до 44 шт, а в 2024 г. от 31 до 51 полива. Это сказалось на величине оросительной нормы, которая в 2023 году равнялась 5280-7040 м³/га, а в 2024 году 5940-8690 м³/га.

Исследования показали, что по сравнению с контрольным режимом орошения, большая урожайность была получена на варианте А2 и варьировала в зависимости от гибрида и применяемых органоминеральных удобрений в среднем за 2 года исследований от 63,6 до 70,2 т/га. На варианте А3 этот показатель изменялся от 62,3 до 68,95 т/га, а на контроле от 60,8 до 66,35 т/га.

Наиболее урожайным в опыте является гибрид Инфинити, его продуктивность составила 63,5–70,2 т/га, а у контрольного гибрида Флагман 60,8–65,35 т/га. Гибрид Тареско показал промежуточные значения 62,4–68,15 т/га.

Заключение

Полученные данные по продуктивности позволили выявить наиболее лучшую комбинацию вариантов в опыте – режим орошения А2+гибрид Инфинити + органоминеральное удобрение Агрифул Плюс.

Средняя урожайность за 2 года на этом варианте составила 66,35 т/га, уровень рентабельности 87,0 %.

Наименее продуктивным был контрольный вариант А1 с гибридом Флагман без применения органоминеральных удобрений: средняя урожайность – 60,8, уровень рентабельности – 75,9 %.

Список использованной литературы

1. Жидков, В. М. Совершенствование режима орошения, систем минерального удобрения и гербицидов при возделывании лука репчатого / В. М. Жидков, И. В. Кривцов, О. В. Резникова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2006. – № 3(3). – С. 25–27. – EDN MSMNVD.
2. Минеральное питание лука репчатого (*Allium cepa* L.) при капельном орошении / М. И. Черкашина, Р. Р. Алимгафаров, И. Ю. Кузнецов, А. Г. Черкашина // Известия Дагестанского ГАУ. – 2024. – № 4(24). – С. 111-114. – EDN JLAENQ.
3. Бородычев, В. В. Режим орошения и продуктивность репчатого лука / В. В. Бородычев, В. С. Казаченко // Мелиорация и водное хозяйство. – 2011. – № 2. – С. 31–33. – EDN NQWWZL.

УДК 631.363

ОРГАНИЗАЦИЯ УБОРКИ НЕЗЕРНОВОЙ ЧАСТИ УРОЖАЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Т.А. Непарко¹, канд. техн. наук, доцент,

Н.И. Болтянская², канд. техн. наук, доцент,

Е.А. Городецкая, канд. техн. наук, доцент

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

²*Мелитопольский государственный университет, г. Мелитополь*

Аннотация. В статье дана оценка технологий уборки незерновой части урожая.

Abstract. The article provides an assessment of technologies for harvesting the non-grain part of the crop.

Ключевые слова: солома, плодородие почвы, прессование, валок, органические удобрения, топливо.

Keywords: straw, soil fertility, pressing, windrowing, organic fertilizers, fuel.

Введение

Механизация уборки незерновой части урожая в общем объеме работ по производству зерна занимает около 25–35%. Это связано с тем, что общая масса соломы в полтора-два раза больше, чем зерна,

а ее плотность – почти в 40 раз меньше плотности зерна. Машины и приспособления для уборки незерновой части урожая имеют достаточно высокую производительность и позволяют значительно снизить затраты труда и средств при правильной их эксплуатации, знании устройства, процесса работы, регулировки и оптимальной настройки. Правильный выбор способов уборки и комплексов машин применительно к природно-производственным условиям сельскохозяйственного предприятия, а также умелая организация использования техники повышает эффективность механизированной уборки незерновой части урожая зерновых культур.

Основная часть

Для уборки соломы существуют технологические схемы: поточная и валковая. Выбор той или иной технологической схемы определяется почвенно-климатическими условиями, возможностями и специализацией сельскохозяйственного предприятия, потребностями в грубых кормах, расстояниями от полей до животноводческих комплексов, а также технологической схемой уборки зерновой части урожая. Но в любом случае важно своевременно освободить поля для подготовки под будущий урожай и максимально снизить затраты на уборку соломы. Трудоемкость уборки и переработки соломы в несколько раз выше, чем уборки зерна: если на уборку и послеуборочную обработку 1 т зерна она колеблется в пределах от 1,5 до 2,5 ч, то на уборку и утилизацию 1 т соломы – от 4,5 до 12 ч, из которых 80% приходится на полевые уборочные работы. Поэтому очень важно правильно выбрать технологию и определить объемы использования соломы с учетом конкретных условий.

Солому озимых и яровых зерновых с повышенным содержанием сорняков, а также сильно полеглых и влажных целесообразно убирать с использованием *поточной* схемы (использование на удобрение или заготовка измельченной соломы на монокорм или моносе-наж). В сложившихся в последнее время социально-экономических условиях внесение органических удобрений в Республике Беларусь снизилось, что ведет к снижению плодородия пахотных земель.

В этой связи большое значение приобретает прямое использование соломы сельскохозяйственных культур в качестве органического удобрения, что сокращает трудовые и материальные затраты, связанные с очисткой от нее полей. Измельчение и разбрасывание ее по полю происходит в одном технологическом процессе с уборкой зерновых культур. Следует только отметить, что приспособления для измельчения и разбрасывания соломы имеют повышенную

энергоёмкость, на их работу может затрачиваться до 40% мощности двигателя комбайна [1].

В случае предпосевного использования соломы в качестве органического удобрения необходимо вносить стартовые дозы азота в количестве 10 кг на 1 т соломы для ускорения процесса ее минерализации. Количество соломы, которое можно использовать в качестве удобрения, зависит от ее выхода, расхода на корм и подстилку скоту, на производство компостов, бытовые, хозяйственные и промышленные нужды.

Валковая технология основана на использовании зерноуборочных комбайнов, оборудованных простейшими валкообразователями, и различных соломоуборочных средств. Основное преимущество валковой технологии – освобождение комбайнов от измельчителей, что позволяет повысить эффективность использования комбайнового парка во время уборки на 15–20%, а также разделить по времени операции на уборке зерна и соломы, которую можно убирать в ночное время и в периоды, неблагоприятные для уборки зерна. Кроме того, при валковой технологии возможна более эффективная организация группового использования зерноуборочных комбайнов с большегрузными автомобилями.

В последние годы во многих странах солома находит широкое применение не только в сельском хозяйстве, но и является перспективным материалом для некоторых отраслей промышленности, таких как: целлюлозно-бумажная, строительная.

Она также используется при изготовлении плодородного субстрата для выращивания грибов. Солома обладает значительным энергетическим потенциалом – 14,3 МДж на 1 кг сухой массы (энергетический потенциал мазута 42,7 МДж/кг; природного газа – 31,7 МДж/кг). При урожайности в 3 т/га энергетический потенциал соломы с 1 га равен потенциалу 1 т мазута.

Солому – с учетом цен на нефть и газ – экономически выгодно использовать в качестве топлива. Несмотря на большой энергетический потенциал, заложенный в соломе, и втрое меньшие затраты на получение 1 кВт/ч энергии по сравнению с котельным топливом, существуют определенные трудности ее использования. А именно: сложность погрузки, транспортировки, хранения и сжигания в топках в связи с низкой объемной массой (5 т соломы в непрессованном виде занимают объем до 200 м³).

Для решения этих проблем во многих странах мира широко распространена технология уборки соломы пресс-подборщиками, формирующими ее в крупные прямоугольные тюки массой 300–500 кг.

Эта технология имеет ряд неоспоримых преимуществ перед другими технологиями уборки соломы. Например: более высокая производительность по сравнению с другими пресс-подборщиками, например, рулонными, высокая плотность прессования - у тюковых пресс-подборщиков плотность прессования в 1,3 раза выше, чем у рулонных пресс-подборщиков, преимущества использования грузоподъемности транспортных средств благодаря прямоугольной форме тюков; более высокая производительность погрузчиков и транспортных средств, лучшее использование вместимости хранилища, значительное сокращение расхода шпагата на обвязку тюков, меньшие затраты труда и с увеличением дальности транспортировки тюков эффективность технологии возрастает.

Заключение

Таким образом, технология уборки зерновых культур включает в себя не только получение зерна высокого качества без потерь, но и в цепочке с крупнопакующими пресс-подборщиками и телескопическими погрузчиками дает множество преимуществ использования соломы в хозяйстве. К уборке зерновых культур можно подойти рационально и получить максимальную пользу.

Список использованной литературы

1. Шило, И.Н. Энергосберегающие технологии возделывания зерновых культур в Республике Беларусь : пособие / И.Н. Шило [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2008. – 160 с.
2. Непарко, Т. А. Технология и техническое обеспечение производства продукции растениеводства [Электронный ресурс] : электронное учебное пособие / Т.А. Непарко ; Минсельхозпрод РБ, БГАТУ, Кафедра ЭМТП и А. – Минск : БГАТУ, 2023.
3. Головач А.А. Использование соломы для сохранения и повышения плодородия почв: Белорусское сельское хозяйство № 7 (87) июль 2009 г. С. 32–34.

УДК 633.15:631.8

ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО

**В.И. Филин, д-р с.-х. наук, профессор,
А.Н. Сарычев, канд. с.-х. наук, доцент,
Е.С. Сарычева, магистрант,
А.А. Сарычев, студент**

*ФГБОУ ВПО «Волгоградский ГАУ»,
г. Волгоград, Российская Федерация*

Аннотация. Получены результаты исследований по применению органоминеральных удобрений в технологии возделывания кукурузы на

черноземных почвах. Установлено, что комплексное применение минеральных удобрений с органоминеральными удобрениями обеспечивает повышение урожайности кукурузы на 12–27% по сравнению с контрольным вариантом, где применялись только минеральные удобрения

Abstract. The results of research on the use of organomineral fertilizers in the cultivation of corn on chernozem soils have been obtained. It has been established that the combined use of mineral fertilizers with organomineral fertilizers increases the yield of corn by 12–27% compared to the control variant, which used only mineral fertilizers.

Ключевые слова: гибрид кукурузы, органоминеральные удобрения, фолиарная подкормка, черноземная почва.

Keywords: corn hybrid, organic-mineral fertilizers, foliar feeding, black soil.

Введение

Кукуруза одна из ведущих зерновых культур мирового земледелия. В развитии кормовой базы ей принадлежит важная роль как высокопродуктивному растению. Потенциал урожайности этой культуры не ограничивается 10 т зерна с 1 га. В современном мире производство растениеводческой продукции не представляется возможным без использования минеральных удобрений, а также стимуляторов роста и органоминеральных удобрений. В настоящее время это наиболее перспективные приемы повышения урожайности и качества растениеводческой продукции. Кукуруза хорошо отзывается на удобрения, а для формирования высокого урожая, необходима достаточная обеспеченность элементами питания [1,2]. Поэтому изучение режима питания, а также его оптимизация являются актуальным вопросом.

Основная часть

Цель исследований заключалась в изучении новых гибридов кукурузы отечественной селекции и применении органоминеральных удобрений в технологии возделывания на черноземных почвах Волгоградской области. Опыты закладывались в 2023–2024 гг. в трехкратной повторности, в условиях черноземных почв на землепользовании ООО «Агрофирма Белореченская» Новоаннинского района Волгоградской области.

В двухфакторном полевом опыте изучались 3 гибрида кукурузы и 3 варианта минерального питания, по следующей схеме:

Фактор А – гибриды. 1. РОСС 199 МВ (контроль) 2. КСС 5162 3. КСС 3200

Фактор В – Минеральное питание 1. ФОН (N60P30) – контроль 2. ФОН + Ультрамаг Супер Цинк-700 (Некорневая подкормка растений в фазе полных всходов и далее 2 раза с интервалом 14 дней, 2 л/га) 3. ФОН + Ультрамаг Комби для кукурузы (Некорневая

подкормка в фазе 4-6 листьев, последующие 2 подкормки с интервалом в 7 дней, 2 л/га)

Производственный опыт проводился в трехкратной повторности. Площадь каждой опытной делянки составила 1120,0 м² (100 х 11,2 м), учетной делянки – 470,4 м² (84 х 5,6 м). Расположение делянок в опыте – систематическое. Исследованиями было установлено, что Применение органоминеральных удобрений совместно с минеральными удобрениями в технологии возделывания кукурузы на зерно оказывает влияние на всхожесть и сохранность растений к уборке. Без применения удобрений сохранность ниже и не превышает 90,2%. Наибольшей эффективностью обладает комплексное применение минеральных удобрений в дозе N60P30 совместно с препаратом Ультрамаг Комби для кукурузы, соответственно всхожесть и сохранность составляет на гибриде РОСС 199 92,0 и 91,3%, на гибриде КСС5162 – 90,9 и 94,6 % и больше всего на гибриде КСС3200 – 91,8 и 96,1 %. Формирование элементов продуктивности зависит от биологических особенностей гибридов изучаемой культуры и применения органоминеральных удобрений. Лучшие показатели элементов продуктивности формируются на гибриде КСС3200 при применении комплекса минеральных удобрений в дозе N60P30 совместно с препаратом Ультрамаг Комби: густота стояния – 57,4 тыс. раст. на 1 га, масса 1000 семян – 322,7 г, масса зерна с 1 початка – 120,6 г. Применение органоминеральных удобрений в технологии возделывания способствует повышению урожайности гибридов кукурузы. Из изучаемых гибридов наиболее отзывчивым является гибрид КСС3200, при применении удобрений в дозе N60P30 он формирует урожайность 5,22 т/га, при использовании дополнительно к основной норме удобрений препарата с комплексом микроэлементов Ультрамаг Комби в среднем за 2023-2024 гг. было получено 5,85 т/га.

Заключение

Проведенные исследования показали, что для условий черноземной зоны Волгоградской области из изучаемых гибридов в опыте, наиболее продуктивным является гибрид КСС3200. К основной дозе минеральных удобрений следует рекомендовать применение органоминеральных удобрений с комплексом микроэлементов Ультрамаг Комби.

Список использованной литературы

1. Зиганшин, А. А. Особенности формирования урожая кукурузы на зерно при использовании некорневой подкормки органоминеральными удобрениями /

А. А. Зиганшин, Р. И. Сафин // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. – 2024. – № 3(11). – С. 28–33. – DOI 10.12737/2782-490X-2024-28-33. – EDN AOSEGG.

2. Евдакова, М. В. Фотосинтетическая деятельность кукурузы в связи с листовой подкормкой органоминеральными удобрениями / М. В. Евдакова, С. В. Резвякова // Вестник аграрной науки. – 2021. – № 5(92). – С. 26–34. – DOI 10.17238/issn2587-666X.2021.5.26. – EDN EXJHDW.

УДК 631.8:633.15

РОЛЬ УДОБРЕНИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ЭЛЕМЕНТОВ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ И ПРОДУКТИВНОСТИ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ

В.И. Филин, д-р с.-х. наук, профессор,

Е.С. Сарычева, магистрант,

А.А. Сарычев, студент

ФГБОУ ВПО «Волгоградский ГАУ»,

г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. Проведены полевые исследования по изучению минеральных и органоминеральных удобрений в технологии возделывания современных гибридов кукурузы. Установлено, что комплексное применение минеральных и органоминеральных удобрений обеспечивает получение более высоких показателей элементов структуры урожая: массы зерна с початка, массы 1000 зерен, густоты стояния перед уборкой, тем самым обеспечивая увеличения хозяйственной урожайности до 27%.

Abstract. Field studies have been conducted to study the use of mineral and organomineral fertilizers in the cultivation of modern corn hybrids. It has been established that the combined use of mineral and organomineral fertilizers results in higher yields of corn, including higher grain weight per cob, higher grain weight per 1,000 grains, and higher stand density before harvest, resulting in an increase in economic yield of up to 27%.

Ключевые слова: гибрид кукурузы, органоминеральные удобрения, фолиарная подкормка, черноземная почва.

Keywords: corn hybrid, organic-mineral fertilizers, foliar feeding, black soil.

Введение

В Волгоградской области кукуруза на зерно не является ведущей сельскохозяйственной культурой, тем не менее, ежегодно под эту культуру отводится от 80 до 100 тыс. га, из них порядка 90 % площадей приходится на богарные условия. Урожайность в зависимости от погодных условий по статистическим данным в среднем по области варьирует от 4 до 5,5 т/га. Потенциал этой культуры раскрывается при применении в технологии возделывания современных районированных гибридов кукурузы, сбалансированном минеральном питании и интегрированной защите растений.

[1,2] В связи с этим был заложен полевой опыт по изучению современных гибридов кукурузы и органоминеральных удобрений.

Основная часть

Цель исследований заключалась в изучении новых гибридов кукурузы отечественной селекции и применении органоминеральных удобрений в технологии возделывания на черноземных почвах Волгоградской области.

Опыты закладывались в 2023–2024 гг. в условиях черноземных почв на землепользовании ООО «Агрофирма Белореченская» Новоаннинского района Волгоградской области.

Полевой опыт был заложен по следующей схеме: Фактор А – гибриды. 1. РОСС 199 МВ (контроль) 2. КСС 5162 3. КСС 3200; Фактор В – Минеральное питание 1. ФОН (N60P30) – контроль 2. ФОН + Ультрамаг Супер Цинк-700 3. ФОН + Ультрамаг Комби для кукурузы.

Производственный опыт проводился в трехкратной повторности. Площадь делянки 1120,0 м², учетной делянки – 470,4 м². Расположение делянок в опыте – систематическое.

Продуктивность растения кукурузы – это комплексный показатель, зависящий от конкретных условий выращивания и определяющий её урожайность. А структура урожая является наиболее важным показателем при оценке урожайности культуры.

Сортовые особенности и органоминеральные препараты влияли на формирование массы 1000 семян и массы зерна с 1 початка. Так на вариантах без применения удобрений масса 1000 семян у гибрида РОСС 199 составила 296,7 г, у гибрида КСС 5162 – 301,4, а у гибрида КСС 3200 она была самая высокая 305,8 г. Масса зерна с 1 початка соответственно 90,2, 95,7 и 102,7 г.

Применение агропрепарата Ультрамаг Супер Цинк-700 совместно с минеральными удобрениями в дозе N60P30 способствовало выходу зерна с 1 початка и повышению массы 1000 семян. У гибрида РОСС 199 эти показатели возросли соответственно до 302,5 и 96,9 г, у гибрида КСС 5162 310,2 и 105,7 г, и больше всего у гибрида КСС3200 до 110,9 и 314,7 г.

Внесение удобрений положительно сказалось на будущей урожайности кукурузы. Внесение минеральных удобрений в дозе N60P30 совместно с препаратом Ультрамаг Супер Цинк-700 в среднем за 2 года исследований увеличило урожайность гибрида РОСС 199 до 5,15 т/га, гибрида КСС5162 до 5,27 т/га, а гибрида КСС3200 до 5,61 т/га. Разница с вариантом без применения по сор-

там составила: РОСС 199 – 0,56, КСС5162 – 0,68, КСС3200 – 1,02 т/га. Применение препарата Ультрамаг Комби к основной дозе минеральных удобрений обеспечило повышение продуктивности растений кукурузы, за счет содержащихся в них микроэлементов, урожайность варьировала следующим образом: у гибрида РОСС 199 – 5,36, гибрида КСС5162 – 5,55, а гибрида КСС3200 – 5,85 т/га. Прибавка соответственно составила 0,77, 0,96 и 1,26 т/га.

Заключение

Формирование элементов продуктивности зависит от биологических особенностей гибридов изучаемой культуры и применения минеральных и органоминеральных удобрений. Лучшие показатели элементов продуктивности формируются на гибриде КСС3200 при применении комплекса минеральных удобрений в дозе N60P30 совместно с препаратом Ультрамаг Комби: густота стояния – 57,4 тыс. раст. на 1 га, масса 1000 семян – 322,7 г, масса зерна с 1 початка – 120,6 г. Урожайность на данном варианте в среднем за 2 года составила 5,85 т/га.

Список использованной литературы

1. Кравченко, А. А. Продуктивность гибридов кукурузы в зависимости от способа обработки черноземной почвы / А. А. Кравченко, А. Н. Сарычев, О. В. Резникова // Материалы XXVII Региональной конференции молодых ученых и исследователей Волгоградской области, Волгоград, 10–11 ноября 2022 года / Волгоградский государственный аграрный университет. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2023. – С. 64–66. – EDN DQTCGU.
2. Новичихин, А. М. Влияние совместного применения минеральных удобрений и агропрепаратов на продуктивность кукурузы / А. М. Новичихин, Л. А. Пискарева, А. Ю. Чевердин // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2019. – № 4(59). – С. 57–59. – EDN EBUJGV.

УДК 631.171 : 633.1(07)

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО РАСТЕНИЕВОДСТВА

**Н.Н. Быков, канд. техн. наук, доцент,
Т.А. Непарко, канд. техн. наук, доцент,
И.П. Прокопенко, магистрант**

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

Аннотация. В статье отражены основные аспекты энергосберегающего растениеводства. Дан анализ технических средств, применяемых в рамках минимальной и нулевой технологий возделывания сельскохозяйственных культур, отвечающих требованиям энергосбережения. Преимущества энергосберегающих технологий

подтверждены расчетом экономической эффективности возделывания зерновых культур в Республике Беларусь.

Abstract. This article discusses the key aspects of energy-efficient crop production. It analyzes the technical means used in minimum- and no-till agricultural crop cultivation technologies that meet energy-saving requirements. The advantages of energy-saving technologies are confirmed by the calculation of the economic efficiency of grain crop cultivation in the Republic of Belarus.

Ключевые слова: обработка почвы, энергосбережение, минимальная обработка, нулевая обработка, технологии, система растениеводства, эффективность.

Key words: soil cultivation, energy saving, minimum tillage, no-tillage, technologies, crop production system, efficiency.

Введение

Энергосбережение становится в настоящее время доминирующим критерием эффективности ведения сельскохозяйственного производства и рационального использования ресурсов, вовлеченных в него: почвенных, водных, энергетических, биологических, финансовых и трудовых. В настоящее время в мире около 400 млн. га обрабатывается по системе энергосберегающего растениеводства, которое можно определить как долгосрочную стратегию менеджмента каждого сельскохозяйственного предприятия, основанную на применении инновационных технологий и адаптивно-ландшафтного, точного земледелия. Энергосберегающее растениеводство предполагает возможность повышения эффективности производства при одновременном снижении затрат и минимизации ущерба, наносимого окружающей среде. Технологии энергосберегающего растениеводства – это технологии, основанные на минимальной и нулевой обработке почвы в их системном понимании, дополняемые включением в процесс сельскохозяйственного производства передовых информационных технологий.

Основная часть

Экономическая эффективность и устойчивость растениеводства неразрывно связана с техническим и технологическим уровнем производства, а также с уровнем производственного и финансового менеджмента. Высокопроизводительное агропроизводство выполняет роль стратегического фактора для достижения конкурентоспособности предприятия в рыночных условиях. Именно современные технологии с применением высокопроизводительной техники определяют уровень продуктивности в растениеводстве, «отдачу» от технических, материальных, энергетических, кадровых, финансовых и других ресурсов, обеспечивают требуемое качество продукции, гарантируют более высокий рост доходов,

профессиональный рост обслуживающего персонала, охрану окружающей среды и в конечном итоге позволяют получить прибыль.

Обеспечить энергосбережение можно путем снижения затрат на обработку почвы как наиболее трудоемкого процесса. Результат может быть достигнут путем объединения технологических операций и сокращения их количества при эксплуатации почвообрабатывающих машин нового поколения. Выпуск высокопроизводительной универсальной техники, позволяющей вести внедрение энергосберегающих технологий, организован на предприятиях Республики Беларусь. Техника, применяемая в рамках минимальной и нулевой технологий возделывания сельскохозяйственных культур, отвечает требованиям энергоресурсосбережения, сокращает потребность в тракторах, горючих и смазочных материалах, позволяет на 7–10 дней раньше обычных агротехнических сроков проводить посевные работы, а сельскохозяйственным предприятиям в 2 раза снизить нагрузку на использование технических средств. Одновременно с сокращением нагрузки на технику снижается трудоемкость выполнения сельскохозяйственных работ.

Актуальность и значимость энергосбережения для отечественного земледелия настоятельно требуют широкомасштабного внедрения энергосберегающей и природоохранной системы обработки почвы. Сдерживающими факторами при этом являются низкая техническая оснащенность и сложное экономическое состояние большинства сельскохозяйственных предприятий республики. Для решения этой проблемы, наряду с техническим переоснащением предприятий, требуются соответствующие научные исследования, основной задачей которых должно стать определение в конкретных почвенно-климатических условиях минимально допустимого в севообороте объема отвальной вспашки и максимально возможного объема применения посева в необработанную почву с помощью почвообрабатывающе-посевных агрегатов, имея в виду, что оставшаяся площадь будет обрабатываться с помощью консервирующей (мульчирующей) безотвальной и мелкой обработки. Определенное место в этих исследованиях должна найти и нулевая обработка почвы. Не менее значимой задачей таких исследований должно стать уточнение для каждой почвенной разности и применяемой системы обработки почвы уровня использования азотных удобрений и гербицидов, который позволит не допустить снижения про-

дуктивности пашни. Такая информация даст возможность избежать ошибок и негативных последствий минимализации обработки почвы, обеспечив при этом существенную экономию производственных затрат. Снижая затраты на производство сельскохозяйственных культур и стабилизируя урожайность, применение энергосберегающих технологий является альтернативой для выживания сельскохозяйственных товаропроизводителей в рыночных условиях и способствует сохранению устойчивого финансового положения.

Заключение

Применение системы энергосберегающего растениеводства позволяет осуществлять анализ и грамотный менеджмент деятельности предприятия, что дает возможность экономить материальные, трудовые, финансовые ресурсы и повышает рентабельность. В целом внедрение системы энергосберегающего растениеводства дает очевидные преимущества: повышает эффективность работы всего предприятия, его конкурентоспособность, делает аграрное производство более эффективным. Системный и планомерный переход от традиционных технологий к энергосберегающим поможет избежать неудач и обеспечит эффективное инновационное развитие сельскохозяйственного предприятия.

Список использованной литературы

1. Шило, И.Н. Энергосберегающие технологии возделывания зерновых культур в Республике Беларусь : пособие / И.Н. Шило [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2008. – 160 с.
2. Булавин, Л.А. Минимализация обработки почвы: возможности и перспективы / Л.А. Булавин, С.С. Небышинец // Белорусское сельское хозяйство. – 2007 г. – № 5 (61). – С. 26–31.
3. Булавин, Л.А. Минимализация обработки почвы: возможности и перспективы / Л.А. Булавин, С.С. Небышинец // Белорусское сельское хозяйство. – 2007 г. – № 6 (62). – С. 34–38.

УДК 635.714

АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЭХИНАЦЕИ ПУРПУРНОЙ (*ECHINACEA PURPUREA* (L.) MOENCH) В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ

Н.Н. Вечер, канд. биол. наук, доцент,

Д.Д. Бельский, студент

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

Аннотация: дополнены имеющиеся сведения по агротехнике возделывания эхинацеи пурпурной в условиях центральной агроклиматической зоны Республики

Беларусь (по биологическим особенностям, требованиям к условиям произрастания и удобрениям, месту в севообороте и подготовке почвы, особенностям посева и ухода, уборке).

Abstract: The existing information on the agricultural technology of cultivating purple echinacea in the conditions of the central agroclimatic zone of the Republic of Belarus has been supplemented (on biological characteristics, requirements for growing conditions and fertilizers, place in crop rotation and soil preparation, features of sowing and care, harvesting).

Ключевые слова: подготовка поля, предшественники, сроки сева, норма посева, особенности ухода за посевами, особенности уборки зеленой массы.

Keywords: Field preparation, predecessor crops, sowing dates, seeding rates, crop care features, green mass harvesting features.

Введение

Эхинацея пурпурная (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) многолетнее травянистое растение семейства Asteraceae. Корневище короткое, многоглавое, усаженное многочисленными тонкими корнями [1]. Стебли простые или слабо разветвленные, 60–100 см длины, покрыты волосками, мягкоопушенные или голые. Листорасположение очередное, редкосупротивное. Листья простые, неравно-крупнозубчатые или цельнокрайние, опушенные или голые. Розеточные листья продолговато-яйцевидные, с оттянутой верхушкой, длинночерешковые. Нижние стеблевые листья черешковые, яйцевидно-ланцетные, остроконечные. Соцветие – одиночные многоцветковые корзинки, расположенные на конце длинных цветоносов или боковых побегов. Обертка соцветия сплюснуто-полушаровидная. Листочки обертки расположены черепицеобразно в 3–4 ряда, травянистые, ланцетные, остроконечные. Цветоложе выпуклое, шаровидное или коническое, полое. Краевые цветки в корзинке – ложноязычковые, расположены в один ряд по краю цветоложа, срединные – трубчатые, многочисленные. Чашечка в виде многозубчатой коронки. Трубчатые цветки фертильные (обоепо-лые), венчик их темно-красный, цилиндрический с 5 – зубчатым прямым отгибом, снизу расширенный в мясистое луковичеобразное основание, сидящее на завязи; тычинок 5. Плоды – четырех-гранные серовато-бурые семянки, обратно-пирамидальные или почти продолговатые, 3–3,5 мм длиной. Паппус в виде небольшой зубчатой окрайины на верхушке семянки [4].

Основная часть

Родина эхинацеи пурпурной – Центральная Америка. В естественных условиях произрастает в субтропической зоне Северной Америки, смешанных и лиственных лесах, а также в умеренной

зоне, в лесостепях и степях, на подзолистых, серо-коричневых, черноземных, каштановых, желтоземных и песчаных почвах.

Эхинацея пурпурная – засухоустойчивое растение, предпочитает места открытые, солнечные. Почвы должны быть легкими, хорошо дренированными, т.к. застойная влага нередко приводит к гибели растений. Цветет с июля по сентябрь. Период созревания семян наблюдается в августе – сентябре. В культуре легко размножается семенами. При оптимальных условиях увлажнения почвы семена дружно прорастают при температуре нагрева почвы на глубине заделки семян $+10^{\circ}\text{C}$. Всходы появляются на 12–14 день. В стадии вилочки растения эхинацеи пурпурной находятся в течение 8 дней, после чего начинают формировать первый настоящий лист. На первом году вегетации оптимальная густота стояния растений до 40 штук на пог. м. [3]. Лучшими предшественниками для эхинацеи пурпурной являются занятые пары, зерновые и зернобобовые культуры. Не рекомендуется возделывать эхинацею после сахарной свеклы и других корнеплодов ввиду наличия общих вредителей. Хорошие результаты получены при использовании в качестве предшественника галеги восточной. Эхинацея пурпурная требовательна к качественной подготовке почвы. После зерновых культур под зябь подготовку почвы под эхинацею начинают с двукратного лущения жнивья на глубину 6–8 см лушильником марки Л-113, внесения органических удобрений – 50 т/га, минеральных из расчета: азотных – 30 кг/га д.в., фосфорных – 60 кг/га д.в., калийных 90 кг/га д.в. [2]. Весной с целью закрытия влаги проводят ранневесеннее боронование. С наступлением спелости почвы проводят проводят предпосевную культивацию на глубину 6–8 см с одновременным внесением азотных удобрений из расчета 30 кг/га д.в. При посеве после зерновых культур проводят лущение жнивья на глубину 8–10 см и вспашку плугом на глубину пахотного горизонта. Весной проводят закрытие влаги боронованием, перед посевом осуществляют культивацию на глубину заделки семян культиватором АКШ или др. Посев проводят весной при прогревании почвы $+10^{\circ}\text{C}$ на глубине заделки семян. Более поздние сроки приводят к снижению полевой всхожести семян, а также, соответственно, к уменьшению густоты посева и их продуктивности. Запоздывание по срокам посева затрудняет получение дружных всходов – сказывается недостаток почвенной влаги. Норма высева семян – 6 кг/га [4]. Для обеспечения равномерной глубины заделки семян и получения дружных всходов непосредственно перед посевом применяют комбини-

рованные почвообрабатывающие агрегаты типа АКШ, которые обеспечивают выравнивание поверхности поля, дробление комков почвы и ее прикатывание. Посев осуществляют пневматическими овощными сеялками. Глубина заделки семян – 1-2 см и ширина междурядий 60 см. На второй год, при отрастании растений, проводят подкормку азотными и фосфорными удобрениями из расчета 30 кг/га д.в. и калийным – 40 кг/га д.в. с помощью навесных разбрасывателей минеральных удобрений. На плантациях первого года жизни особое внимание необходимо уделять борьбе с сорной растительностью и поддержанию почвы в рыхлом состоянии. При обозначении рядков приступают к первой междурядной обработке культиватором растениепитателем КРН-4,2 или др. на небольшую глубину. По мере появления сорняков проводят междурядные обработки междурядий, увеличивая глубину обработки до 6–8 см. Важнейшим элементом по защите эхинацеи от сорной растительности является оценка засоренности участка и определение видового состава сорных растений. При основной подготовке участка под эхинацею проводится обработка появившихся сорняков одним из гербицидов сплошного действия (ураган и др.). По посевам до появления всходов эхинацеи возможна обработка участка одним из разрешенных почвенных гербицидов (гезагارد, стомп и др.) в зависимости от видового состава сорняков. После появления всходов эхинацеи (или отрастания культуры) в зависимости от видового состава сорной растительности проводят обработку разрешенными гербицидами. Опрыскивание культуры в фазе 3–4 настоящих листьев [5]. Эхинацея пурпурная в условиях Республики Беларусь относительно устойчива к болезням. Иногда отмечается поражение стеблей, листьев и соцветий филлостиктозом. Обработку посевов рекомендуется проводить разрешенными фунгицидами. Для снижения развития болезней рекомендуется протравливание семян эхинацеи за две недели до посева разрешенными протравителями. Существенный вред посевам эхинацеи могут наносить вредители (бобовая тля, совка гамма, луговой мотылек и др.). После всходов при необходимости проводится обработка разрешенными инсектицидами. В период вегетации при необходимости обработку повторяют, не более двух за вегетацию и не позднее чем за 10 дней до уборки.

Заключение

В условиях культуры эхинацея обычно зацветает на второй год жизни, а максимальная продуктивность зеленой массы достигается на 3–4 годы. Уборку зеленой массы эхинацеи проводят в фазе конец

бутонизации – начало цветения. Зеленую массу скашивают косилками-плющилками или самоходными жатками для провяливания. Скошенное сырье подбирают косилкой-измельчителем и др. подборщиками с одновременным измельчением и погрузкой в транспортные средства. Средняя урожайность зеленой массы эхинацеи пурпурной в переводе на сухое вещество в среднем составляет 20–30 ц/га, а при высокой агротехнике может достигать 50 ц/га и более.

Список использованной литературы

1. Бейдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Методические указания. – Новосибирск, Сибирское отделение изд-во «Наука», 1985. – 155 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта/ Б.А. Доспехов. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 351 с.
3. Зуева Г.А. Общая фенология. Елабуга: Изд-во ЕГПИ, 2008. – 54 с.
4. Никтенко Г.Ф. Опытное дело в полеводстве/ Под. ред. Проф. Г.Ф. Никитенко. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 190 с.
5. Технологии возделывания лекарственных растений: методическое пособие / подгот. Л.В. Кухарева, Т.В. Гиль – Минск: Минсктиппроект, 2008. – 128 с.

УДК 631.171

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Д.И. Сушко, ст. преподаватель,

А.С. Вороненко, ассистент

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

Аннотация: В статье рассматриваются современные подходы к повышению производительности труда в сельском хозяйстве за счёт внедрения технологий точного земледелия. Особое внимание уделяется влиянию цифровых решений на оптимизацию производственных процессов, снижению трудоёмкости аграрного труда и повышению эффективности управления ресурсами.

Abstract: The article discusses modern approaches to increasing labor productivity in agriculture through the introduction of precision farming technologies. Special attention is paid to the impact of digital solutions on the optimization of production processes, reducing the labor intensity of agricultural labor and improving the efficiency of resource management.english

Ключевые слова: точное земледелие, производительность труда, автоматизация, цифровизация, дроны, спутниковый мониторинг, аграрные технологии.

Keywords: precision agriculture, labor productivity, automation, digitalization, drones, satellite monitoring, agricultural technologies.

Введение

Современное сельское хозяйство переживает этап глубокой цифровой трансформации, и одной из ключевых её составляющих вы-

ступает точное земледелие. Этот комплекс технологий, основанных на использовании спутниковых систем навигации, геоинформационных сервисов, беспилотных летательных аппаратов, автоматизированных систем управления и анализа больших данных, открывает новые возможности для роста производительности труда. Если традиционные методы земледелия требовали больших затрат времени и физических усилий, то применение цифровых решений позволяет значительно сократить участие человека в рутинных операциях и повысить эффективность выполнения ключевых процессов.

Основная часть

Одним из центральных факторов роста производительности труда является автоматизация. Сельскохозяйственные машины, оснащённые системами точного вождения и автопилотами, позволяют операторам охватывать большие площади с минимальными затратами времени и сил. Внедрение технологий дифференцированного внесения удобрений и средств защиты растений снижает необходимость ручного контроля, при этом обеспечивая более высокую точность и предсказуемость результатов. Таким образом, труд перестаёт быть преимущественно физическим и всё более приобретает черты интеллектуальной деятельности, где основное значение имеет работа с данными и управление технологическими процессами. Другим направлением повышения производительности труда является использование беспилотных технологий. Дроны, оснащённые мультиспектральными камерами и датчиками, выполняют мониторинг состояния посевов в десятки раз быстрее, чем это возможно при традиционном осмотре полей. Анализ полученных данных в автоматизированных системах позволяет агрономам своевременно выявлять проблемные зоны и принимать решения без необходимости затрачивать значительное количество рабочего времени на полевые обследования. Это не только ускоряет процессы, но и значительно снижает нагрузку на специалистов. Важным результатом внедрения технологий точного земледелия является перераспределение человеческих ресурсов. Благодаря автоматизированным системам управления тракторами, комбайнами и опрыскивателями, уменьшается потребность в большом количестве неквалифицированного труда. Одновременно возрастает значение специалистов по обработке данных, инженеров и операторов цифровых систем. Таким образом, меняется сама структура занятости в аграрной сфере: физический труд постепенно уступает место ин-

теллектуальной деятельности, что повышает общую производительность труда на макроуровне. С экономической точки зрения, точное земледелие позволяет повысить производительность труда не только за счёт автоматизации и снижения трудоёмкости, но и благодаря сокращению непроизводительных затрат. Рациональное использование семян, удобрений, воды и топлива уменьшает количество повторных операций, которые ранее приходилось выполнять из-за ошибок или неравномерности обработки. Более эффективная организация производственного процесса обеспечивает высвобождение рабочей силы для решения других задач или расширения площадей возделывания. Не менее важно и то, что цифровые технологии создают условия для повышения качества управленческих решений. Использование программных комплексов, работающих на основе больших данных и искусственного интеллекта, позволяет прогнозировать урожайность, оптимизировать графики работы техники и персонала, а также планировать производственные операции с высокой точностью. Это способствует более эффективному использованию времени, что напрямую влияет на рост производительности труда. Однако внедрение технологий точного земледелия сталкивается и с рядом ограничений. К числу ключевых проблем относятся высокая стоимость оборудования, необходимость подготовки специалистов, а также разный уровень цифровой зрелости хозяйств. Малые фермерские хозяйства зачастую не обладают ресурсами для приобретения современного оборудования, что замедляет распространение инноваций. Тем не менее опыт развитых аграрных стран показывает, что долгосрочный эффект от внедрения точного земледелия выражается в устойчивом росте производительности труда и сокращении эксплуатационных затрат.

Заключение

Точное земледелие выступает не только инструментом повышения урожайности и эффективности использования ресурсов, но и ключевым фактором роста производительности труда. Автоматизация рутинных процессов, внедрение дронов и спутникового мониторинга, использование интеллектуальных систем управления и анализа данных меняют саму природу аграрного труда, делая его менее трудоёмким и более технологичным. В перспективе именно эти подходы будут определять конкурентоспособность сельскохозяйственного производства на глобальном уровне.

Список использованной литературы

1. Баранов В.А., Сидоров И.П. Технологии точного земледелия и их влияние на производительность сельскохозяйственного труда // Вестник аграрной науки. – 2021. – №3. – С. 17–25.
2. Гуськов В.В. Современные технологии автоматизации в аграрном секторе. – СПб.: Наука, 2019.
3. Жученко А.А. Инновации в растениеводстве и устойчивое развитие агросистем. – Саратов: Научная книга, 2021.
4. Иванова М.В., Орлов С.Н. Автоматизация процессов в земледелии и её влияние на производительность труда // Сельское хозяйство XXI века. – 2022. – №2. – С. 31–38.
5. Лапшин О.В. Влияние цифровых технологий на занятость в сельском хозяйстве // Экономика и управление АПК. – 2021. – №4. – С. 63–72.

УДК 631.171

АВТОМАТИЗАЦИЯ ВНУТРЕННЕЙ СРЕДОЙ ТЕПЛИЦ НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ И ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ КОНТРОЛЛЕРОВ

А. Ягшыева, преподаватель,

С. Ходжагулиева, преподаватель,

Ы. Курбанов, студент

Сельскохозяйственный университет имени С.А. Ниязова,

г. Ашхабад, Туркменистан

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы автоматизации теплиц. Проведено сравнение двух решений: на базе доступных микроконтроллеров и программируемых логических контроллеров.

Abstract: The article examines issues of greenhouse automation. A comparison of two solutions is presented: one based on affordable microcontrollers and the other on programmable logic controllers.

Ключевые слова: умные теплицы; автоматизированные системы управления; микроконтроллер.

Keywords: smart greenhouses; automatic control systems; microcontroller.

Введение

Автоматизация в сельском хозяйстве не ограничивается механизацией, она предполагает интеграцию цифровых технологий, датчиков, аналитики данных, робототехники и систем управления в сельскохозяйственный процесс. В частности, тепличное хозяйство выделяется как область, где автоматизация может быть наиболее эффективно реализована, поскольку оно обеспечивает контролируемую среду для роста растений. Разработка автоматизированных тепличных систем основана на двух технологических подходах: решениях на базе микроконтроллеров и решениях на базе программируемых логических контроллеров (ПЛК).

Основная часть

Теплицы представляют собой чрезвычайно благоприятную среду для автоматизации, поскольку они позволяют полностью контролировать переменные, влияющие на рост растений: температуру, влажность, влажность почвы, интенсивность освещения и подачу питательных веществ. В небольших и средних тепличных проектах микроконтроллеры, такие как Arduino, ESP32 и STM32, стали популярными благодаря своей доступности, модульности и простоте программирования. Системы на базе микроконтроллеров используют набор датчиков: датчики температуры (например, DHT22, DS18B20), датчики влажности почвы, датчики влажности и светочувствительные резисторы, – которые в режиме реального времени передают данные на микроконтроллер. Система обрабатывает эту информацию и активирует исполнительные механизмы, такие как насосы, вентиляторы, нагреватели и светодиодные лампы. Благодаря относительно простому программированию можно поддерживать стабильные условия окружающей среды, способствующие максимальному росту растений.

Важным преимуществом решений на базе микроконтроллеров является их гибкость и масштабируемость. Фермеры и исследователи могут начать с простой системы и постепенно совершенствовать её, добавляя датчики, интегрируя беспроводную связь (Wi-Fi или Bluetooth) или подключая систему к облачным платформам для удалённого мониторинга и анализа данных. Такие системы также служат образовательным инструментом для студентов и молодых инженеров, предоставляя практическое введение во встраиваемые системы и сельскохозяйственные технологии.

Однако микроконтроллерам присущи некоторые ограничения. Они менее надежны в промышленных условиях, часто не обладают избыточностью и не могут работать непрерывно в течение длительного времени в сложных условиях. Кроме того, их вычислительная мощность и коммуникационные возможности ограничены по сравнению с промышленными контроллерами. Поэтому решения на основе микроконтроллеров лучше всего подходят для небольших экспериментальных теплиц, исследовательских проектов и малобюджетных приложений, чем для крупных сельскохозяйственных предприятий.

Крупные сельскохозяйственные предприятия и промышленные тепличные комплексы нуждаются в более надежных решениях для автоматизации. Программируемые логические контроллеры (ПЛК) являются отраслевым стандартом в таких условиях, обеспечивая высокую надежность, отказоустойчивость и длительный срок службы. ПЛК разработаны для работы в сложных условиях, выполняя задачи управления в режиме реального времени с минимальным временем простоя. ПЛК позволяют интегрировать несколько подсистем управления теплицами в единую платформу. К ним обычно относятся: климат-контроль, орошение и фертигация, вентиляция, системы освещения и управление энергопотреблением. В отличие от микроконтроллеров, ПЛК поддерживают передовые протоколы связи, такие как Modbus, Profibus и OPC UA, что обеспечивает бесшовную интеграцию с системами диспетчерского управления и сбора данных (SCADA).

Это обеспечивает мониторинг в режиме реального времени, хранение исторических данных, анализ тенденций и удаленное управление работой теплиц. Современные ПЛК также могут подключаться к платформам Интернета вещей (IoT), предоставляя дополнительные возможности, такие как предиктивное обслуживание и оптимизация на основе искусственного интеллекта. Стоимость внедрения выше по сравнению с микроконтроллерными системами, но окупаемость инвестиций оправдана в крупномасштабном производстве, где надежность и точность напрямую влияют на рентабельность.

Заключение

Хотя и микроконтроллеры, и ПЛК служат для автоматизации теплиц, они ориентированы на разные контексты и масштабы применения. Системы на основе микроконтроллеров характеризуются низкой стоимостью, простотой использования и гибкостью, что делает их подходящими для небольших фермерских хозяйств, образовательных целей и пилотных проектов. ПЛК, напротив, обеспечивают промышленную надежность, расширенные коммуникационные возможности и долгосрочную безотказность, что делает их оптимальным выбором для коммерческих сельскохозяйственных предприятий. Поэтому выбор между этими технологиями следует определять масштабом производства, требуемым уровнем надежности и доступным бюджетом. Во многих случаях также могут

быть реализованы гибридные системы, в которых микроконтроллеры выполняют локальные задачи, а ПЛК обеспечивают общую системную интеграцию и диспетчерское управление.

Список использованной литературы

1. A. Hanggoro, M. A. Putra, R. Reynaldo and R. F. Sari, «Green house monitoring and controlling using Android mobile application», 2013 International Conference on QiR, Yogyakarta, Indonesia, 2013, pp. 79–85.

УДК 635.1

**ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ
МЕХАНИЗАЦИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ
БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР В СИСТЕМЕ ОТКРЫТОГО ГРУНТА**

С.И. Ан, студент,

С.В. Белоусов, канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ имени И.Т. Трубилина»,

г. Краснодар, Российская Федерация

Аннотация: Отличительной особенностью возделывания бахчевых культур является мульчирование почвы пленкой. В статье рассматриваются агротехнологические особенности данного процесса с использованием таких средств механизации, как например, пленкоукладчик.

Abstract: A distinctive feature of the cultivation of melons is the mulching of the soil with film. The article examines the agro-technological features of this process using such mechanization tools as, for example, a film layer.

Ключевые слова: мульчирование почвы, мульчирующая пленка, пленкоукладчик, бахчевые культуры, арбуз.

Keywords: soil mulching, mulching film, film layer, melons, watermelon.

При возделывании овощей, ягод и бахчевых культур в системе открытого грунта применяют технологию мульчирования почвы пленкой. Такой подход решает следующие проблемы: рост сорняков; постоянное поддержание микроклимата в период роста рассады или прорастания семян; удержание достаточного и оптимального количества влаги для уверенного и интенсивного развития корневой системы [3]; получение раннего сбора урожая совместно с использованием раннеспелых гибридов [1]; защита от замерзания в ночные периоды в силу поддержания температуры внутри так называемой пленочной трубы.

Предлагается рассмотреть агротехнологические особенности механизации процессов мульчирования почвы пленочным укрывным материалом при возделывании такой бахчевой культуры как арбуз.

Укладка пленки в зависимости от технологии возделывания может производиться двумя способами, в двух плоскостях:

1. При технологии возделывания, предполагающей высадку рассады или высадку семян, для устойчивого развития в дальнейшем растений рекомендуется укладывать пленку и на грядки, и поверх грядок, т.е. создавая тем самым так называемый пленочный туннель. Это позволяет создать микроклимат не только для корневой системы растений, но и для уже развивающихся ростков [2]. Для таких работ используется такая агротехника как пленкоукладчики, дугоукладчики, пленкоукладчики-грядообразователи, пленкоукладчики-бороздорезы и т.п.

2. При технологии возделывания поздних сортов арбуза, так называемый «мульчак», возможна укладка мульчирующей пленки только лишь на грядки. Такой подход ориентирован на стойкие, крепкие и позднеспелые гибриды. Сущность метода заключается в экономии на пленочном материале и иных ресурсах исключением укрытия грядок пленочным туннелем.

Также практикуется технология так называемого «грунтового» арбуза, при которой мульчирование почвы пленкой не производят вовсе. Для каждой определенной бахчевой культуры необходимы персональные регулировки пленкоукладчика при мульчировании почвы. Оптимально заданные параметры на машине обеспечат качественную укладку пленки, что положительно будет влиять на дальнейшее развитие растений.

На пленкоукладчике классическом для укладки мульчирующей пленки на грядки возможно дооснащение его двумя маркерами:

1. Маркер перфорации пленки. К задней части рамы возможна установка маркера для отметки перфорации пленки. Отверстия на пленочном материале необходимы для высадки рассады и семян. Маркер имеет форму окружности, так регулировка шага перфорации (расстояния между лунками) может быть произведена изменением длины окружности, коим образом исполнен маркер;

2. Маркер для междурядий. Данный маркер имеет более простую конструкцию: выдвижной стержень с плоским диском. Регулировка ширины междурядий производится непосредственно изменением длины самого маркера (стержня).

Несомненно, для получения качественной продукции необходимо оптимизировать все процессы возделывания той или иной сельскохозяйственной культуры: это обработка почвы, уход за посевами, химическая и механическая способы защиты растений, вы-

бор реализуемых гибридов, логистика. Но подобно стройке какого-либо здания необходимо заложить хороший, крепкий фундамент, с чем можно сравнить укладку мульчирующей пленки на грядки.

Список использованной литературы

1. Ан, С. И. О гибридах арбуза сорта Кримсон Свит на юге РФ / С. И. Ан, Н. В. Третьякова // Донецкие чтения 2024: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : материалы IX Международной научной конференции, Донецк, 15–17 октября 2024 года. – Донецк: Донецкий национальный университет, 2024. – С. 41. – EDN SLWAIP.

2. Ан, С. И. Ресурсосберегающие технологии возделывания Арбузов типа Кримсон Свит / С. И. Ан, С. В. Белоусов // Наука и молодежь: новые идеи и решения в АПК : материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов и молодых ученых, Иваново, 15–17 апреля 2025 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Русайнс", 2025. – С. 268–270. – EDN CWBGNN.

3. Белоусов, С. В. К вопросу сбережения влаги при возделывании сельскохозяйственных культур / С. В. Белоусов // Сборник статей по материалам ежегодной научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2024 год : Сборник трудов конференции, Краснодар, 05 февраля 2025 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2025. – С. 343–344. – EDN CSUQWP.

УДК 631.3.072

ВЫБОР КРИТЕРИЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ МТА

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

И.П. Прокопенко, магистрант

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

Аннотация: В статье представлен выбор оптимальных конструктивных параметров и режимов работы машинно-тракторных агрегатов, как важный резерв повышения эффективности использования сельскохозяйственной техники.

Abstract. This article presents the selection of optimal design parameters and operating modes for machine and tractor units as an important resource for increasing the efficiency of agricultural machinery.

Ключевые слова: критерий, оптимизация, человек, техника, среда.

Key words: criterion, optimization, man, technology, environment.

Введение

Основным и наиболее распространенным критерием оптимизации принят минимум приведенных затрат $\Pi = S_{\text{э}} + E_{\text{п}}K$, где $S_{\text{э}}$ – эксплуатационные расходы, $E_{\text{п}}K$ – капитальные вложения, приведенные к году. Однако указанный критерий влияет на конструктивные пара-

метры и режим работы агрегата, но не учитывает социальных последствий от внедрения данного агрегата в сельскохозяйственное производство.

Основная часть

На современном этапе развития общества социальные вопросы должны решаться в едином комплексе с экономическими и техническими аспектами внедрения новой техники, изменяя условия труда за счет повышения надежности техники, совершенствования производственных отношений и связанных с этим мероприятий. Действующие в настоящее время нормативы для определения сравнительной эффективности новой техники предусматривают обязательное соблюдение санитарных норм и ГОСТов по охране труда. Если эти условия не выполняются, то допускается сопоставление стоимости ущерба с затратами по ликвидации его последствий только в тех случаях, когда они не связаны с угрозой для здоровья человека.

Вследствие чего возникает потребность разработки критерия, позволяющего наиболее полно выявлять затраты общественного труда в аграрном секторе, учитывать особенности структуры себестоимости издержек производства, степень интенсивности труда, степень воздействия сельскохозяйственной техники на внешнюю среду. Известно, что некоторый прирост производительности за счет экономии средств, предназначенных для обеспечения нормальных условий труда и нормативной надежности машин, может обернуться высокими затратами общественного труда и потерями эффективности. Если не обеспечены благоприятные условия для выполнения производственных заданий, то необходимо корректировать соответствующие нормы и расценки. С учетом изложенного, разработан алгоритм оценки сельскохозяйственной техники:

$$\begin{aligned} \Pi_j = B_j \left\{ \sum_{ijk} [\chi_{ijk} (K_{oz} + K_x + 1)] / (W_{\text{эк}_{jk}} K_{\text{бт}_{jk}} \Theta_{\text{ут}_{jk}}) + \right. \\ + \sum_{ij} \Gamma_{ij} \Pi_{ij} + B_j P_j [\varphi_j - (\varphi_j - 1) K_{\text{тн}_j}^2 / K_{\text{тн}_j}^2] / W_{\text{эк}_{jk}} T_{\text{н}_j} + \\ \left. + \sum_{ij} B_j (a_j + E_n) [\varphi_j - (\varphi_j - 1) K_{\text{тн}_j}^2 / K_{\text{тн}_j}^2] / W_{\text{эк}_{jk}} T_{3_{jk}} \right\}, \end{aligned}$$

где Π_j – совокупные годовые затраты j -го варианта техники, руб./год; B_j – годовой объем производства, га (т); χ_{ijk} – нормативная часовая тарифная ставка на i -м виде работы, при j -м варианте

техники в k -м регионе с учетом надбавок в виде доплат, руб./ч; $K_{оз}$ – коэффициент увеличения тарифной ставки без надбавок за работу в экстремальных и сверхэкстремальных рабочих средах; K_x – коэффициент начисления в фонд заработной платы за использование трудовых ресурсов; $W_{эк_{ijk}}$ – производительность за 1 час эксплуатационного времени, га (т)/ч; $K_{бт_{jk}}$ – комплексный показатель уровня безопасности и условий труда; $\Theta_{ут_{jk}}$ – дифференцированный коэффициент надбавок к заработной плате с учетом тяжести условий труда; Γ_{ij} – удельный расход горюче-смазочных материалов (электроэнергии), кг (кВт)/га (т); Π_{ij} – цена горюче-смазочных материалов (электроэнергии), руб./кг (кВт); B_j – балансовая цена, руб.; P_j – ежегодные отчисления на ремонт, доли единиц; ϕ_j – показатель превышения производительности труда в промышленности (предприятия-изготовители) над сельским хозяйством (потребителем) на операциях по обеспечению надежности ($\phi_j \geq 3,0-10,0$); $K_{ти_j}$ – фактический (по результатам испытаний) коэффициент технического использования; $K_{тин_j}$ – нормативный (регламентированный техническими условиями) коэффициент технического использования; $T_{н_j}$ – нормативная годовая загрузка техники, ч; a_j – ежегодное отчисление на реновацию (амортизационные отчисления на полное восстановление), доля единиц; E_n – коэффициент эффективности капитальных вложений; $T_{з_{jk}}$ – фактическая загрузка техники, ч.

Чем более высокопроизводительную технику осваивают в аграрном секторе экономики, тем более последовательно и эффективно необходимо решать сложные практические вопросы технической политики в области сельскохозяйственного производства. Таким образом повышение надежности системы человек-техника-среда служит значительным резервом развития экономики в целом.

Заключение

Применение критерия совокупных затрат, учитывающего фактически достигнутый уровень технической надежности и условий

работы на сельскохозяйственной технике, обеспечит большую корректность и приближение к реальным условиям при оптимизации и оценке эффективности технических средств.

Список использованной литературы

1. Непарко, Т. А. Технология и техническое обеспечение производства продукции растениеводства [Электронный ресурс] : электронное учебное пособие / Т. А. Непарко ; Минсельхозпрод РБ, УО «БГАТУ», Кафедра ЭМТП и А. – Минск : БГАТУ, 2023.
2. Повышение урожайности сельскохозяйственных культур – решающий фактор в снижении затрат производственных ресурсов / И.Н. Шило, Т.А. Непарко, Д.А. Жданко // Агропанорама. – 2020. – № 5 (141). – С. 35–39.
3. Непарко, Т.А. Технологии и техническое обеспечение производства продукции растениеводства : учеб. пособие / Т.А. Непарко, А.В. Новиков, И.Н. Шило ; под общ. ред. Т.А. Непарко. – Минск : ИВЦ Минфина, 2015.

УДК 635.17

АГРОДРОНЫ С РЕКУПЕРАТИВНОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКОЙ

А.Д. Семеницкий, студент,

С.В. Белоусов, канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ имени И.Т. Трубилина»,

г. Краснодар, Российская Федерация

Аннотация: В статье рассматривается концепция агродрона с рекуперативной силовой установкой как инновационного решения для повышения эффективности сельскохозяйственных работ. Анализируются принципы работы рекуперативной системы и потенциальные области применения в агропромышленности. Обсуждаются технические аспекты разработки и внедрения таких систем.

Abstract: The article discusses the concept of an agrodron with a regenerative power plant as an innovative solution for improving the efficiency of agricultural work. The principles of operation of the regenerative system and potential applications in the agro-industry are analyzed. The technical aspects of the development and implementation of such systems are discussed.

Ключевые слова: агродрон, рекуперативная силовая установка, сельское хозяйство, беспилотный летательный аппарат (БПЛА), мониторинг состояния посевов, распыление удобрений и пестицидов, оценка урожайности, энергоэффективность.

Keywords: agrodron, regenerative power plant, agriculture, unmanned aerial vehicle (UAV), crop condition monitoring, fertilizer and pesticide spraying, yield assessment, energy efficiency.

В сельском хозяйстве внедряются агродроны для мониторинга посевов и внесения удобрений. Ограниченность их автономности решается разработкой моделей с рекуперативной установкой, кото-

рая преобразует энергию от манёвров. Система включает генераторы, накопители и управление энергией, что повышает эффективность сельхозработ.

«Дрон с надувным элементом» – дистанционно пилотируемый гибрид дирижабля и квадрокоптера, предназначенный для сельского хозяйства. Имеет полужёсткий корпус с солнечной батареей, управляемые гироскопом безроторные двигатели с пропеллерами, теплогенератор и воздушный нагнетатель для обеспечения подъёмной силы [1]. Недостатки: большой вес, крупные габариты, энергозатратность.

«Многовинтовой летательный аппарат» – БПЛА с несколькими винтами, вращаемыми гидравлическими двигателями. Управление осуществляется путём изменения потока текучей среды под давлением в каждый гидравлический двигатель [2]. Недостатки: небольшое увеличение времени полёта, КПД гидравлического насоса примерно равен или ниже КПД электрических двигателей, тяжесть силовой установки.

«Беспилотный летательный аппарат для обработки растений» – БПЛА с вычислительным блоком, навигационной системой, средствами беспроводной связи и системой обработки растений. Содержит ёмкость с химикатами, модуль управления системой обработки и модуль узкополосной мультиспектральной фотофиксации [3]. Недостаток: недостаточное время полёта для эффективной обработки растений.

Разработан агродрон с рекуперативной системой, оснащённый четырёхвинтовой конструкцией. Конструкция содержит раму с аккумуляторами, двигателями, системой внесения удобрений и блоком управления. Эффективность обеспечивается конденсаторами и электрогенератором со встроенным механизмом сбора статического электричества.

Агродроны с рекуперативной силовой установкой представляют собой перспективное решение для повышения эффективности и снижения затрат в сельском хозяйстве. Разработка и внедрение таких систем требует комплексного подхода, включающего технические, экономические и экологические аспекты. Дальнейшие исследования в этой области могут способствовать созданию более эффективных и экологически безопасных сельскохозяйственных технологий.

Список использованной литературы

1. Патент RU 223770 U1. ДРОН С НАДУВНЫМ ЭЛЕМЕНТОМ. Заявитель Глотова Дарья Николаевна [и др.]; патентообладатель: ФГБОУ ВО "Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семенова-Тян-Шанского", опубл. 04.03.2024. Бюл. № 7.
2. Патент RU 2693616 С2. МНОГОВИНТОВОЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ. Заявитель ЮНГ Андерс; патентообладатель: АКК ИННОВЕЙШН АБ, опубл. 03.07.2019. Бюл. № 19.
3. Патент RU 179386 U1. Беспилотный летательный аппарат для обработки растений. Заявитель Андряков Дмитрий Александрович, Кладко Сергей Геннадьевич, Рубин Дмитрий Трофимович; патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью "АГРОДРОНГРУПП" (ООО "АГРОДРОНГРУПП"), опубл. 11.05.2018. Бюл. № 14.

УДК 664.1.054

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗДЕЛЕНИЯ САХАРНОГО УТФЕЛЯ ПЕРВОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

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

А.Ю. Назаров, студент

*ФГБОУ ВО «Российский ГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева»,
г. Москва, Российская Федерация*

Аннотация. Предложен способ разделения утфеля первой кристаллизации в сахарном производстве. Отличительная особенность способа заключается в предварительном нагреве массы на 6–8 °С, подготовке утфеля разбавленным первым оттоком для достижения концентрации сухих веществ 92,0–92,7%, и удаление оттоков с кожуха центрифуги горячей водой под высоким давлением.

Abstract. A method for separating massecuite of the first crystallization in sugar production is proposed. A distinctive feature of the method is the preliminary heating of the mass by 6–8 °C, preparation of the massecuite with diluted first runoff to achieve a dry matter concentration of 92.0–92.7%, and removal of runoff from the centrifuge casing with hot water under high pressure.

Ключевые слова: центрифугирование утфеля, водопотребление, качество сахара
Keywords: massecuite centrifugation, water consumption, sugar quality

Введение

Сахар, играет существенную роль в питании человека, широко применяется в пищевом и биофармацевтическом производстве. Качество таких продуктов напрямую влияет на здоровье населения и продовольственную безопасность. Данный продукт ценится за превосходные вкусовые характеристики, легкую усвояемость, высокую энергетическую ценность и бюджетную стоимость. По скорости усвоения он является лидером среди других пищевых продук-

тов. Сахар отличается высокой степенью очистки и в основном состоит из сахарозы ($C_{12}H_{22}O_{11}$). Незначительные примеси (несахара) могут иметь разную химическую природу, свойства [1].

Совершенствование технологии разделения сахарного утфеля первой кристаллизации заключается в операции центрифугирования [1]. Результат центрифугирования утфеля определяется техническим уровнем центрифуг [2], выбранным режимом работы и физико-химическими параметрами самого утфеля, что в конечном счете сказывается на количестве и свойствах получаемого сахара. Значимой научно-практической проблемой является также процесс промывки кристаллов белого сахара в центрифуге. Поскольку при этом возможно частичное растворение кристаллов, ключевая цель состоит в удалении пленки межкристалльного раствора, и в снижении потерь на растворение и конечной влажности продукта [1]. Внедрение новых научных и инженерных разработок, направленных на усовершенствование технологии уваривания утфеля первой кристаллизации и его последующего разделения, позволит увеличить выход качественного сахара при одновременном снижении себестоимости его производства [1, 3, 4].

Основная часть

Процесс кристаллизации является фундаментальной стадией в переработке множества веществ, обеспечивая получение продукции с повышенными качественными характеристиками. Центральную роль в данной технологии играет стадия разделения утфеля, для которой широко применяются фильтрующие центрифуги периодического действия. Ее суть заключается в загрузке утфеля в ротор центрифуги, где под действием центробежных сил [2] первоначально происходит отделение так называемого первого оттока (межкристалльного раствора) от массы сахарных кристаллов [5]. Следующим этапом является промывка кристаллов горячей водой, в результате чего формируется второй отток, который также удаляется. Оба типа оттоков собираются раздельно.

Для автоматизации управления процессом используется чувствительный элемент, регистрирующий механическое давление потоков оттоков [5]. Важным условием является контроль температурного режима: при перемещении массы из вакуумного аппарата в утфелемешалку наблюдается ее нагрев на 6–8 °С. Перед загрузкой в центрифугу первый отток, разбавленный до концентрации 83,5–84,5% сухих веществ, уваривается до содержания 92,0–92,7%. Кри-

тически важно поддерживать температуру утфеля в интервале 76–82 °С, что соответствует зоне оптимальной вязкости. Общая схема предложенного метода представлена на рисунке 1.

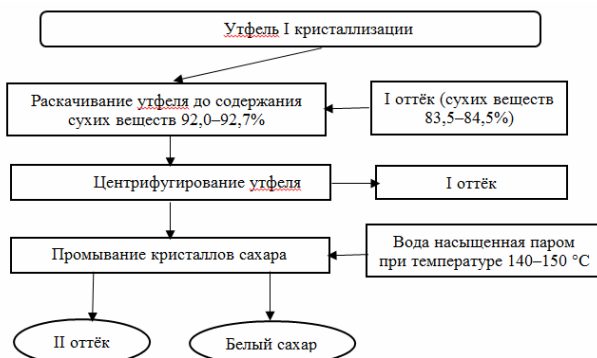


Рисунок 1 – Способ разделения утфеля первой кристаллизации в фильтрующей центрифуге периодического действия

Заключение

Оптимизирована процедура разделения утфеля первой кристаллизации в центрифугах периодического действия. Ключевые преимущества нововведения: повышенная чистота фракций отгёка, больший выход сахарозы и сниженное водопотребление на стадии промывки кристаллов.

Список использованной литературы

1. Славянский А.А. Центрифугирование и его влияние на выход и качество сахара (Монография). – М.: ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств», 2007. – 180 с.
2. Патент № 2246343 С1 Российская Федерация, МПК B01F 7/26, B28C 5/16. Центробежный смеситель: № 2003133055/15: заявл. 11.11.2003; опубл. 20.02.2005 / В. Н. Иванец, [и др.]; заявитель Кемеровский технологический институт пищевой промышленности.
3. Кульнева, Н. Г. Способы повышения эффективности диффузионного извлечения сахарозы из свёклы / Н. Г. Кульнева, М. В. Журавлев // Сахар. – 2017. – № 1. – С. 30–33.
4. Современные технологические процессы пищевых производств / В. Н. Андреев, [и др.]. – Москва: Российский государственный аграрный университет, 2025. – 130 с.
5. Пат. 2827984 Российская Федерация, МПК C13B 30/06; СПК C13B 30/06. «Способ разделения утфеля I кристаллизации в фильтрующей центрифуге периодического действия» / А.А. Славянский, [и др.]: патентообладатель: ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)» – № 2024109670; заявл. 10.04.2024; опубл. 04.10.2024, Бюл. № 28. – 8 с.

РОЛЬ ЭКСПОЗИЦИИ СКЛОНА В ФОРМИРОВАНИИ СОРНО-ПОЛЕВЫХ СООБЩЕСТВ

И.В. Дудкин, д-р с.-х. наук

ФГБОУ ВО «Курский ГАУ им. И.И. Иванова»,

г. Курск, Российская Федерация

Аннотация. Отмечено влияние условий рельефа на факторы жизни растений, их рост и развитие. Приведены данные по распространению сорных растений на равнине и склонах разных экспозиций.

Annotation. The influence of relief conditions on the factors of plant life, their growth and development is noted. Data on the distribution of weeds on the plain and slopes of different exposures are presented.

Ключевые слова: сорные растения, виды сорняков, экспозиция склона, рельеф, агрофитоценоз.

Keywords: weeds, types of weeds, slope exposure, relief, agrophytocenosis.

Введение

Значительную роль в формировании растительного покрова играет рельеф. Склоны разной экспозиции отличаются по интенсивности эрозионных процессов, распределению и накоплению снегового покрова и влаги, температурному режиму почвы и воздуха, характеризуются различным микроклиматом. Интенсивность освещенности, влажности и температуры воздуха и почвы на склонах холмов (особенно южных и северных) оказывают влияние на экологию и биоэкоморфологию растений, прохождение ими жизненного цикла развития; способствуют формированию различной по составу флоры; влияют на вертикальную структуру, проективное покрытие и продуктивность травостоя [1, 4].

Склоны восточной и западной экспозиций, в отличие от южной и северной, занимают промежуточное положение по характеру теплообеспеченности и гидротермического режима почвы [7].

Основная часть

На склонах разных экспозиций происходит изменение видового состава фитоценозов. При этом выделяются следующие группы растений: 1) виды, изменяющие встречаемость и обилие с изменением экспозиции склона; 2) виды, не изменяющие встречаемость и обилие; 3) виды, изменяющие встречаемость, но неизменные по обилию, с изменением экспозиции склона [6].

В наших исследованиях в Курской области [2] количество и масса сорных растений в среднем по трем севооборотам и фонам удобренности увеличивались в ряду: водораздельное плато – юго-юго-восточная экспозиция – северо-северо-западная экспозиция. По сравнению с водораздельной частью численность сорняков на склоне ю-ю-в экспозиции была выше в 1,9, а на с-с-з склоне – в 3,5 раза. Установлено, что на водораздельном плато сельскохозяйственные культуры успешнее конкурировали с сорняками, чем на склоновых землях. Исследования НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева показали [5], что уровень накопления биомассы сорными растениями в условиях склона северной экспозиции был в 1,8 раза выше, чем южной. При этом доля сорняков в общей биомассе агрофитоценоза озимой пшеницы составила на южном склоне 3,8 %, северном – 10,0%. В наших опытах [8] наибольшее количество многолетних сорняков и, в том числе, корневищных, отмечено на с-с-з склоне, а наименьшее – на равнинном участке. Склоны ю-ю-в экспозиции были более благоприятны для произрастания корнеотпрысковых и стержнекорневых видов. Из всех видов сорных растений наиболее сильную реакцию на местоположение в рельефе проявил многолетний корневищный сорняк пырей ползучий. В зернотравяном севообороте на с-с-з склоне количество его побегов было в 105 раз больше, чем на южном. Сильную реакцию на рассматриваемый фактор проявила также живокость полевая. На склоне с-с-з экспозиции её количество было в 44 раза больше, чем на склоне ю-ю-в экспозиции. Засорённость горчицей полевой на ю-ю-в склоне по сравнению с с-с-з склоном в зернотравянопропашном севообороте была больше в 62,8 раза, выюнком полевым – в 11,9 раза, дрёмой белой – в 8,1 раза, овсюгом – в 5 раз, в зернотравяном севообороте – просом куриным – в 16,4 раза, одуванчиком лекарственным – в 4,6 раза.

Заключение

Таким образом, местоположение в рельефе является существенным фактором влияния на сорную часть агрофитоценозов, что следует учитывать при определении мер борьбы с сорняками.

Список использованной литературы

1. Горышина Т.К. Экология растений. – М.: Высшая школа, 1979. – 368 с.
2. Дудкин И.В. Влияние экспозиции склона на сорный компонент агрофитоценоза // Бюллетень научных работ. Специальный выпуск к международной научно-практической конференции “Четверть века на страже плодородия”. – Белгород, 2006. – С. 86–87.

3. Дудкин И.В., Дудкина Т.А. Специфика формирования сорно-полевых растительных сообществ на склоновых землях // Теоретические и прикладные проблемы использования, сохранения и восстановления биологического разнообразия травяных экосистем / Материалы Международной научной конференции. – Ставрополь, 2010. – С.155–157.

4. Миркин Б.М. Современная наука о растительности. – М.: Логос, 2002. – 406 с.

5. Нужная Н.А. Влияние экспозиции склона на сорный компонент агрофитоценоза озимой пшеницы // Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия / Сборник докладов международной научно-практической конференции. – Курск, 2019. – С. 265–267.

6. Соколова Г.Г. Пространственная дифференциация травянистых растений на склонах разной экспозиции // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. – 2015. – №14. – С. 228–231.

7. Тетерюк Л.В., Елсаков В.В., Лаптева Е.М. Роль рельефа в формировании терморезима и биоразнообразия реликтовых экосистем на известняках европейского северо-востока России // Экология. – 2012. – №6. – С. 410–418.

8. Черкасов Г.Н., Дудкин И.В. Влияние экспозиции склона на сорную часть полевых растительных сообществ // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – №7. – С. 22–24.

**Секция 4 «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
МЕХАНИЗАЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ»**

УДК 631.171; 378

**АЛГОРИТМ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО КОНТРОЛЯ
ДВИЖУЩИХСЯ КОРОВ**

И.И. Гируцкий, д-р техн. наук, доцент,

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

Д.Д. Слимаков, аспирант

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

Аннотация: Беспривязное содержание коров и их высокая концентрация обуславливают высокие трудозатраты и сложность организации зоотехнического и ветеринарного контроля в условиях молочнотоварных комплексов. Перспективным направлением решения этих проблем могут стать интеллектуальные оптико-электронные методы и роботизированные комплексы учета и диагностики состояния движущихся в потоке животных.

Abstract: Loose housing of dairy cows and their high area concentration at dairy farm cause high labor costs and complexity of organizing zootechnical and veterinary control at the conditions of dairy farms. A promising way for solving these problems could be intelligent optical-electronic methods and robotic systems for recording and determining the condition of animals moving in a stream.

Ключевые слова: корова, движение, диагностика, оптико-электронные алгоритмы.

Keywords: dairy cow, movement, diagnostics, optoelectronic algorithms.

Введение

В сельскохозяйственном производстве достаточно распространена визуальная оценка состояния животных и растений, предполагающая наличие высококвалифицированных экспертов. В тоже время в промышленности, медицине, робототехнике, охранных системах и т.п. находят применение интеллектуальные системы технического зрения [1,2]. И в сельском хозяйстве для диагностики заболевания, например, маститом предлагается бесконтактный метод анализа термографического снимка вымени коровы. Но на базе этих методов требуется разработка интеллектуальных роботизированных комплексов.

Основная часть

Задачу бесконтактной диагностики мастита у движущихся коров можно отнести к алгоритмам обнаружения объектов на кадрах видеопотока. Решение этой задачи позволит повысить оператив-

ность выявления мастита и снизить заболеваемость коров, улучшить условия труда зоотехников и ветврачей на молочнотоварных комплексах. Роботизация процесса диагностики мастита и других заболеваний у коров повысит качество и количество молока, что положительно повлияет и на конкурентную способность производства.

Применительно к условиям молочнотоварных комплексов алгоритм решения той задачи включает поштучное поступление коров в зону видеоконтроля (рисунок). Причем для обнаружения и идентификации коровы предполагается использование видимого диапазона с зоной контроля превышающей размеры коровы. А для диагностики мастита у коровы необходимо изображение вымени в инфракрасном диапазоне с размером максимально приближенном к размерам вымени. Следует отметить, что большая часть новых алгоритмов обнаружения объектов, в том числе движущихся, основана на использовании глубинного обучения и сверточных нейронных сетей (СНС), требующих мощных средств параллельных вычислений типа GPU или нейросетевых процессоров NPU. Однако разрабатываются алгоритмы, в которых не используются нейронные сети [2]. Данный алгоритм имеет относительно малую вычислительную сложность, что позволяет использовать его в режиме реального или близкого к реальному времени на малых вычислителях, имеющих только несколько процессоров архитектуры ARM.

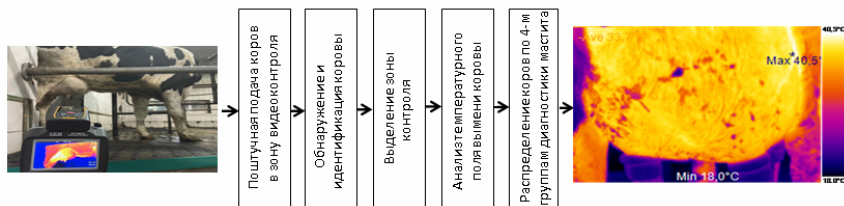


Рисунок – Алгоритм роботизации бесконтактной диагностики мастита у коров

Конечно, требуется тестирование алгоритмов на видеопоследовательностях, снятых в условиях реального производства с учетом динамики контролируемых объектов и требований к реализации режима реального времени. Обнаружение и отслеживание объектов на видеопоследовательности состоит из трех этапов: 1. Этап обучения ИНС, включающий в себя семантическую разметку набора видеокадров; 2. Этап детекции (обнаружения) объектов – обнаружение объектов интереса в каждом кадре видеопоследовательности с помощью детектора; 3. Этап ассоциации объектов между кадрами (трекинг) –

прогнозирование местоположение объекта в последующем кадре и сопоставление объекта между кадрами по обнаружениям и спрогнозированным местоположениям для создания целостной траектории.

В данной работе детектирование объектов производится детектором на основе ИНС GoogLeNet. Для обучения ИНС используется собственная выборка подготовленных размеченных кадров фрагментов видеозаписей движущихся коров, сделанных в технологическом проходе доильного блока молочной фермы. В ходе разметки на видеокдрах выделены регионы изображения, соответствующие следующим трем различным объектам: 1 – морда коровы, 2 – лыч, 3 – вымя. Для сопоставления объектов между кадрами вычисляются следующие характеристики обнаруженного объекта $O = o_{ij}$: 1) центр тяжести объекта (i_0, j_0) , а именно, центр энергии светового изображения объекта размером $W_1 \times W_2$; 2) площадь объекта; 3) линейные размеры по горизонтали и вертикали. Рассчитанные признаки локализованных объектов используются для их обнаружения на последующем кадре. Каждый объект, обнаруженный и локализованный на первом кадре, либо на последующих кадрах впервые, относится к движущимся. Объекты, локализованные на текущем кадре и обнаруженные на следующем, определяются как сопровождаемые, их характеристики обновляются, и выполняется построение траектории движения таких объектов с применением фильтра Калмана. Если объект с предыдущего кадра не обнаружен на текущем кадре, то он относится к потерянным. Однако с целью возможности его обнаружения на последующих кадрах в случае кратковременной потери оптической связи с таким объектом алгоритмом предусмотрено хранение его характеристик заданное время. Реализация предлагаемого решения рассматриваемой задачи обнаружения и трекинга изображения коров выполнена в системе компьютерной математики Matlab. Для семантической разметки обучающего набора данных для ИНС используется приложение Video Labeler, встроенное в Matlab. Таким образом, в данной работе показан подход к решению задачи обнаружения дойных коров в видеопотоке на основе использования готовой модели сверточной ИНС (в данном случае, GoogLeNet) и ее обучении на предварительно размеченном специфическом наборе данных.

Заключение

Оптико-электронные методы контроля, учета и диагностики состояния биологических объектов сельскохозяйственного произ-

водства в силу их бесконтактности и бесстрессовости представляют перспективное направление создания интеллектуальных роботизированных комплексов. Такие комплексы в условиях молочно-товарных комплексов смогут оказать существенное влияние на соблюдение технологических норм и улучшить условия труда врачей и зоотехников.

Список использованной литературы

1. Богуш, Р.П. Комбинирование блочных алгоритмов вычисления оптического потока для обнаружения и сопровождения движущихся объектов на видеопоследовательностях / Р.П. Богуш, В.Ю. Лысенко, Г.А. Самощев // Вестник полоцкого государственного университета. Серия С. 2011, № 4. С. 2–6.

2. Залесский, Б.А. Алгоритм обнаружения движущихся объектов, наблюдаемых видеокамерой / Б.А. Залесский // Doklady of the National Academy of Sciences of Belarus, 2023, vol. 67, no. 1, pp.20–26.

УДК 636.2.087.74:633.37

БАЛАНСИРОВАНИЕ РАЦИОНОВ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ЗА СЧЁТ БЕЛКОВО- ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК

В.Ф. Радчиков¹, д-р с.-х. наук, профессор,

В.П. Цай¹, А.Н. Кот¹, М.В. Джумкова¹,

М.И. Сложенкина², д-р биол. наук, профессор,

И.Ф. Горлов², А.А. Мосолов²

¹*РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»,*

г. Жодино, Республика Беларусь

²*Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной
продукции, г. Волгоград, Российская Федерация*

Аннотация: Включение в рационы телят в возрасте 1-6 месяцев БВМД с местным белковым и минеральным сырьем обеспечивает среднесуточные приросты на уровне 912 г и позволяет снизить себестоимость комбикорма на 10%, а себестоимость прироста - на 11%.

Abstract: The inclusion of BVMD with local protein and mineral raw materials in the diets of calves aged 1-6 months provides average daily gains of 912 g and reduces the cost of combined feed by 10%, and the cost of growth by 11%.

Ключевые слова: зерно рапса, люпина, комбикорм, ремонтные телки, рационы, кровь, приросты, затраты кормов, себестоимость.

Keywords: rapeseed grain, lupine, compound feed, repair heifers, rations, blood, increments, feed costs, cost.

Введение

В настоящее время в Республике Беларусь возделываются новые сорта рапса, люпина, гороха и других высокобелковых кормовых

средств с минимальным количеством антипитательных веществ. В связи с этим назрела необходимость по замене в существующих добавках дефицитных и дорогостоящих компонентов (подсолнечный и соевый шрот) более дешевыми источниками белка, энергии и минерально-витаминного сырья. Поэтому необходима разработка БВМД с оптимальным соотношением местных белковых, энергетических и минеральных компонентов, что является новизной исследований [12-15].

Основная часть

В связи с вышеизложенным, целью нашей работы явилось изучить эффективность скармливания белково-витаминно-минеральных добавок (БВМД) на основе зерна рапса, люпина местной селекции и минерально-витаминного премикса в составе комбикормов молодняка крупного рогатого скота, выращиваемого на племенные цели. Для научно-хозяйственного опыта было отобрано 40 голов ремонтных телок в возрасте 1-6 месяцев (две группы по 20 голов в каждой). Различия в кормлении заключались в том, что телята I контрольной группы в молочный период (1-3 мес.) в составе основного рациона получали молоко, цельное зерно, сено и комбикорм КР-1 с включением подсолнечного шрота в количестве 14% по массе, а послемолочный (3-6 месяцев) – сенаж, патоку и комбикорм КР-2 с введением аналогичного количества подсолнечного шрота. Молодняк II опытной группы в молочный период получал КР-1 с включением БВМД 5% и подсолнечного шрота 9% по массе, а послемолочный – БВМД 10% и шрота 4% по массе помимо основного рациона. В состав БВМД (возраст телят 1-6 мес.) входили (% по массе): рапс – 32, люпин – 42, минерально-витаминная добавка – 26. В состав минерально-витаминной добавки, включали (% по массе): сапропель – 5,2, фосфогипс – 4,9, костный полуфабрикат – 7,8, соль – 7,8, премикс – 0,3. Контролем служил комбикорм, включающий зернофураж, шрот подсолнечный, дефека́т, соль и премиксы ПКР-1 и ПКР-2. Результаты исследований. В 1 кг БВМД (возраст телят 1-6 мес.) содержалось: 0,9 кормовых единиц, 9,3 МДж – обменной энергии, 0,74 кг сухого вещества, 329 г сырого протеина, 27 г – жира, 40 г – сахара, 30 г – кальция, 15 г – фосфора. В структуре рационов (возраст телят 1-3 месяца) комбикорма занимали 21% по питательности, сено – 4, цельное зерно – 7, молоко – 68%. В структуре рационов (возраст 3-6 месяцев) удельный вес комбикормов составил 64%, сенажа – 28, патоки – 8%. Соотношение расщепляемого протеина к нерасщепляемому в

рационах телок контрольной группы составило 69:31, а в опытной – 62:38. Морфо-биохимический состав крови телок в возрасте 1-6 месяцев находился в пределах физиологической нормы и составил: общий белок – 69,2-71,1 г/л, гемоглобин – 9,2-9,3 г/л, эритроциты – $7,5-7,7 \times 10^{12}$ /л, лейкоциты – $8,1-8,3 \times 10^9$ /л, резервная щелочность – 448,4-454,6 мг%, мочевины – 3,2-3,4 ммоль/л, сахар – 6,4-6,6 ммоль/л, кальций – 3,0-3,1 ммоль/л, фосфор – 1,2-1,3 ммоль/л, магний – 0,7-0,8 ммоль/л, сера – 22,8-23,4 ммоль/л, медь – 0,7-0,8 мкмоль/л, цинк – 3,5-3,6 мкмоль/л, каротин – 0,3-0,4 ммоль/л, альбумины – 36,8-37,5 г/л, глобулины – 32,4-33,6 г/л. Скармливание в составе комбикорма КР-1 и КР-2 БВМД (возраст 1-6 мес.) в количестве 5 и 10% по массе повысило среднесуточные приросты телок на 6% при снижении затрат кормов на 8%.

Заключение

Разработаны кормовые добавки, содержащие новые источники белка, энергии, минеральных и биологически-активных веществ, позволяющие приготовить комбикорма для ремонтных телок 1-6 месячного возраста, не уступающие по кормовой и питательной ценности стандартным комбикормам КР-1 и КР-2, но по стоимости на 10–11% ниже. Использование в кормлении телят в возрасте 1-6 месяцев белково-витаминно-минеральных добавок с местным белковым и минеральным сырьем обеспечивает среднесуточные приросты на уровне 912 г и позволяет снизить себестоимость комбикорма на 10%.

Список использованной литературы

1. Новые БВМД в рационах молодняка крупного рогатого скота/ В.П. Цай, Г.Н. Радчикова, И.В. Богданович, Е.И. Приловская, А.А. Мосолов, Д.В. Медведева, В.Н. Карабанова, В.В. Букас // Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук. Солёное Займище, 2021. С. 1540–1545.

УДК 636.08

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

**М. Чопанов, канд. техн. наук, ст. преподаватель,
А.А. Дурдымедов, преподаватель, Ы. Курбанов, студент**
*Сельскохозяйственный университет имени С.А. Ниязова,
г. Ашхабад, Туркменистан*

Аннотация: Работа посвящена изучению влияния температуры субстрата на основные производственные параметры процесса переработки отходов сельскохозяйственных животных методом анаэробного метанового брожения.

Abstract: The work is devoted to studying the influence of the substrate temperature on the key production parameters of the process of agricultural animal waste treatment by anaerobic methane digestion.

Ключевые слова: биогаз, анаэробное сбраживание, конский навоз.

Keywords: biogas, anaerobic digestion, horse manure.

Введение

Биогаз относится к нетрадиционным и возобновляемым источникам энергии, а биогазовая технология позволяет, наряду с горючим биогазом, получать высококачественный, экологически чистый, очищенный от семян сорняков удобрения. Как известно, температура процесса является одним из основных параметров анаэробного сбраживания. В научной литературе есть сведения где проведены научные исследования по определению оптимальной температуры для переработки свиного навоза, а также навоза мелкого и крупного рогатого скота методом анаэробного сбраживания. Учитывая перспективное развитие коневодства изучение конского навоза в качестве сырья для получения биогаза и высококачественных удобрений является актуальным [1].

Основная часть

Исходя из вышеизложенного, планировалось провести научное исследование по изучению влияния температуры на анаэробное сбраживание конского навоза в широком диапазоне (28, 32, 35, 38, 40, 42, 45, 48, 50, 52, 55, 58 и 60°C). Экспериментальное оборудование, показанное на рисунке 1, было собрано для проведения научных исследований.

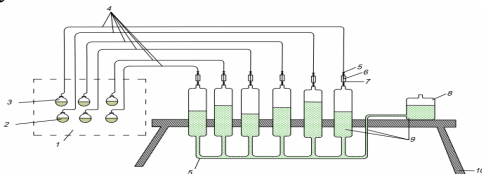


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки для получения биогаза

1 – термостат; 2 – субстрат; 3 – реактор; 4 – газовые шланги; 5 – краны;

6 – шприц для отбора биогаза для испытаний;

7 – место для отбора биогаза для испытаний; 8 – емкость; 9 – вода; 10 – штатив

Влияние температуры процесса на технологические параметры процесса анаэробного метанового сбраживания конского навоза показано на рисунке 2. Рассматривая общий выход биогаза, (рисунк 2) мы видим, что максимальный показатель составляет 2174 мл, что соответствует 52 °C. Максимальное значение общего

выхода метана составляет 1241,7 мл, что соответствует 52 °С. Наибольшая биологическая эффективность процесса составляет 55,65 мл/г, что наблюдается при температуре 52 °С.

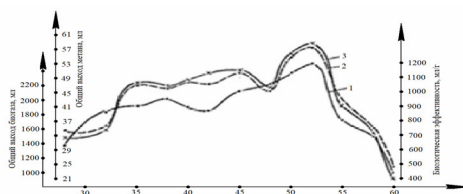


Рисунок 2 – Влияние температуры ферментации на общий выход биогаза (1), метана (2) и биологическую эффективность (3) (конский навоз)

Заключение

В результате проведенных исследований рекомендовано при переработке конского навоза методом анаэробного метанового сбраживания вести процесс при наиболее оптимальной температуре: 38⁰С для мезофильных условий и 52⁰С для термофильных условий.

Список использованной литературы

1. Аидрюхин Т.Я. Рециркуляционное анаэробное сбраживание отходов сельского хозяйства с выработкой биогаза / Т.Я. Аидрюхин, Н.К. Свириденко, Ю.В. Савельев // Биотехнология. – 1989. Т. 5. – №2. – С. 219–225.

УДК 636.084.1:546.7

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО КОБАЛЬТА НА ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

А.Н. Кот¹, Г.Н. Радчикова¹, Т.Л. Сапсалёва¹,

И.С. Серяков², В.И. Петров²,

Е.Л. Жилич³, Д.В. Бернацкая³, В.В. Никончук³

¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», г. Жодино,

²УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки,

³РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация: В статье рассмотрено влияние органического кобальта на обмен веществ и продуктивность молодняка крупного рогатого скота.

Abstract: The article examines the influence of organic cobalt on the metabolism and productivity of young cattle.

Ключевые слова: бычки, растительные корма, рационы, концентрированные корма, кобальт.

Keywords: gobies, vegetable feeds, rations, concentrated feeds, cobalt.

Введение

Продуктивность клинически здоровых животных на 60-70% зависит от качества и полноценности кормления. На полноценность питания молодняка крупного рогатого скота и взрослых животных, наряду с удовлетворением их потребности в основных питательных веществах, существенное влияние оказывает обеспеченность их минеральными веществами и витаминами [1]. Цель работы – изучение закономерностей протекания пищеварительных процессов в рубце молодняка крупного рогатого скота в возрасте 3-6 месяце и обмена веществ в организме при скармливании различных видов микроэлементов.

Основная часть

Исследования проведены в физиологическом корпусе РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству». Для выполнения поставленных задач методом пар-аналогов были подобраны две группы клинически здоровых животных с учетом живой массы, возраста, упитанности и одинаковой продуктивности. В контрольной группе в составе концентрированных кормов скармливалась соль сернокислого кобальта, а в опытной группе – уксуснокислого. Соли кобальта вводились из расчета 1 мг на 1 кг концентратов. Исследованиями установлено, что в структуре рациона на долю концентрированных кормов, приходилось 44% по питательности. Травяные корма в структуре рациона занимали 56%. Концентрированные корма животные съедали полностью. Потребление кукурузного силоса в обеих группах находилось на одном уровне. В среднем в сутки подопытный молодняк получал 4,1 кг/голову сухого вещества рациона. Содержание обменной энергии в сухом веществе рациона опытных групп составило 10,2 МДж/кг. На долю сырого протеина в сухом веществе рационов приходилось 10,9%. Количество клетчатки в сухом веществе составило 24,2%.

Как показали исследования, рубцовое пищеварения у животных опытных групп несколько отличалось (таблица 1).

У животных, которые получали комбикорм с добавлением соли кобальта, содержание аммиака снизилось на 4,2%. В то же время в

опытной группе на уровень летучих жирных кислот увеличился на 3,0%. Снижение уровня аммиака может свидетельствовать о том, что интенсивность синтеза микробного белка увеличилась.

Скармливание комбикорма, с включением соли кобальта не оказало значительного влияния на состав крови животных. У бычков опытной группы отмечено повышение содержания эритроцитов на 2,4%, гемоглобина – на 2,1, общего белка – на 1,1, кальция и фосфора – на 1,4 и 1,3% соответственно. В то же время уровень глюкозы снизился на 1,8%, мочевины – на 1,9%. Однако отмеченные различия были недостоверны.

Таблица 1 – Параметры рубцового пищеварения

Показатель	Группа	
	I	II
pH	6,5±0,17	6,68±0,10
ЛЖК, ммоль/100 мл	10,17±0,26	10,47±0,35
Азот общий, мг/100 мл	119±2,52	119,3±3,48
Аммиак, мг/100 мл	17,23±0,16	16,52±0,59

Скармливание солей кобальта в составе рациона бычков в возрасте 5-6 месяцев позволило повысить энергию роста и эффективность использования питательных веществ рациона (таблица 2).

Таблица 2 – Динамика живой массы и эффективность использования кормов подопытным молодняком

Показатель	Группа	
	I	II
Живая масса, кг:		
в начале опыта	144±1,7	143,7±2,9
в конце опыта	166±2,3	166,3±3,5
Валовой прирост, кг	22±0,6	22,7±0,9
Среднесуточный прирост, г	733±19,3	756±29,4
% к контролю	100	103,1
Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед.	5,73	5,57
% к контролю	100	97,2

Более высокие приросты отмечены во II опытной группе – 756 г в сутки, что на 3,1% выше, чем в I группе. Затраты кормов в этой группе были ниже, чем в первой на 2,8% и составили 5,57 корм. ед., в то время как в контрольной группе этот показатель был равен 5,73 корм. ед.

Заключение

Замена серноокислого кобальта на уксуснокислый кобальт в составе комбикормов не оказала значительного влияния на процессы рубцового пищеварения. Все показатели находились в пределах физиологических норм. У животных опытной группы отмечена тенденция снижения содержания аммиака в рубцовой жидкости. Использование концентратов с добавлением органических соединений кобальта способствует повышению продуктивности животных и эффективности использования корма.

Список использованной литературы

1. Радчиков В.Ф. Новые ферментные препараты в кормлении молодняка крупного рогатого скота. – Жодино, 2003. – 72 с.

УДК 636.2.084.522

ВЛИЯНИЕ РАЦИОНОВ С РАЗНОЙ РАСЩЕПЛЯЕМОСТЬЮ ПРОТЕИНА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ БЫЧКОВ

**В.Ф. Радчиков¹, Ю.Ю. Ковалевская¹, И.В. Богданович¹,
А.В. Убушиева², В.С. Убушиева²,
В.С. Токарев³, В.Н. Карабанова³**

¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»,

г. Жодино, Республика Беларусь,

*²ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет
им. Б.Б. Городовикова»,*

г. Элиста, Республика Калмыкия, Российская Федерация,

*³УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Аннотация: В работе рассмотрен вопрос влияние рационов с разной расщепляемостью протеина на эффективность выращивания бычков.

Abstract: The paper examines the impact of diets with different protein content on the efficiency of growing bulls.

Ключевые слова: бычки, рацион, протеин, расщепляемость, пище-варение, переваримость, продуктивность.

Keywords: steers, diet, protein, digestibility, food-cooking, digestibility, productivity.

Введение

Достижения в области физиологии и биохимии жвачных животных позволили создать новые концепции оценки протеина корма и его нормирования для этой группы животных. [1].

Основная часть

С целью изучения влияния рационов с разным качеством протеина на процессы рубцового пищеварения и использование питательных веществ бычками, были проведены исследования на 4-х группах молодняка крупного рогатого скота в возрасте 8 месяцев. Контрольная группа получала в составе рациона кукурузный силос и комбикорм стандартный без обработки зерновых компонентов способом экструдирования. В опытных группах ячмень, тритикале, пшеницу, вводимые в комбикорма, подвергали обработке для снижения расщепляемости протеина комбикорма в рубце. Животные II, III и IV опытных групп получали аналогичный рацион с той лишь разницей, что комбикорма содержали практически одинаковое количество сырого протеина при различном соотношении расщепляемой и нерасщепляемой фракции (70:30; 60:40; 50:50; 40:60 соответственно). Различное соотношение расщепляемого и нерасщепляемого протеина в комбикорме обеспечивало разное количество в рационе.

Научно-хозяйственный опыт проводился в условиях РУП «Экспериментальная база «Жодино» Смолевичского района Минской области. Для этой цели были подобраны 4 группы молодняка крупного рогатого скота 6-месячного возраста по схеме физиологического опыта. Для определения содержания в исследуемых кормах расщепляемого и нерасщепляемого протеина в условиях физиологического корпуса были проведены опыты *in vivo* на бычках с использованием нейлоновых мешочков с периодом выдержки исследуемых кормов в рубце в течение 6-8 часов. В результате исследований установлено, что расщепляемость протеина контрольного рациона соответствовала величине 69%, II опытного – 59, III – 57, IV – 52%.

В рубцовой жидкости бычков II опытной группы при расщепляемости протеина 59% содержалось 12,0 мМоль/л ЛЖК, что на 13% превышало их уровень в контроле при снижении величины рН на 11%. Увеличение количества инфузорий в рубце с 415 до 505 тыс/мл или на 22% способствовало лучшему усвоению аммиака, и его концентрация снизилась на 11% ($P > 0,05$). Это сопровождалось увеличением общего азота в рубцовой жидкости на 4,0%, белкового – на 7,3%. Несколько меньшие различия по изучаемым показателям отмечены в III опытной группе.

Концентрация ЛЖК в III опытной группе повышалась на 9,4%, количество инфузорий – на 18%, содержание общего азота – на 3,1%, белкового – на 6,4%, количество аммиака снизилось на 7%.

Исследованиями установлено, что переваримость сухого и органического веществ наибольшей была у животных II и III опытных групп, расщепляемость протеина рациона у которых составляла 57–59%. Данная закономерность отмечена и по остальным питательным веществам, кроме БЭВ. В тоже время переваримость протеина бычками II и III групп повысилась на 3,8 и 8,3%, по сравнению с животными контрольной и IV групп.

Использование энергии животными рассчитанной на основании данных потребления и выделения энергии с кормами рациона и продуктами обмена показало довольно равномерное потребление ее животными. Несколько меньшие потери энергии с метаном отмечены у животных III опытной группы и составили 6,9%, что на 0,22%, 0,28 и 0,34% ниже I контрольной, II и IV опытной групп. Однако, отмечена и несколько большая потеря энергии с мочой у бычков III группы, что естественно связано с меньшим поступлением валовой энергии с кормами, что повлияло на содержание обменной энергии, которая составила 49,25% против 51,02% в контрольной. В научно-хозяйственном опыте установлено, что питательность рационов по фактически съеденным кормам всеми группами составила 7,2-7,3 корм. ед. В рационах всех опытных групп содержалось 7,73-7,80 кг сухих веществ. На 1 кг сухого вещества рациона приходилось 119-120 г сырого протеина. Концентрация обменной энергии в 1 кг сухого вещества рациона находилась на уровне 10,4-10,5 МДж.

Содержание расщепляемого протеина в расчете на 1 МДж обменной энергии составило в контрольной группе 8,0 г, во II и III опытных – 7,6-7,0 г, в IV – 6,6 г. Обратная закономерность отмечена по нерасщепляемой фракции протеина. Так, в I группе она составила 3,6 г, во II – 3,9, III – 4,5, IV – 5,0 г или соответственно выше на 9%; 13 и 32%. На 1 кормовую единицу приходилось нерасщепляемого протеина в рационе контрольной группы 40,2 г, II опытной – 43,7, III опытной – 50,0, IV опытной – 56,4 г. Соотношение расщепляемого к нерасщепляемому протеину соответствовало в контрольной группе – 69:31, во II опытной – 66:34, в III опытной – 61:39, IV опытной – 56:44. Все показатели

крови находились в пределах физиологической нормы. Продуктивность за период опыта 180 дней составила у бычков контрольной группы 179 кг, II опытной – 194, III – 187, IV опытной – 180 кг. Среднесуточный прирост в I группе находился на уровне 994 г, во II и III – повысился на 81 и 42 г или на 8 и 4%. В IV опытной группе среднесуточный прирост повысился на 8 г или на 1%. Затраты кормов на 1 кг прироста составили в контрольной группе 7,24 корм. ед., а во II и III опытных – 6,79 и 7,04 или снизились на 7 и 4%. В IV опытной группе затраты кормов были на уровне контроля.

Заключение

Рационы с расщепляемостью протеина 61–66% позволяют получить среднесуточные приросты 1036–1075 г при затратах кормов на 1 кг прироста 6,79–7,04 кормовых единиц.

Список использованной литературы

1. Продуктивность молодняка крупного рогатого скота, выращенного на заменителе сухого обезжиренного молока и заменителе цельного молока в послемолочный период / Г.Н. Радчикова, Т.Л. Сапсалёва, И.В. Богданович, С.Н. Пиллюк, М.В. Джумкова, В.О. Лемешевский, И.В. Яночкин, Е.И. Приловская // Зоотехническая наука Беларуси. 2021. Т. 56. № 2. С. 3–13.

УДК 636.084.1:636.087.24

ВЛИЯНИЕ СКАРМЛИВАНИЯ МОЛОДНЯКУ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА БАРДЫ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ КОРМА

**В.П. Цай¹, Г.Н. Радчикова¹, Т.Л. Сапсалёва¹,
И.В. Богданович¹, Г.В. Бесараб¹,
Н.И. Мосолова², И.В. Сучкова³**

¹*РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»,
г. Жодино, Республика Беларусь,*

²*Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной
продукции, г. Волгоград, Российская Федерация,*

³*УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Аннотация: Установлено, что увеличение нормы магния в рационах с бардой для бычков на откорме на 30% по отношению к общепринятым нормам позволяет повысить эффективность использования обменной энергии на прирост живой массы на 9,7% и получить на 8,0% больше дополнительной прибыли в расчете на 1 голову за опыт.

Abstract: It was found that an increase in the norm of magnesium in rations with bard for fattened bulls by 30% in relation to generally accepted norms makes it possible to increase the efficiency of using metabolic energy for weight gain by 9.7% and obtain 8.0% more additional profit per 1 head per experiment.

Ключевые слова: бычки, барда, рационы, магний, обменная энергия, продуктивность, экономическая эффективность.

Keywords: bulls, bards, rations, magnesium, metabolic energy, productivity, economic efficiency.

Введение

Ежегодно в Республике Беларуси получают более 1,5 млн. т барды. Скармливают ее в основном молодняку крупного рогатого скота при выращивании на мясо. При включении в рационы натуральной барды животные испытывают избыток воды и выделение ее из организма повышается, а вместе с ней уходят и минеральные вещества, в результате чего повышается потребность животных в этих элементах. Установлено, что при скармливании барды потребность животных в магнии увеличивается на 18–31% [1].

Основная часть

Опыт проведен по следующей схеме. Бычки I контрольной группы получали рацион, в котором содержание магния соответствовало нормам ВАСХНИЛ, а также наших норм. Животные II опытной группы получали рацион с уровнем магния на 20% выше нормы, III и IV – на 30 и 40% выше соответственно.

Разное содержание магния в рационах обеспечивалось за счет добавки кормовой минеральной комплексной, в состав которой входили: соль поваренная, фосфогипс, сапропель, доломитовая мука, премикс, в разном соотношении. При изучении обмена энергии в организме животных определяли следующие виды энергии: валовую, переваримую, обменную (или физиологическую), энергию теплопродукции и энергию, отложенную в продукцию. Переваримость питательных веществ и энергии рационов исследовали по методике П.В.Демченко. Существенных различий по поедаемости кормов между группами не установлено. В рационах содержалось 10,4–10,7 кг сухого вещества, 8–8,2 корм. ед., 88–90 МДж обменной энергии, 1366–1392 г сырого протеина. Количество магния находилось в пределах 21 г в контрольной и 29 г в IV группе, или на 38% больше.

Таблица 1 – Состав рационов для подопытных животных (по фактически съеденным кормам)

Корма и питательные вещества	Группа			
	I	II	III	IV
Силос кукурузный, кг	12,5	12,6	12,8	12,6
Солома ячменная, кг	4,1	4,3	4,5	4,2
Зернофураж, кг	2	2	2	2
Барда зерновая, л	35	35	35	35
ДКМК	185	220	215	210
В рационе содержится:				
сухого вещества, кг	10,4	10,5	10,7	10,5
кормовых единиц	8,0	8,1	8,2	8,1
обменной энергии, МДж	88	89	90	88
сырого протеина, г	1366	1378	1392	1374
переваримого протеина, г	889	896	905	893
жира, г	405	409	414	408
клетчатки, г	2580	2648	2723	2618
сахара, г	85	86	88	86
кальция, г	70	73	71	72
фосфора, г	27	27	28	27
магния, г	21	25	27	29
натрия, г	33	30	33	32
серы, г	20	22	22	21
железа, мг	3601	3620	3680	3506
меди, мг	76	80	79	78
цинка, мг	415	425	427	426
кобальта, мг	5,2	5,5	5,4	5,3
йода, мг	3,5	3,7	3,6	3,6
селена, мг	0,6	0,7	0,6	0,6
витамина А, тыс. ME	22	25	25	24
витамина D, тыс. ME	5,7	6,0	6,3	6,2

Исследования показали (таблица 2), что с повышением уровня магния в рационе четко прослеживается тенденция повышения переваримости питательных веществ и энергии корма.

Таблица 2 – Обмен и использование энергии, МДж в сутки на 1 голову

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Валовая энергия рациона	88	89	90	88
Потери энергии с калом	30,9	30,4	29,5	30,5
Переваримая энергия	57,1	58,6	60,5	57,8
Потери энергии с мочой и метаном	6,28	6,45	6,65	6,32
Обменная энергия	50,82	52,15	53,85	51,18
Энергия теплопродукции	36,57	37,09	3»,00	36,78
Энергия отложения	14,25	15,06	15,85	14,40

В I группе переваримая энергия находилась на уровне 57,1 МДж, у бычков III группы, у которых уровень магния был на 30% выше, переваримость энергии повысилась до 67,2%, а количество переваренной энергии составило 60,5 МДж. Дальнейшее увеличение магния в рационе бычков не сопровождалось повышением усвояемости энергии корма. У животных IV группы переваримость энергии оказалась ниже по сравнению с молодняком III группы и составила 65,3%, а количество переваренной энергии было на уровне 57,8 МДж. Рассматривая показатели, характеризующие величину усвоенной энергии, следует отметить, что у бычков контрольной группы она составила 50,82 МДж, в опытных группах количество обменной энергии несколько увеличилось. Наибольшее усвоение энергии корма оказалось у бычков III группы и составило 53,85 МДж. Дальнейшее увеличение количества магния в рационе не дало положительного результата. Животные IV группы по сравнению с бычками III группы хуже усваивали энергию рациона. Так, бычки контрольной группы 16,2% валовой или 28% обменной энергии использовали на прирост живой массы. Увеличение количества магния на 30% к нормам (группа III) позволило повысить использование усвоенной энергии на прирост живой массы с 14,25 до 15,85 МДж, что составило 17,6% от валовой и 29,4% от обменной энергии. Отложение энергии в приросте в расчете на 100 кг живой массы оказалось выше у бычков III группы по сравнению с другими группами молодняка.

Таблица 3 – Использование обменной энергии на прирост живой массы

Группа	Средне-суточный прирост, г	Энергия отложения, %			Удержано на 100 кг живой массы, МДж
		к валовой	к переваримой	к обменной	
I	851±13,5	16,2	22,0	28,0	3,31
II	899±17,5	16,9	25,7	28,8	3,40
III	915±15,5	17,6	26,2	29,4	3,63
IV	859±22,3	16,4	25,0	28,1	3,29

Если у контрольных животных на каждые 100 кг живой массы бычки удерживали в приросте 3,31 МДж обменной энергии, то у молодняка III группы этот показатель составил 3,63 МДж, или на 9,7% больше ($P < 0,05$). Экономическая эффективность откорма бычков при увеличении нормы магния на 30% в рационе

повысилась на 8,0% в расчете на 1 голову за опыт по сравнению с контрольным вариантом. Экономические показатели откорма бычков при использовании иных норм магния (группы II и IV) оказались менее существенными.

Заключение

На основании полученных экспериментальных данных можно сделать выводы: рационы с бардой для откорма молодняка крупного рогатого скота дефицитны по содержанию кальция на 20-28%, магния – 18-35, натрия – 36-50, серы – 17-25, меди – 46-58, цинка – 32-43, витамину D – 80-95%; разработанный рецепт ДКМК из местных источников минерального сырья обеспечивает потребности в минеральных элементах для откармливаемого молодняка крупного рогатого скота на рационах с использованием барды; скармливание бычкам рационов с нормой магния увеличенной на 30% повышает эффективность использования обменной энергии на прирост живой массы на 9,7%, что позволяет получить дополнительную прибыль на 8,0% больше на 1 голову за опыт.

Список использованной литературы

1. Организация полноценного кормления сельскохозяйственных животных с использованием органических микроэлементов / И.П. Шейко, В.Ф. Радчиков, А.И. Саханчук, С.А. Линкевич, Е.Г. Кот, С.П. Воронин, Д.С. Воронин, В.В. Фесина // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. 2014. № 3. С. 80–86.

УДК 637.3.07

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОЛУТВЕРДЫХ СЫРОВ НА ТЕХНОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

В.Л. Захаров, д-р с.-х наук, доцент,

А.А. Зайцев, канд. физ.-мат. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина»,
г. Елец, Российская Федерация*

Аннотация: Исследование показателей технохимического контроля полутвёрдых сыров, получаемых по трём разным технологиям.

Abstract: Study of techno-chemical parameters in semi-hard cheeses produced by three different technologies.

Ключевые слова: полутвёрдые сыры, сыроварни, физические и химические показатели качества сыра.

Keywords: semi-hard cheeses, cheese factories, physical and chemical indicators of cheese quality.

Введение

В основе сыроделия лежат сложные биохимические процессы, в которых основная роль принадлежит молочнокислому и пропионовокислому брожениям. При сравнительной оценке сыропригодности молока коров основных пород РФ приоритетной породой является симментальская [1]. В России не производят сыры из непастеризованного молока [2]. Для улучшения однородности сыров наилучшим образом подходит добавление желатина в количестве 0,5%. Целью наших исследований было сравнить показатели теххимического контроля полутвёрдых сыров, получаемых при использовании сыроварни MaggiPro 30.4.

Основная часть

Сыр для гриля изготавливался по технологии халлуми. Сыр по домашней технологии изготавливался из необезжиренного творога. Сыр моцарелла готовился из цельного молока. Образцы готовой продукции представлены на рисунке 1. Анализы сыра проводили через 2 суток хранения в холодильнике. В сыре определяли pH водной вытяжки (1:10) ионометрическим методом, содержание органических кислот в пересчёте на молочную титриметрическим методом, содержание молочного жира – бутирометрическим методом. Органолептические показатели готового сыра сверяли с требованиями стандарта. Сыр резали ломтиками толщиной 1 см и жарили 2 минуты на одной и 1,5 минуты на другой стороне на сковороде, используя подсолнечное масло.

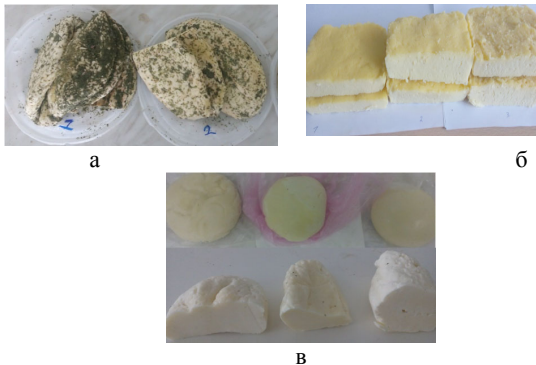


Рисунок 1 – Образцы готовой продукции
а – сыр для гриля по технологии халлуми; б – сыр по домашней технологии;
в – сыр моцарелла

Анализы сыра проводили через 2 суток хранения в холодильнике. В сыре определяли pH водной вытяжки (1:10) ионометрическим методом, содержание органических кислот в пересчёте на молочную титриметрическим методом [2], содержание молочного жира – бутирометрическим методом. Органолептические показатели готового сыра сверяли с требованиями стандарта. Сыр резали ломтиками толщиной 1 см и жарили 2 минуты на одно и 1,5 минуты на другой стороне на сковороде, используя подсолнечное масло.

Полученные сыры по внешнему виду, вкусу, консистенции, цвету, запаху, плотности, текстуре полностью соответствовали требованиям ГОСТ Р 52686-2006. В результате исследований установлено, что выход сыра наибольший был при его изготовлении по домашней технологии, а наименьший – у моцареллы (таблица 1).

Таблица 1 – Выход сыров и их физические свойства

Технология изготовления сыра	Выход сыра, %	Влажность сыра, %	Плотность сыра, г/см ³
Халлуми	15,3	47,4	1,2
Домашняя	16,0	47,0	1,0
Моцарелла	11,0	60,8	1,1

Самым влажным сыром оказался моцарелла, а у сыра по технологиям халлуми и по домашней технологии она была на одном уровне. Самым плотным сыром оказался сыр по технологии халлуми, а менее плотным – по домашней технологии. Наибольшее количество молочного жира сохранилось в сыре, изготовленном по технологии халлуми и по домашней технологии.

Таблица 2 – Содержание жира и кислотность сыров

Технология изготовления сыра	Содержание жира, %	pH водной вытяжки	Содержание органических кислот, %
Халлуми	45,4	6,4	3,5
Домашняя	45,3	5,8	7,1
Моцарелла	38,7	5,9	3,9

Согласно pH водной вытяжки и содержанию органических кислот в пересчёте на молочную кислоту наиболее кислым оказался сыр, изготовленный по домашней технологии, а наименее кислым – по технологии халлуми.

Заключение

В зависимости от технологии полутвёрдых сыров выход сыра колеблется от 11 до 16 %, влажность сыра составляет 47,0–60,8 %,

плотность – 1,0–1,2 г/см³, жирность – 38,7–45,4 %, рН водной вытяжки – 5,8–6,4, содержание органических кислот в пересчёте на молочную – 3,5–7,1 %. Самым влажным сыром оказался моцарелла, самым плотным сыром оказался сыр по технологии халлуми, наиболее жирным – по технологии халлуми и по домашней технологии, наименее кислым – по технологии халлуми.

Список использованной литературы

1. Карамаева А.С., Соболева Н.В., Карамаев С.В. Влияние породы на сыропригодность молока и качество сыра // Молочное и мясное скотоводство. – 2018. – № 5. – С. 34–38.
2. Ларкина А.В., Комарова С.Г. Оценка качества сыра на Российском рынке // Успехи в химии и химической технологии. Том XXX. – 2016. – № 2. – С. 118–119.

УДК 636.2.083.37

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СОДЕРЖАНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ТЕЛЯТ

С.А. Костюкевич, канд. с.-х. наук, доцент,

Д.Ф. Кольга, канд. техн. наук, доцент,

Т.М. Чумак, ст. преподаватель,

П.Ю. Ковель, студент

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

Аннотация. Изучаются условия содержания телят, рожденных в зимний и весенний периоды года. В зависимости от содержания исследуются продуктивные качества молодняка (прирост живой массы, среднесуточный прирост). Сохранность телят в опытной и контрольной группах составила 100 %.

Abstract. We study the conditions of detention of calves born in winter and spring periods of the year. Depending on the content examines the productive qualities of young animals (live weight gain, average daily gain). The safety of the calves in the experimental and control groups was 100 %.

Ключевые слова: телята, продуктивность, условия содержания, абсолютный и среднесуточный прирост.

Keywords: calves, performance, conditions of detention., absolute and average daily gain.

Введение

Телята – категория крупного рогатого скота, для которой необходимо организовать особые, даже индивидуальные, условия содержания на каждый возраст совместно с качественным кормлением [3].

Процесс выращивания молодняка крупного рогатого скота подразделяется на отдельные возрастные периоды. Для каждого из них характерны определенные самостоятельные технологии, которые

должны основываться на биологических закономерностях развития организма и способствовать формированию животных необходимого направления продуктивности.

Разработка прогрессивных методов выращивания и повышения продуктивности молодняка крупного рогатого скота требует организации и внедрения научно-обоснованной системы зоотехнических, ветеринарных, санитарно-гигиенических и организационных мероприятий.

В связи с этим определенную практическую значимость представляет дальнейшее совершенствование существующих и разработка новых технологий (способов) выращивания молодняка крупного рогатого скота в молочный и мясной периоды [1, 2].

Основная часть

Цель исследований – изучить условия содержания телят и выбрать наиболее приемлемую технологию по выращиванию телят.

Исследования проводили на телятах от рождения до 1 года. Телята 1 опытной группы в профилакторный период находились в индивидуальных клетках в профилакториях до 30-дневного возраста, затем их переводили в помещение и формировали группами по 5 голов в клетке.

Таблица – Динамика живой массы и среднесуточного прироста телят

Показатели	Группы	
	контрольная	опытная
Количество голов	11	11
Средняя живая масса в начале опыта, кг	31,3 ± 1,02	32,2 ± 1,11
Средняя масса в конце опыта, кг	63,7 ± 1,16	68,1 ± 1,01
Абсолютный прирост живой массы, кг	33,4 ± 1,28	35,7 ± 1,26*
Среднесуточный прирост, (г)	590	645
Сохранность, %	100	100

Примечание: * – уровень достоверности $P < 0,05$.

Телята родились в зимний период (в феврале). Животные 2 опытной группы в профилакторный период находились в домиках на улице, затем их переводили в помещение.

При выращивании телят были изучены условия их содержания в разные периоды жизни, живая масса животных, абсолютный и среднесуточный приросты, коэффициент роста и относительная скорость роста.

Динамика изменения живой массы, а также среднесуточный прирост телят в профилакторный период представлены в таблице.

Данные таблицы свидетельствуют о том, что средняя живая масса одного поросенка в начале исследований была практически одинаковой (31,1–32,2 кг).

Абсолютный и среднесуточный приросты у телят в опытной группе профилактория был выше на 8,1 % ($P < 0,05$) по сравнению контрольным. Сохранность телят в опытной и контрольной телятниках группах составила 100 %.

Важным показателем при выращивании телят являются затраты кормов на кг прироста живой массы.

В опытной группе было получено больше абсолютного прироста, следовательно, было меньше затрачено кормовых единиц, обменной энергии, сухого вещества и сырого протеина, чем в контрольной группе. На эффективность выращивания телят период большое влияние оказывают многие факторы, среди которых можно выделить условия содержания, кормление, зооветеринарные мероприятия.

Заключение

Полученные результаты свидетельствуют о том, что за период исследований абсолютный и среднесуточный прирост у телят опытной группы на 9,3 %, по сравнению контрольной группой.

Сохранность телят в опытной и контрольной группах составила 100 %. Правильное выращивание молодняка в значительной мере обуславливает оптимальное проявление генетически заложенных продуктивных возможностей животных за счет лучших условий содержания телёнка быстрее растут.

Список использованной литературы

1. Садовов, Н. А. Гигиенические и технологические аспекты повышения продуктивности телят / Н.А. Садовов, Л.А. Шамсуддин // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сборник научных трудов / редкол.: В. В. Великанов и др. – Горки: БГСХА, 2023. – Вып. 26. – Ч. 2. – С. 132–141.
2. Тимошенко, В.Н. Перспективы развития молочного скотоводства в Республике Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rep.bsatu.by/>. Дата доступа: 08.09.2025.
3. Petrini, S. Antibody responses to bovine alphaherpesvirus 1 (BoHV-1) in passively immunized calves / S. Petrini, C. Iscaro, C. Righi // Viruses. – 2019; 11 (1):2.

ВНЕДРЕНИЕ ПЕРЕДОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

З.З. Ильясова¹, канд. биол. наук, доцент,

З.А. Залилова¹, канд. эконом. наук, доцент,

М.А. Орипов², канд. эконом. наук, доцент,

¹ФГБОУ ВО «Башкирский ГАУ»,

г. Уфа, Республика Башкортостан, Российская Федерация,

Бухарский государственный университет,

г. Бухара, Республика Узбекистан

Аннотация: Республика Башкортостан активно внедряет передовые и инновационные технологии в сельское хозяйство, что значительно сокращает затраты выпуска продукции, повышает уровня эффективности производства отрасли в целом и в частности улучшает условия содержания животных.

Abstract: The Republic of Bashkortostan is actively introducing advanced and innovative technologies into agriculture, which significantly reduces production costs, increases the level of efficiency of the industry as a whole and, in particular, improves the conditions for keeping animals.

Ключевые слова: сельское хозяйство, передовые технологии, инновационные технологии, автоматизированные системы.

Keywords: agriculture, advanced technologies, innovative technologies, automated systems.

Введение

Республика Башкортостан активно внедряет передовые технологии в сельское хозяйство включая инновационные технологии механизации животноводства, которые направлены на повышение продуктивности животных, сокращение трудовых затрат и улучшение условий содержания скота. Эти технологии включают следующие ключевые элементы:

1. Автоматизированные системы кормления животных обеспечивают равномерное распределение корма среди животных, учитывая индивидуальные потребности каждого животного. Такие системы могут контролировать количество потребляемого корма, состав рациона и даже отслеживать состояние здоровья животных. Автоматизированные системы кормления животных имеют ряд преимуществ, к ним относятся: - составления оптимальных рационов кормления животных в соответствии физиологических потребностей, веса животных, которое способствует повышению продуктивности; - сокращение потерь корма и уменьшение расходов в

процессе производства; - возможность индивидуализации кормления и др. Успешное внедрение автоматизированных систем кормления животных в Башкортостане даёт ощутимый экономический эффект, улучшая показатели продуктивности и снижая издержки на содержание животных.

2. Роботы-дойarki. В настоящее время в передовых фермах роботизированная дойка становится популярной благодаря своей способности минимизировать участие человека в процессе доения. Роботы автоматически подключаются к животным, очищают соски и проводят процедуру доения. Они также собирают данные о состоянии молока и здоровье коров. Их преимущества заключается в повышении комфорта животных; увеличении количества удоев; минимизации воздействия человеческого фактора. Внедрение данной инновационной технологии в животноводстве Башкортостана, способствует повышению эффективности производства молока и улучшению качества конечной продукции. Более того, роботы-дойarki в условиях дефицита рабочих рук предотвращают нехватку дойщиц на фермах.

3. Автоматизированный мониторинг состояния животных. В Республике Башкортостан многие предприятия активно применяют различные формы автоматизированного мониторинга здоровья и состояния сельскохозяйственных животных. Современные информационные технологии позволяют непрерывно следить за состоянием здоровья животных, эффективно управлять стадом и повышать продуктивность животноводческих комплексов. Датчики температуры тела, активности и потребления пищи помогают выявить заболевания на ранних стадиях и предотвратить распространение инфекций. Преимуществами мониторинга являются: ранняя диагностика заболеваний; улучшение благополучия животных; экономия средств на ветеринарии.

4. Климат-контроль. Контроль микроклимата в помещениях для животных является важным аспектом современного животноводческого комплекса, особенно в условиях переменчивого климата Башкортостана. Создание оптимального микроклимата внутри помещений для содержания животных повышает комфортность проживания и улучшает качество продукции и способствует увеличению производительности. Система климат-контроля регулирует температуру, влажность воздуха и вентиляцию, создавая идеальные

условия для роста и размножения животных. Преимущества климат-контроля: уменьшение стресса у животных; профилактика болезней дыхательных путей; рост продуктивности.

5. Биометрическое отслеживание животных становится важной частью технологического прогресса в сельском хозяйстве Республики Башкортостан. Биометрия позволяет вести эффективный учет, помогает точно определить каждую особь, её поведение и состояние здоровья. Камеры видеонаблюдения фиксируют активность животных, а датчики движения передают информацию о передвижениях стада. Анализ полученных данных позволяет своевременно реагировать на изменения поведения животных. Преимущества: индивидуализация ухода за животными; эффективное управление стадом; повышение безопасности персонала.

Заключение

Применение инновационных технологий механизации животноводства является неотъемлемой частью успешного функционирования многих хозяйств Республики Башкортостан, значительно увеличивая эффективность производства, снижая затраты и улучшая благополучие животных, обеспечивая высокие стандарты животноводческой практики и устойчивого развития аграрного сектора.

Список использованной литературы

1. Перспективы внедрения ресурсосберегающих технологий в сельскохозяйственных предприятиях России / Г. З. Ибиев, С. А. Скачкова, О. А. Савоськина [и др.] // Проблемы развития АПК региона. – 2021. – № 4(48). – С. 67–78.

2. Информационные технологии в сельском хозяйстве / Б. И. Шихсаидов, Б. Д. Паштаев, С. А. Ибрагимов, В. М. Касумов // Современные технологии и достижения науки в АПК : Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Махачкала: Дагестанский государственный аграрный университет им. М.М. Джембулатова, 2024. – С. 12–16.

УДК 636.061.8

ВОПРОС ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЖИВОЙ МАССЫ КРС ПО ПРОМЕРАМ ТЕЛА

Е.Л. Жилич, Ю.Н. Рогальская, научный сотрудник

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: В статье рассмотрены способы определения живой массы КРС без непосредственного их взвешивания. Разработка бесконтактных способов определения живой массы КРС позволит производить процесс взвешивая регулярно и снизить стресс на организм животного.

Abstract: The article discusses methods for determining the live weight of cattle without directly weighing them. The development of non-contact methods for determining the live weight of cattle will allow for regular weighing and reduce stress on the animal's body.

Ключевые слова: живая масса, промеры тела, косая длина туловища, взрослое поголовье, молодняк КРС.

Keywords: live weight, body measurements, oblique length of the trunk, adult cattle, and young cattle.

Введение

Живая масса в комплексе с другими признаками является одним из главных показателей хозяйственной ценности как мясного, так и молочного скота. Определение данного показателя в условиях промышленного стада на сегодняшний день затруднено, а для молочного стада данный показатель определяется только после убоя.

Основная часть

Взвешивать животных принято утром до кормления и поения или спустя 3-4 ч после кормления. Для получения более точных данных о живой массе взвешивание проводят два дня подряд, вычисляют и берут среднюю живую массу из двух взвешиваний [1].

Последующая кратность взвешиваний зависит от целей выращивания и возраста. Для систематического контроля за ростом и развитием молодняка его взвешивают ежемесячно до 6-месячного возраста, а затем в 9, 12, 18 и 24 месяца. Молодняк на откорме взвешивают один раз в квартал и при передаче в другие группы, коров – на 2–3 месяце лактации после первого и третьего отелов, а также при переводе на пастбищное и при постановке на стойловое содержание. Быков-производителей взвешивают ежегодно до 5-летнего возраста. При отсутствии весов живую массу скота можно определить путем обмера, но с меньшей точностью. Основанием для этого является существенная взаимосвязь между размерами тела животного и его живой массой. Разработаны и применяются следующие способы определения живой массы [1], а именно по Тухановскому, Клувер-Штрауху, Фровейну, Эклзу и с помощью специальной ленты-измерителя. При вычислении живой массы по способу Тухановского берут два промера мерной лентой (см), а именно прямую длину туловища и обхват груди за лопатками.

Живую массу в этом случае вычисляют по формуле

$$ЖК = A \cdot B \cdot K / 100, \quad (1)$$

где A – обхват груди за лопатками, см; B – прямая длина туловища, см; K – поправочный коэффициент (для молочных пород – 2, для молочно-мясных и мясных – 2,5).

При вычислении живой массы по способу Клювер-Штрауха берут два промера мерной лентой (см), а именно косую длину туловища и обхват груди за лопатками. Живую массу при этом вычисляют, пользуясь постоянными таблицами для взрослых животных и молодняка, в которых на пресечении граф данных обхвата груди и косой длины туловища находят показатель живой массы животного. Аналогичным способом можно определить живую массу крупного рогатого скота по Фровейну. Живую массу, аналогично предыдущему методу, вычисляют, пользуясь постоянными таблицами. Для определения живой массы скота также применяется метод К. Г. Эклза. Берется промер обхват груди и по специальной таблице определяется живая масса скота, при этом учитывают породу. Определение живой массы крупного рогатого скота по обхвату груди также можно осуществить с применением уравнений регрессии. Уравнения регрессии имеют такой вид:

$$Y = 5,3X - 507, \quad (2)$$

$$Y = 5,3X - 486, \quad (3)$$

$$Y = 5,3X - 465, \quad (4)$$

где Y – получаемая масса коровы в кг; X – обхват груди за лопатками в см.

Здесь следует пояснить, что первую формулу можно применить при величине обхвата груди коровы 170-180 см, вторую – при 181-191 см, а третью – при величине 192 см и больше. Определение живой массы с помощью ленты-измерителя проводится после измерения ей обхвата груди за лопатками. Лента имеет две стороны черного и красного цветов (черного цвета – для измерения у черных и черно-пестрых пород; красного цвета – для измерения у красных и красно-пестрых пород). Данный способ так же имеет относительно большую погрешность [2].

Заключение

Применение одного из вышеперечисленных способов не гарантирует высокой достоверности данных при определении живой массы КРС, а также является достаточно травмоопасным как для поголовья КРС, так и для самого персонала. Виду этого остро встает вопрос о разработки дистанционных бесконтактных способов и устройств для определения живой массы КРС, что в последующем позволит снизить трудовые затраты, а также тщательнее осуществлять мониторинг физиологических показателей и здоровья КРС.

Список использованной литературы

1 Экстерьер, конституция и продуктивность крупного рогатого скота : учеб. – метод. пособие по дисциплине «Молочное скотоводство» для студентов по специальности 1-74 03 01 «Зоотехния» и слушателей ФПК и ПК / М. М. Карпеня [и др.]. – Витебск : ВГАВМ. – 2020. – 68 с.

2 Шеховцев Г. С., Прохоров И. П., Пикуль А. Н. Мировой опыт определения живой массы КРС // Эффективное животноводство. – 2021. – №5 171). – С. 132–134.

УДК 636.231:547.96

ВЫРАЩИВАНИЕ РЕМОНТНЫХ БЫЧКОВ ЧЁРНО-ПЁСТРОЙ ПОРОДЫ С РАЗНЫМ КАЧЕСТВОМ ПРОТЕИНА

В.Ф. Радчиков¹, В.П. Цай¹,

Б.К. Салаев², А.К. Натыров², Н.Н. Мороз²,

Б.С. Убушаев², А.В. Убушиева², В.С. Убушиева²

¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»,

г. Жодино, Республика Беларусь,

²ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова», г. Элиста, Республика Калмыкия

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по разработке норм нерасщепляемого протеина в рационах ремонтных бычков чёрно-пёстрой породы.

Annotation. The article presents the results of research on the development of standards for non-cleavable protein in the diets of black-and-white repair bulls.

Ключевые слова: ремонтные бычки, рационы, протеин, расщепляемость, продуктивность, качество спермы.

Keywords: repair bulls, rations, protein, cleavage, productivity, sperm quality.

Введение

В исследованиях многих учёных получены противоречивые данные, в связи с чем, для широкого использования зерна люпина, гороха и других культур необходимы дополнительные исследования по разработке норм скормливания зерна данных культур и кормовых добавок с их включением, обеспечивающих повышение воспроизводительной способности ремонтного молодняка крупного рогатого скот [1].

Основная часть

Исследования нормы включения в рационы нерасщепляемого протеина и изучить эффективность использования их в кормлении ремонтных бычков, были проведены на 3-х группах ремонтных бычков в возрасте 12–18 месяцев, средней начальной живой массой 363–367 кг. Различия в кормлении заключались в том, что

количество нерасщепляемого протеина в рационе ремонтных бычков контрольной группы был ниже на 10% принятой нормы, II опытной группы соответствовал принятой норме. В рационе бычков III опытной группы содержание нерасщепляемого протеина увеличили на 10% к норме. Количество расщепляемого и нерасщепляемого протеина регулировали путём ввода льняного жмыха и экструдированного зерна гороха и люпина. Исследованиями установлено, что в структуре рациона животных контрольной группы занимало (% по питательности): сено – 21%, сенаж – 31, зернофураж – 38, шрот подсолнечный – 6, патока – 4%, у молодняка опытных групп сенаж занимал 31-31, сено – 22,5-21,0, зернофураж – 34-30, горох – 3,0-4,5, люпин – 2,5-3,5; жмых льняной – 3,0-6,0, патока – 4,0-4,0%. Среднесуточное потребление сухого вещества бычками подопытных групп составило 9,1-9,3 кг. В 1 кг сухого вещества во всех группах содержалось 9,7-9,9 МДж обменной энергии. Сахаро-протеиновое отношение в рационе животных I группы составило 0,86, II и III соответственно 0,87 и 0,88:1. Не установлено достоверных различий по концентрации минеральных веществ в сухом веществе рационов между группами.

Исследованиями установлено, что в содержимом рубца бычков опытных групп, в рационах которых содержалось нерасщепляемого протеина по норме и на 10% выше установлено увеличение содержания общего азота на 5,1% и 5,5%, белкового – на 7,5 и 8,2% соответственно. В исследованиях установлено, что при скормливаниях кормов богатых углеводами и белками количество инфузорий в рубце увеличивается. Увеличение количества инфузорий в рубце на 5,7-12,3 % свидетельствует о усилении пищеварительных процессов в преджелудках молодняка крупного рогатого скота опытных групп и увеличению использования протеина корма в белок тела микроорганизмов, которые в последующем послужат источником протеин для животных. В результате проведенных исследований установлено достоверное снижение количества аммиака в рубце опытных животных на 21 ($P<0,05$) и 24% ($P<0,05$) соответственно, что свидетельствует о снижении расщепления протеина и улучшении его использования микроорганизмами для синтеза белка своего тела. В рубцовой жидкости животных опытных групп отмечено увеличение количества летучих жирных кислот на 12-21%, что свидетельствует о более интенсивном течении гидролиза

углеводов кормов под влиянием рационов с разным качеством протеина. Важным элементом обмена веществ в организме животных является переваримость питательных веществ, которая в определенной мере может свидетельствовать о качестве кормления животных. Исследованиями установлено, что животные II и III опытных групп, в состав рационов которых вводили повышенный уровень нерасщепляемого протеина, лучше переваривали питательные вещества корма (таблица 1).

Таблица 1 –Коэффициенты переваримости питательных веществ, %

Показатель	Группа		
	I	II	III
Сухое вещество	53,5±1,2	59,9±0,9	60,4±1,2
Органическое вещество	55,7±0,8	62,1±1,2	62,8±1,5
Протеин	53,7±1,0	59,3±0,8	59,2±0,9
Жир	57,9±2,0	59,1±1,7	58,8±1,8
Клетчатка	54,9±2,0	57,8±2,2	58,0±1,9
БЭВ	73,5±2,4	75,8±2,1	76,3±2,3

Так, переваримость сухого и органического веществ, протеина достоверно повысились на 6,4 и 6,9 п.п; 6,4 и 7,1 п.п; 5,6 и 5,5 п.п. Отмечена тенденция к повышению переваримости жира, клетчатки, БЭВ. В результате анализа морфо-биохимического состава крови не установлено существенных различий по изучаемым показателям, все они находились в пределах физиологических норм с незначительными колебаниями между группами.

Таблица 2–Продуктивность подопытных животных

Показатель	Группа		
	I	II	III
Живая масса, кг:			
в начале опыта	363±4,2	365±3,9	367±4,4
в конце опыта	451,2±4,4	455,8±4,5	459,6±4,6
Валовой прирост, кг	88,2±3,9	96,8±2,4	92,6±2,7
Среднесуточный прирост, г	980±19,9	1009±12,9	1029±10,7
% к контролю	100	103,0	105,0

Одним из важных показателей эффективности проводимых исследований являются изучение динамики роста и продуктивность животных. Исследованиями установлено, что среднесуточный прирост живой массы у бычков контрольной группы составил 980 г, а в опытных повысился до 1009–1029 г или на 3,0 и 5,0% (таблица 2). Анализ данных по качеству

спермопродукции ремонтных бычков показал, что по объему эякулята бычки II и III групп превосходили аналогов I группы на 11–14%, а по концентрации спермиев – на 9–12%.

Заключение

Использование в кормлении племенных бычков живой массой 363–460 кг рационов содержащих на 10% выше нормы нерасщепляемого протеина, повышает конверсию обменной энергии в энергию прироста живой массы на 9%, что обеспечивает увеличение среднесуточных приростов живой массы на 5%, объема эякулята на 14%, концентрации спермиев в эякуляте - на 12%, при снижении затрат энергии корма на энергию прироста на 5 процентов.

Список использованной литературы

1. Влияния азотистых веществ небелковой природы на расщепляемость протеина комбикормов / Г.В. Бесараб, М.И. Сложенкина, Т.Л. Сапсальва, М.В. Джумкова, О.Ф. Ганушенко, Т.В. Медведская, И.С. Серяков, В.В. Карелин, А.Я. Райхман // Зоотехническая наука Беларуси. 2023. Т. 58. № 1. С. 144–151.

УДК 636.061.8

ГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ МАКЕТНОГО ОБРАЗЦА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО БЕСКОНТАКТНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОМЕРОВ ТЕЛА И ЖИВОЙ МАССЫ КРС

Е.Л. Жилич, Ю.Н. Рогальская, научный сотрудник
*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: В статье представлен графический анализ данных экспериментальных исследований макетного образца устройства для дистанционного бесконтактного определения промеров тела и живой массы КРС.

Abstract: The article presents a graphical analysis of the data from experimental studies of a prototype device for remote non-contact measurement of body dimensions and live weight of cattle.

Ключевые слова: промеры, поверхность отклика, профили прогнозируемых значений, профили желательности, диаграмма Патеро.

Keywords: measurements, response surface, predicted value profiles, desirability profiles, Paterno diagram.

Введение

Экспериментальные исследования макетного образца устройства для дистанционного бесконтактного определения промеров

тела и живой массы КРС проводились на базе ЭБ «Зазерье» РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» при условии возможности снятия следующих промеров: поперечная длина туловища в области лопаток (*Var1*), наибольшая поперечная длина туловища (*Var2*), поперечная длина туловища в области седалищных бугров (*Var3*), продольная длина туловища (*Var4*), высота в седалищных буграх (*Var5*), высота в холке (*Var6*). Живая масса – зависимый фактор (*Var7*).

Основная часть

Поверхность отклика – математический метод исследования зависимости результативности системы от множества варьируемых параметров, который позволяет визуализировать и количественно оценивать влияние различных факторов на целевую функцию, оптимизировать сложные многопараметрические модели. Более наглядно поверхности отклика можно отразить с помощью профилей желательности. Основной целью научного исследования такого рода состоит в том, чтобы выявить эффекты воздействия определенного фактора на изучаемую зависимую переменную. Профили прогнозируемых значений и желательности представлены на рисунке 1.

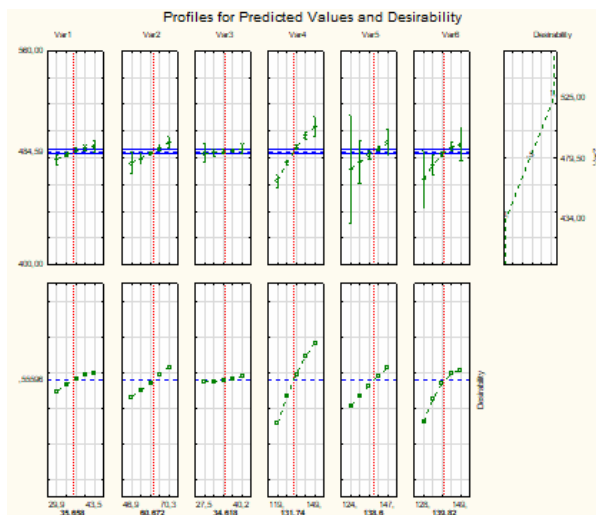


Рисунок 1 – Профили желательности

Рисунок состоит из двух линий графиков. График в правом верхнем углу отображает функцию желательности. Графики в верхней линии кроме функции желательности отображают срезы подогнанной функции зависимости Ko от соответствующей зависимой переменной при фиксации остальных переменных на их определенных уровнях. Уровни независимых переменных отображены на графиках в нижней части рисунка красными линиями. В нижней серии графиков изображены изменения функции желательности при вариации соответствующих независимых переменных. Диаграмма Парето для стандартизированных эффектов для шести независимых факторов представлена на рисунке 2.

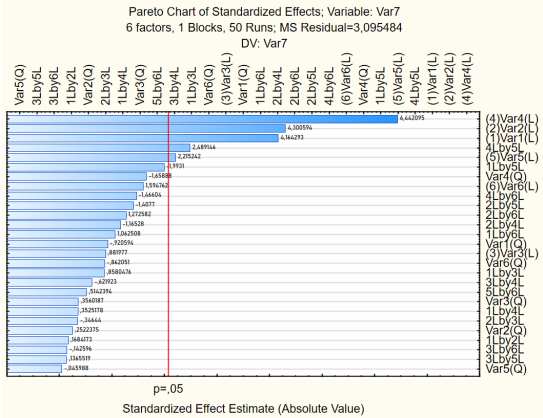


Рисунок 2 – Диаграмма Парето для стандартизированных эффектов

Диаграмма Парето – это способ графического изображения данных, чтобы выявить, какое количество причин, оказывающих наиболее сильное влияние на появление данного следствия, в действительности существует.

Заключение

Диаграмма Парето для стандартизированных эффектов для шести независимых факторов, отражает степень их значимости. С учетом диаграммы, установлено, что факторы $Var1$, $Var2$, $Var4$ и $Var5$ являются значимыми.

УДК 636.061.8

ДИСПЕРСНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО БЕСКОНТАКТНОМУ ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПРОМЕРОВ ТЕЛА И ЖИВОЙ МАССЫ КРС

Е.Л. Жилич, Ю.Н. Рогальская, научный сотрудник

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: В статье представлен дисперсный анализ данных, полученных в ходе экспериментальных исследований макетного образца устройства по бесконтактному определению промеров тела и живой массы КРС.

Abstract: The article presents a dispersive analysis of data obtained during experimental studies of a prototype device for non-contact determination of body dimensions and live weight of cattle.

Ключевые слова: дисперсный анализ, коэффициент корреляции, промеры тела, линейная зависимость, фактор.

Keywords: dispersion analysis, correlation coefficient, body measurements, linear dependence, factor.

Введение

Дисперсный анализ позволяет определить, насколько сильно различия между группами, что может быть полезно при выборе стратегий манипулирования факторами.

Основная часть

Обработка полученных данных при неоднородности дисперсий должна предусматривать разделение животных на группы по фактической массе. Дисперсионный анализ в данном случае позволяет: 1) сравнивать две или несколько выборочных средних; 2) одновременно изучать действие нескольких независимых факторов, при этом можно определить как эффект каждого фактора в изменчивости изучаемого признака, так и их взаимодействие; 3) правильно планировать научный эксперимент. Под разнообразием при дисперсионном анализе будем понимать наличие неодинаковых значений каждого признака у разных особей, объединенных в группу. Разнообразие группы особей по изучаемому признаку может иметь разную степень, которая обычно измеряется показателями разнообразия: лимитами, средним квадратическим отклонением, коэффициентом вариации.

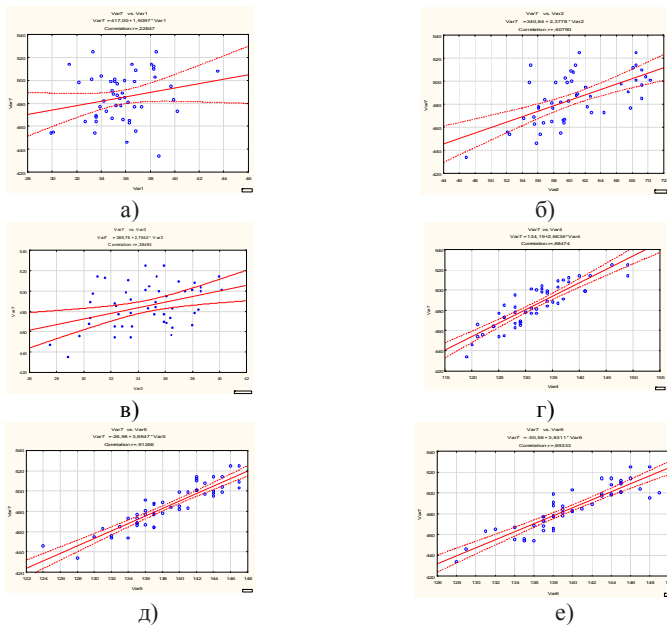


Рисунок 1 – Графики корреляции

В дисперсионном анализе степень разнообразия индивидуальных и средних значений признака измеряется и сравнивается особыми способами, составляющими специфику этого общего метода. Организация факторов заключается в том, что каждому изучаемому фактору придается несколько значений. В соответствии с этими значениями каждый фактор разбивается на несколько градаций; для каждой градации подбирается по принципу случайной выборки несколько особей, у которых впоследствии и измеряется величина результативного признака [1, 2]. Для того, чтобы выяснить степень и достоверность влияния изучаемых факторов, надо измерить и оценить ту часть общего разнообразия, которая вызывается этими факторами. В качестве факторов при дисперсном анализе были приняты следующие промеры: поперечная длина туловища в области лопаток ($Var1$); наибольшая поперечная длина туловища ($Var2$); поперечная длина туловища в области седалищных бугров ($Var3$); продольная длина туловища ($Var4$); высота в

седалищных буграх (*Var5*); высота в холке (*Var6*); живая масса – зависимый фактор (*Var7*). Графики корреляции каждого фактора и коэффициент корреляции представлены на рисунке 1. Коэффициент корреляции – это мера силы и направления линейной связи между двумя переменными, определяемая как ковариация переменных, деленная на произведение их стандартных отклонений.

Заключение

При анализе коэффициентов корреляции можно сделать вывод, что зависимости *Var4/Var7*, *Var5/Var7* и *Var6/Var7* имеют практически линейную зависимость.

Список использованной литературы

1. ISO/TR 29901:2007 Selected illustrations of full factorial experiments with four factors [electronic resource]. – Access date. – 22.08.2025. – Access mode. – <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:tr:29901:ed-1:v1:en>.

2. Рекомендации по стандартизации Р 1323565.1.002-2017 Статистические методы. Иллюстрации полного факторного эксперимента с четырьмя факторами / Федеральное агентство по техническому регулированию и методологии. Стандартиформ, Москва. – 2017. – 50 с.

УДК 636.084.087:636.22.28.033

ЖМЫХ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО В КОРМЛЕНИИ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

**И.А. Голуб¹, М.Е. Маслинская¹,
Т.Л. Сапсалёва², Г.Н. Радчикова², И.В. Богданович²,
В.В. Букас³**

¹РНДУП «Институт льна», аг. Устье, Республика Беларусь,

²РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», г. Жодино,

³УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

Аннотация. Разработаны составы комбикормов с использованием жмыха из льна масличного для телят послемолочного периода.

Annotation. Compound feed formulations using oilseed flax cake for calves of the post-dairy period have been developed.

Ключевые слова: молодняк крупного рогатого скота, рационы, протеин, шрот подсолнечный, жмых льна масличного, продуктивность, эффективность.

Keywords: young cattle, rations, protein, sunflower meal, flax oil cake, productivity, efficiency.

Введение

Существующая потребность отрасли животноводства в качественных и полноценных кормах требует замены дорогостоящих кормовых средств на растительные составляющие

комбикормов. Использование новых кормов, основанных на натуральном местном сырье, для балансирования питания сельскохозяйственных животных по энергии и белку, актуально [1].

Основная часть

Для изучения влияния различных уровней ввода льняного жмыха на физиологическое состояние и продуктивность животных проведен научно-хозяйственный опыт на 4-х группах молодняка крупного рогатого скота послемолочного периода выращивания, по 10 голов в каждой, в условиях ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» и физиологическом корпусе. Всё подопытное поголовье находилось в одинаковых условиях, кормление телят в течение опыта осуществляли дважды в сутки, содержание групповое. Приучение к комбикорму постепенное. Различия в кормлении подопытного молодняка заключались в том, что животным контрольной группы скармливали комбикорм с включением шрота подсолнечного в количестве 15%, а их аналоги опытных групп потребляли комбикорма с разным вводом в его состав жмыха льна масличного и льна-долгунца: 15%, 20 и 25% по массе. В ходе проведения научно-хозяйственных исследований использованы зоотехнические, биохимические и математические методы анализа.

Исследованиями установлено, что в сухом веществе жмыха льна масличного массовая доля сырого протеина составила 30,1%, сырого жира – 21,5%, сырой клетчатки – 4,5%. Для исследований разработаны комбикорма для телят послемолочного периода на основе жмыха льна масличного в количестве 15%, 20 и 25%, позволяющие повысить питательность комбикормов на 1,8-3,6%. Среднесуточный рацион опытных телят состоял из сена злакового на 6,76-7,97%, комбикорма – 53,8-55,16%, сенажа на – 37,64-39,19% по питательности. За период проведения научно-хозяйственного опыта среднее потребление исследуемых комбикормов молодняком контрольной и II, III и IV опытных групп составило 1,80 кг на голову в сутки. При скармливании опытных комбикормов с вводом 15%, 20 и 25% жмыха льна масличного молодняку II, III и IV опытных групп наблюдается увеличение потребления сенажа разнотравного на 1,54-6,15%. Концентрация обменной энергии в сухом веществе рациона опытных животных II, III и IV групп составила, в среднем, 10,36 МДж, что незначительно выше контрольного значения (10,26 МДж). В сухом веществе рациона контрольной группы за период выращивания содержалось 486,1 г сырого протеина, в рационах опытных групп – 456,8 – 485,8 г, что

связано с содержанием данного показателя в исследуемом корме и с количеством его внесения в состав комбикорма (от 15 до 25% по массе). Потребление сырого жира на 1 кг СВ находилось на уровне 3,48% в контрольном рационе, против 3,48%, 3,70 и 3,86% – во II, III и IV опытных. Содержание сырой клетчатки в 1 кг СВ рациона телят контрольной группы составило 16,7%, что выше опытных вариантов на 0,8-1,1 п.п., в связи с меньшим содержанием данного показателя в жмыхе льна масличного (в 3,4 раза).

Таблица 1– Изменение живой массы и среднесуточный прирост

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Живая масса, кг:				
в начале опыта	96,7±4,9	96,9±4,6	98,1±4,3	98,0±4,2
в конце опыта	149,5±5,6	149,4±6,0	153,2±7,8	153,8±4,7
Валовой прирост, кг	52,8±2,3	52,5±1,9	55,1±4,7	55,8±2,6
Среднесуточный прирост за опыт, г	910±39,5	905±32,4	950±81,9	962±45,4
% к контролю	100,0	99,5	104,4	105,7
Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед.	4,00	4,11	3,95	3,88

Потребление комбикормов с включением жмыха льна масличного в количестве 20 и 25% по массе способствовало увеличению ряда показателей крови животных. Учитывая все межгрупповые различия в показателях крови, установлено, что все они находились в пределах физиологической нормы и указывают на нормальное течение обменных процессов. Использование изучаемых белковых кормов при вводе в комбикорма от 15 до 25% для телят послемолочного периода отразилось на продуктивности животных (таблица 1). Скармливание опытных комбикормов (II, III и IV группы) при включении жмыха льна масличного в количестве 15%, 20 и 25% по массе позволило получить среднесуточные приросты живой массы молодняка 905 г, 950 и 962 г. Наибольшей энергией роста обладали телята, потреблявшие комбикорма с включением жмыха льна масличного в количестве 20 и 25% от массы комбикорма – 950 г и 962 г или на 4,4 и 5,7% выше контрольного значения.

Заключение

Разработаны комбикорма с полной заменой подсолнечного шрота, использованием жмыха льна масличного (15%, 20 и 25%) для телят послемолочного периода, позволяющие повысить питательность комбикормов на 1,8–3,6%. Установлено влияние

скармливания комбикормов с уровнем ввода жмыха льна масличного в количестве 20 и 25% от массы комбикорма на продуктивность телят послемолочного периода, выразившееся в получении среднесуточных приростов живой массы молодняка за период опыта – 950 и 962 г или на 4,4 и 5,7% выше контрольного значения, при снижении себестоимости прироста – на 3,5 и 1,5%.

Список использованной литературы

1. Физиологическое состояние и продуктивность бычков при скармливании зерна новых сортов крестоцветных и бобовых культур/ В.Ф. Радчиков, И.Ф. Горлов, В.К. Гурин, В.А. Люндышев // Сельское хозяйство. 2014. Т. 26. С. 246.

УДК 636.612.3:636.084.1

ЗАВИСИМОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РУБЦОВОГО ПИЩЕВАРЕНИЯ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ОТ КРАТНОСТИ КОРМЛЕНИЯ

**А.Н. Кот¹, В.Ф. Радчиков¹, Б.К. Салаев², А.К. Натыров²,
Н.Н. Мороз², Б.С. Убушаев², А.Г. Марусич³,
Д.В. Бернацкая⁴, В.В. Никончук⁴**

¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»,

г. Жодино, Республика Беларусь,

²ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет имени.

Б.Б. Городовикова», г. Элиста, Республика Калмыкия,

³УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,

г. Горки, Республика Беларусь,

⁴РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,

г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Проведены исследования по определению закономерностей распада высокобелковых кормов в рубце между кормлениями и установление зависимости показателей рубцового пищеварения молодняка крупного рогатого скота при разной кратности кормления.

Annotation. Studies have been conducted to determine the patterns of breakdown of high-protein feeds in the rumen between feedings and to establish the dependence of indicators of cicatricial digestion of young cattle with different feeding multiplicities.

Ключевые слова: бычки, травяные корма, рационы, концентрированные корма, гематологические показатели, рубцовое пищеварение, продуктивность.

Keywords: gobies, herbal feeds, diets, concentrated feeds, hematological parameters, cicatricial digestion, productivity.

Введение

Зерновые корма быстрее эвакуируются из преджелудков, однако расщепляются в значительной степени, что указывает на

особенность физико-химических свойств их протеина [1]. Поэтому изучение динамики показателей белкового обмена и процессы пищеварения в рубце молодняка крупного рогатого скота различного возраста и продолжительности периода между кормлениями является актуальной проблемой.

Основная часть

Исследования закономерности распада высокобелковых кормов в рубце между кормлениями проведены в физиологическом корпусе РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству». В качестве подопытных животных использовались бычки белорусской черно-пестрой породы в возрасте 6-9 месяцев. Физиологические эксперименты по изучению показателей рубцового пищеварения в сложном желудке проведены на сложнооперированных животных с вживленными хроническими канюлями рубца ($\varnothing$ 2...5 см), через которые в рубец вводились нейлоновые мешочки, а также происходил отбор содержимого рубца. Изучение расщепления высокобелковых кормов в рубце между кормлениями проводилось при разной величине интервалов между кормлениями. В контрольной группе кормление проводилось с интервалом в 8 часов, а в опытной – 12 часов. Химический состав кормов, используемых в опытах, определялся по схеме общего зоотехнического анализа. Кровь для анализа, взятую в утренние часы до начала кормления, стабилизировали трилоном-Б (2,0-2,5 ед./мл) и исследовали в лаборатории биохимических анализов. Рацион подопытных животных состоял из кукурузного силоса, комбикорма и молотого зерна гороха. Силос животные получали вволю. В качестве концентратов использовался комбикорм в количестве 1,8 кг и 0,5 кг молотого зерна гороха. В структуре рациона на долю концентрированных кормов, приходилось 39% по питательности. Травяные корма в структуре рациона занимали 61%. Отмечено повышение потребления кукурузного силоса во второй опытной группе на 4%. Концентрированные корма животные съедали полностью. В среднем в сутки подопытный молодняк получал 5,4-5,6 кг/голову сухого вещества рациона. Содержание обменной энергии в сухом веществе рациона опытных групп составило 10,6 МДж/кг. На долю сырого протеина в сухом веществе рационов приходилось 12,3%. Количество клетчатки в сухом веществе составило 15%.

Исследования расщепляемости протеина в рубце животных показало, что трехразовое кормление способствует снижению динамики его распада (рисунок 1).

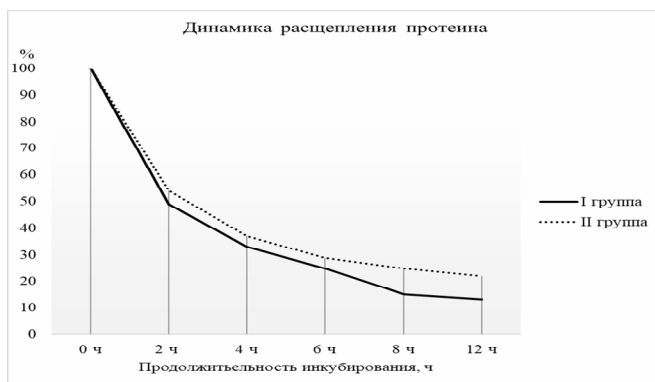


Рисунок 1 – Распадаемость протеина в рубце опытных животных

Реакция среды рубца pH во всех группах находилась на одинаковом уровне – 5,8. У животных, получавших корма 3 раза в день, содержание общего азота оказалось выше на 11,4%, а аммиака наоборот снизилось на 6,3%. Остальные показатели значительно не изменились. Снижение уровня аммиака и увеличение общего белка может свидетельствовать о том, что интенсивность синтеза микробного белка увеличилась вследствие более равномерного поступления питательных веществ в рубец и создании более благоприятных условий для жизнедеятельности микрофлоры.

Как показали исследования, животные были клинически здоровы, все гематологические показатели находились в пределах физиологических норм. Более высокие приросты отмечены во II опытной группе – 829 г в сутки, что на 3,7% выше, чем в I группе. Затраты кормов в этой группе были ниже, чем в первой на 1,9% и составили 7,18 корм. ед. Эффективность использования протеина кормов также увеличилась на 2,0%.

Заключение

Установлено положительное влияние 3х разового кормления на физиологическое состояние, показатели рубцового пищеварения и белкового обмена у бычков в возрасте 6–9 месяцев. В группах,

получавших корма 3 раза в день, отмечено увеличения содержание общего азота в рубцовой жидкости на 3,4–11,4% и количества инфузорий на 2,5–3,2%. В то же время концентрация аммиака – наоборот снижается на 2,3–6,7%, что свидетельствует о более эффективном использовании протеина в рубце и интенсификации процессов микробного синтеза, в результате затраты кормов снизились на 1,7–4,4% а затраты протеина – на 2,0 – 3,0%.

Список использованной литературы

1. Повышение продуктивного действия злаково-бобовой зерносмеси/ Д.М. Богданович, А.М. Глинкова, А.Н. Кот, М.В. Джумкова, С.Н. Пиллюк, Л.Н. Гамко // Селекционно-генетические и технологические аспекты инновационного развития животноводства. Сборник научных работ МНПК. – Брянск, – 2023. – С. 235–239.

УДК 636.084.1:664.41

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАМЕНИТЕЛЯ ЦЕЛЬНОГО МОЛОКА В КОРМЛЕНИИ ТЕЛЯТ

**В.Ф. Радчиков¹, А.Н. Кот¹, Т.Л. Сапсальёва¹, Г.В. Бесараб¹,
В.С. Убушиева², А.В. Убушиева², И.В. Сучкова³**

¹*РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»,*

г. Жодино, Республика Беларусь,

²*ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет
им. Б.Б. Городовикова», г. Элиста, Республика Калмыкия,*

Российская Федерация,

³*УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Аннотация: Установлено, что скармливание телятам комбикормов КР-1 с включением 15% по массе ЗОМ оказывает положительное влияние на потребление кормов, морфо-биохимический состав крови, продуктивные и экономические показатели выращивания животных.

Abstract: It has been established that feeding cattle-1 mixed feeds to calves with an inclusion of 15% by weight of grain has a positive effect on feed consumption, morpho-biochemical composition of blood, productive and economic indicators of animal rearing.

Ключевые слова: заменитель обезжиренного молока, рацион, телята, приросты, экономические показатели.

Keywords: skimmed milk substitute, diet, fats, gains, economic indicators.

Введение

Решение проблемы высокой себестоимости сельскохозяйственной продукции является наиболее актуальной. Чтобы конкурировать на зарубежном и внутреннем рынках, ее производители должны учитывать и использовать все резервы для снижения затрат на

производство [1]. В связи с разработкой ООО «Агромилк-сервис» нового заменителя обезжиренного молока (ЗОМ) «АГРОМИЛК-1», и возникшей необходимостью изучения эффективности его использования при выращивании молодняка крупного рогатого скота, исследования стали весьма актуальны, и приобрели практическую значимость.

Основная часть

В ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области был проведен научно-хозяйственный опыт: I контрольная группа – Основной рацион (ОР) с включением в состав комбикорма КР-1 15% СОМ, зерносмесь, цельное молоко; II опытная группа – ОР с включением в состав комбикорма КР-1 – 15% ЗОМ «АГРОМИЛК-1». При проведении научно-хозяйственных исследований условия содержания животных были одинаковыми, кормление двукратное. В опытах изучались следующие показатели: поедаемость кормов – по данным учета заданных кормов и их остатков при проведении контрольного кормления один раз в декаду в два смежных дня; живая масса путем индивидуального взвешивания животных ежемесячно; гематологические показатели – путем взятия крови из яремной вены через 2,5-3 часа после утреннего кормления в начале и конце опыта. Анализ образцов кормов и проб крови проводили в лаборатории биохимических анализов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству».

В результате проведения контрольных кормлений установлено, что поедаемость кормов животными в научно-хозяйственном опыте была практически одинаковой. Скармливание комбикорма КР-1 с включением в его состав в количестве 15% по массе ЗОМ «АГРОМИЛК-1» (опытная группа) вместо СОМ (контрольная группа) способствовало увеличению потребления зерносмеси на 6,6%. В суточных рационах телят подопытных групп содержалось 3,09-3,1 корм. ед. Концентрация обменной энергии в сухом веществе рациона подопытных животных составила 15,4 МДж. В рационе на 1 кормовую единицу в контрольной группе приходилось 97 г переваримого протеина, в опытной – 96 грамм. Содержание клетчатки в сухом веществе рациона телят контрольной и опытной групп находилось в пределах 2,8%. Исследование биохимического состава крови показало, что изучаемые показатели находились в пределах физиологической нормы.

Показатели крови при использовании в рационах телят комбикорма КР-1 с разными молочными компонентами находились на следующем уровне: эритроциты – $6,97-7,01 \times 10^{12}/л$, гемоглобин – 92,3-94,3 г/л, лейкоциты – $6,7-6,8 \times 10^9/л$, общий белок – 74,8-76,5 г/л, глюкоза – 4,1-5,4 ммоль/л, мочевины – 4,5-4,8 ммоль/л, кальций – 2,97-3,98 ммоль/л, фосфор – 2,13-2,17 ммоль/л. Использование комбикорма КР-1 с 15% заменителя сухого обезжиренного молока в рационах телят повысило среднесуточный прирост с 722 г до 728 г или на 0,8%. Валовой прирост составил в контрольной группе 43,3 кг, а в опытной – 43,7 кг на голову (таблица).

Таблица – Живая масса и среднесуточные приросты подопытных телят при скормливания комбикормов КР-1

Показатели	Группа	
	I контрольная	II опытная
Живая масса, кг:		
в начале опыта	62,3	61,3
в конце опыта	105,6	105,0
Валовой прирост, кг	43,3±0,71	43,7±0,56
Среднесуточный прирост, г	722±11,97	728±9,3

Заключение

Анализ экспериментальных данных, полученных в научно-хозяйственном опыте свидетельствует о том, что использование в составе комбикорма КР-1 в количестве 15% по массе ЗОМ «АГРОМИЛК-1» способствует повышению экономической эффективности выращивания молодняка крупного рогатого скота.

Расчет экономической эффективности скормливания телятам ЗОМ «АГРОМИЛК-1» в составе комбикорма КР-1 в количестве 15% по массе показал снижение себестоимости прироста на 12,8%.

Снижение себестоимости прироста произошло за счет различной стоимости СОМ. Так, стоимость ЗОМ «АГРОМИЛК-1» в 2,2 раза дешевле СОМ. Комбикорм КР-1с включением 15% по массе предлагаемого заменителя сухого обезжиренного молока «АГРОМИЛК-1» дешевле на 45,7% комбикормов с включением сухого обезжиренного молока.

Список использованной литературы

1. Эффективность скормливания молодняку крупного рогатого скота белково-витаминно-минеральных добавок / А.М. Глинкова, А.Н. Кот, М.В. Джумкова, В.М. Будько, Л.А. Возмитель, Д.В. Медведева// Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства. Сборник трудов международной научно-практической конференции. Институт ветеринарной медицины и биотехнологии. 2023. С. 57–63.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ДЛЯ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ДОМАШНИХ
СЕВЕРНЫХ ОЛЕНЕЙ В МОМСКОМ УЛУСЕ
РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)**

О.И. Захарова, канд. ветеринар. наук,

С.Н. Громов, студент

*ФГБОУ ВО Арктический государственный агротехнологический
университет, г. Якутск, Республика Саха (Якутия),
Российская Федерация*

Аннотация. В данной работе рассматривается процесс поголовного маркирования домашних северных оленей с использованием электронных клипс с регистрацией в автоматизированной информационной системе «REGAGRO».

Abstract. This paper examines the process of total marking of domestic reindeer using electronic clips with registration in the automated information system «REGAGRO».

Ключевые слова: северные олени, REGAGRO, RegAgro, маркирование, чипирование, БПЛА, спутниковые ошейники, оленеводство, технологии отслеживания оленей.

Keywords: reindeer, REGAGRO, RegAgro, marking, chipping, UAV, satellite collars, reindeer herding, reindeer tracking technologies.

Введение

Учет домашних северных оленей проводят ежегодно два раза в год. Это необходимо для ведения учета поголовья, проведения ветеринарных профилактических мероприятий, диагностических исследований и обработок животных, также необходимо для перегруппировки, отъёма откола откормочного поголовья, разделения маточного поголовья и т.д. Есть ряд проблем, встречающихся на пути развития оленеводства, которые связаны с хищниками и дикими северными оленями. При нападении диких плотоядных либо при нашествии диких северных оленей при их миграции можно потерять значительную часть поголовья домашних оленей, что может привести к экономическим ущербам, большим финансовым и трудовым затратам при поиске оленей. Поэтому актуальность проблемы требует поисков решений и приводит к изучению вопроса применения технологий отслеживания в оленеводстве. С 1 сентября 2023 года в России вступил в силу Федеральный закон от 28 июня 2022 года № 221-ФЗ «О внесении изменений в Закон Российской Федерации «О ветеринарии», который ввел обязательное маркирование и учет сельскохозяйственных животных. К ним относятся, и

домашние олени. Маркирование представляет собой нанесение на тело животного, закрепление на теле животного или введение в тело животного визуальных, электронных или смешанных (сочетание визуального и электронного) средств маркирования. На данный момент идет поголовное маркирование домашних северных оленей с регистрацией в АИС РегАгро. АИС РегАгро в свою очередь интегрирован с компонентом «Хорриот» федеральной информационной системы «ВетИС». Для этого на ухо животному прикрепляют электронную клипсу. Электронный чип несет в себе информацию о владельце и данные по зооветеринарным мероприятиям. Как один из моментов современного отслеживания домашнего поголовья предлагается применение БПЛА. В помощь бригадам и ведущим смену оленеводам (иногда смена круглосуточная) в поиске отбившихся и потерянных оленей применять БПЛА. Но при этом имеется ряд моментов, которые не позволяют эту современную технику применить на практике. В настоящее время имеется опыт применения технологий для отслеживания домашнего северного оленеводства – ошейников глобальной системы позиционирования (GPS). Эти ошейники, как показывает мировой опыт, позволяют отследить поголовье оленей, их движение, планировать пути кочевки, обходить пути миграции диких оленей и т.д. Так, резиденты технопарка «Якутия» завершили испытание спутниковых ошейников для отслеживания кочующего стада оленей, обнаружение поголовья домашних оленей при уходе дикими северными оленями, а также обнаружение останков домашнего поголовья, затравленных хищными животными. Спутниковые ошейники местных резидентов на порядок дешевле зарубежных.

Так, в 2024–2025 гг. в стаде КРО КМНС (Э) им. Н.В. Худи Харючи были установлены спутниковые ошейники 4 головам домашних северных оленей (рисунок 1). При этом установка спутниковых ошейников на домашних северных оленей показала множество положительных результатов. Ошейники позволили значительно улучшить мониторинг передвижения оленей. Оленеводы могут в реальном времени отслеживать маршруты миграции и поведение животных, что способствует более эффективному управлению стадом и предотвращению его потерь (рисунок 2).



Рисунок 1 – Установка ошейника

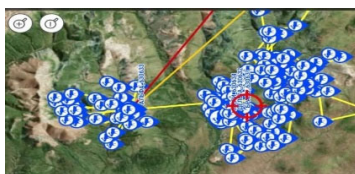


Рисунок 2 – Спутниковое отслеживание поголовья

На рисунке 2 представлена карта, на которой отмечены ключевые точки, играющие важную роль в мониторинге северных оленей. Точка Альфа указывает на текущее местоположение оленей, что позволяет отслеживать их перемещение в реальном времени. Это дает возможность оперативно реагировать на изменения в поведении животных и предотвращать возможные потери. Точка Дельта Браво отображает маршрут, по которому движется олень, что помогает исследователям анализировать миграционные паттерны и поведение стада. Эти данные могут быть использованы для более глубокого понимания экосистемы и адаптации к изменяющимся условиям среды. В целом, результаты, представленные на рисунке, подчеркивают эффективность использования спутниковых технологий для управления и охраны северных оленей.

На основании представленных данных и анализа, можно сделать следующие выводы:

1. Поголовное маркирование домашних северных оленей с использованием электронных клипс является важным шагом к улучшению управления и мониторинга поголовья. Эти электронные чипы содержат данные о владельцах и зооветеринарных мероприятиях, что позволяет эффективно отслеживать здоровье и благополучие животных, планировать проведение противозoonотических мероприятий, то есть предотвращать возникновение и распространение заразных болезней животных, в случае необходимости по-

мочь в выявлении источников и путей распространения возбудителей заразных болезней животных.

2. Использование GPS-ошейников для отслеживания кочующих стад оленей показывает положительные результаты. Эти устройства позволяют планировать маршруты кочевки, при необходимости обходить пути миграции диких оленей, следить за перемещениями животных, облегчает поиск потерянных и отбившихся особей, выявлять падеж животных и устанавливать их владельцев, что особенно актуально для народов, ведущих традиционный образ жизни в арктических районах.

Использование точек Альфа и Дельта Браво позволяет эффективно отслеживать местоположение и маршруты миграции северных оленей, что способствует более точному управлению их популяцией. Оперативность реагирования, наличие информации о текущем местоположении оленей в реальном времени позволяет быстро реагировать на изменения в их поведении, что может предотвратить потери и улучшить охрану животных.

Заключение

Установка ошейников способствует сохранению и увеличению популяции домашних северных оленей, повышению экономической выгоды от ведения оленеводства, повышению осведомленности местных сообществ о важности сохранения традиционного оленеводства и устойчивого использования природных ресурсов, что может укрепить культурные и социальные связи в республике.

Список использованной литературы

1. Буланже Ж., МакЛафлин П. Д. Использование спутниковой телеметрии для мониторинга перемещений карибу и использования их среды обитания // Ecological Applications. – 2006. – Т. 16, № 4. – С. 1396–1406.

УДК 631.116.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН НЕСТАБИЛЬНОСТИ ВАКУУММЕТРИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ В ПОДСОСКОВОЙ КАМЕРЕ ДОИЛЬНОГО СТАКАНА

С.Н. Бондарев, ст. преподаватель

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

Аннотация: В статье приведены предпосылки теоретических исследований по установлению одной из причин неустойчивости вакуумметрического давления в подсосковой камере доильного стакана.

Abstract: The article presents the prerequisites for theoretical research to establish one of the causes of instability of vacuum pressure in the suction chamber of a milking beaker.

Ключевые слова: доильный аппарат, сосковая резина, реверсивное движение, молоко, воздух, давление.

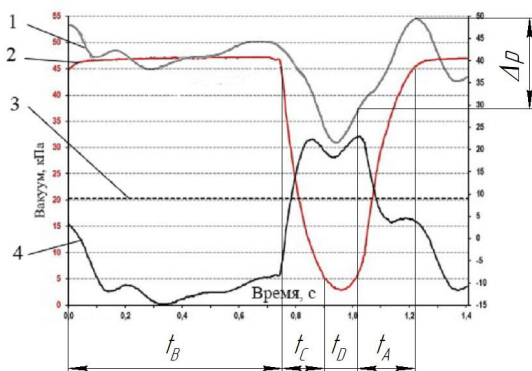
Keywords: milking machine, nipple rubber, reversible movement, milk, air, pressure.

Введение

Одним из основных процессов на молочно-товарной ферме, на который затрачивается энергия, является машинное доение. В процессе которого выдаивание молока из сосков вымени животного осуществляется за счет вакуумметрического давления в доильном стакане с дальнейшей его транспортировкой в коллектор и далее в молокосборную емкость. В процессе работы доильного стакана, основанного на чередовании тактов «сосание» и «сжатие», при разжатии стенок сосковой резины (переход от такта «сжатие» к такту «сосание») происходит резкое увеличение объема подсосковой камеры доильного стакана, приводящее к повышению величины вакуумметрического давления. В результате чего за счет разности давлений молоко реверсивным движением поступает обратно в подсосковую камеру доильного стакана, на повторную транспортировку которого дополнительно затрачивается энергия, что увеличивает удельную энергоемкость процесса машинного доения в целом.

Основная часть

Изучением процесса неустойчивости вакуумметрического давления в доильном аппарате при машинном доении коров занимались как отечественные, так и зарубежные ученые, что доказывает значимость данной проблематики. Обобщенный анализ результатов исследований Д. С. Кроя, Л. М. Рода, С.А. Бородина, А. С. Курака, М. В. Барановского, В. О. Китикова, Н. В. Воробьевой, Е. А. Рыжакиной показал, что колебания вакуумметрического давления в подсосковой камере доильного стакана при переходе от такта «сжатие» к такту «сосание» (Δp) (рисунок 1). В зависимости от конструкции доильного аппарата и параметров его работы, могут достигать 10,2–22,7 кПа [1, 2].



t_A — продолжительность перехода от такта «сжатие» к такту «сосание»;

t_B — продолжительность такта «сжатие»;

t_C — продолжительность перехода от такта «сосание» к такту «сжатие»;

t_D — продолжительность такта «сжатие»

1 — график давления в подсосковой камере доильного стакана;

2 — график давления в межстенной камере доильного стакана;

3 — график вакуума смыкания стенок сосковой резины;

4 — график перепада давлений между подсосковой и межстенной камерами доильного стакана

Рисунок 1 — График изменения вакуумметрического давления в камерах доильных стаканов

Результаты исследований О. В. Логачевой свидетельствуют о том, что систематические колебания вакуумметрического давления в процессе машинного доения приводит к снижению среднесуточных удоев на 1,9–2,5 %, скорости молокоотдачи на 0,05–0,15 кг/мин, а также заболеваемости коровы маститом. В результате чего, каждая переболевшая маститом корова недодает 50–350 кг молока за лактацию [3].

Заключение

Установлено, что при их работе, при переходе от такта «сжатие» к такту «сосание» происходит повышение вакуумметрического давления на 10,2–28 кПа, за счет резкого увеличения подсосковой камеры в объеме, что приводит к реверсивному движению молока из коллектора в подсосковую камеру доильного стакана, на повторную транспортировку в коллектор доильного аппарата которого дополнительно затрачивается энергия. Следовательно, происходит увеличение энергоемкости процесса выдаивания молока из вымени коровы, снижение скорости молокоотдачи, повышению риска заболеваемости ее маститом и как следствие, снижению молочной продуктивности.

Список использованной литературы

1. Croy, D. S. Effect of the short milk tube check valves on milking rate, milk yield, and transfer of bacteria among quarters / D. S. Croy, L. M. Rode, R. C. Phillippe // *Journal of Dairy Science*. – 1990. – № 5. P. 1232–1238.
2. Оптимизация режимов содержания и доения коров / А. С. Курак, М. В. Барановский, О. А. Кажеко, Н. С. Яковчик, В. О. Китиков // *Зоотехническая наука Беларуси*. – 2017. – Т. 52, № 2. – С. 129–136.
3. Рыжакина, Е. А. Оптимизация ветеринарно-санитарных и зоогигиенических условий содержания коров с целью профилактики мастита и получения молока высокого качества в условиях Северо-Западного региона РФ : дис. ... канд. ветер. наук : 06.02.05 / Рыжакина Елена Александровна ; ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии» Россельхозакадемии». – Москва, 2013. – 120 л.

УДК 664.692.5

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЛАЖНОСТИ, ТЕМПЕРАТУРЫ И ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ШНЕКА НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ МАКАРОННОГО ПРЕССА С КОНФУЗОРНО-ДИФУЗОРНЫМИ ВСТАВКАМИ

А.Б. Торган, канд. техн. наук, доцент

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

Аннотация. В статье представлены результаты исследования влияния влажности, температуры и частоты вращения шнека на производительность макаронного пресса с конфузорно-дифузорными вставками.

Abstract. The article presents the results of a study on the influence of humidity, temperature, and screw rotation speed on the performance of a pasta press with confusing-diffuser inserts.

Ключевые слова: макаронный пресс, матрица для макарон, предматричное пространство, вставка конфузорно-дифузорная, влажность теста, температура пресующего корпуса, частота вращения шнека, производительность

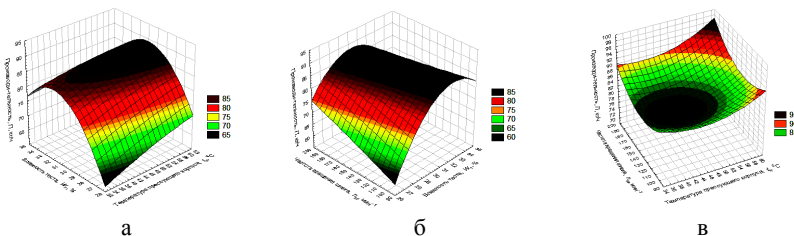
Keywords: macaroni press, matrix for macaroni, pre-matrix space, confusing-diffuser insert, dough humidity, temperature of the pressing body, screw rotation frequency, productivity.

Введение

Макаронные изделия относятся к числу наиболее популярных продуктов питания по всему миру. Ежегодно спрос и объем потребления этого продукта растут в среднем на 2,5%. В традиционном производстве макарон чаще всего используют твердые сорта пшеницы. В Республике Беларусь основная часть макарон изготавливается из мягкой пшеницы, что негативно сказывается на их питательной ценности и вкусовых характеристиках [1].

Основная часть

Для повышения качественных показателей макаронных изделий, а так же оптимизации процесса формования в учреждении образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» на кафедре «Технологии и механизации животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции» была разработана специальная конфузорно-дифузорная вставка. С целью оптимизации функционирования предматричного пространства макаронного пресса и колодцев матрицы, а также для контроля над потоком теста, в предматричный канал и колодцы матрицы были установлены конфузорно-дифузорные вставки специальной конструкции [2, 3]. Для экспериментального подтверждения теоретических предпосылок был изготовлен промышленный образец предматричной камеры к пресс-автомату МИТ-2, конфигурация которого имеет конфузорно-дифузорный вид и конфузорно-дифузорные вставки в колодцы матрицы. При проведении эксперимента использовали муку хлебопекарную высшего сорта М 54-28 (СТБ 1666-2006 «Мука пшеничная» ТУ) и воду, соответствующую СТБ 1188-99 «Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества». Обработка полученных результатов проводилась в программе Statistica. Были построены поверхности отклика для выходной функции производительности Π макаронного пресса от влажности теста W_t , температуры прессующего корпуса t_k и частоты вращения прессующего шнека $n_{ш}$ (рисунок 1).



а – поверхность отклика производительности от влажности теста и температуры прессующего корпуса; б - поверхность отклика производительности от влажности теста и частоты вращения шнека; в - поверхность отклика производительности от температуры прессующего корпуса и частоты вращения шнека

Рисунок 1 – Поверхности отклика выходной функции производительности макаронного пресса от влажности теста, температуры прессующего корпуса и частоты вращения прессующего шнека

Полученные поверхности демонстрирует оптимальные условия производительности макаронного прессы при средних значениях влажности теста, температуры предматричной камеры и частоты вращения шнека, что указывает на зависимость изучаемого параметра (эффективность протекания процесса) от этих факторов.

Заключение

Выполнение предматричного пространства в виде конфузотно-диффузорных вставок в сочетании с конфузотно-диффузорными вставками, установленными в колодцах матрицы, позволяет управлять потоком теста от шнека до формирующих отверстий, при этом происходит предварительное его уплотнение, пластификация и разогрев, т.е. осуществляется предварительная подготовка теста перед входом теста в формирующие отверстия матрицы. В этом случае тесто представляет собой более однородную слоистую массу, слои имеют одинаковую форму и толщину, происходит их слипание, между слоями отсутствуют расщелины, они становятся малозаметными, при этом происходит постепенное взаимное смещение и трение слоев, что приводит к интенсивному выделению теплоты: тесто перестаёт закручиваться и в дальнейшем слои лишь расплющиваются с изменением их формы и толщины, однако самое главное достижение – ликвидируются застойные зоны, наблюдается стабилизация потока и понижение его вязкости. Таким образом, под воздействием необратимых деформаций в результате многократных сдвигов элементарных слоев тесто уплотняется, приобретая оптимальные физико-механические свойства.

Список использованной литературы

1. Груданов, В.Я. Узел прессования с процессинговым центром управления потоком макаронного теста в предматричной камере оптимальной конфигурации / В.Я. Груданов, А.Б. Торган, Г.И. Белохвостов // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2021. – № 4 (54), Том 14. – С. 91–96.
2. Узел прессования макаронного прессы: пат. № 23082 Республика Беларусь, МПК А 21С 11/16, А 21С 11/20 / В.Я. Груданов, А.Б. Торган, Е.Н. Филидович; заявитель: Белорусский государственный аграрный технический университет – заяв. № а 20190027 05.02.2019, опубликовано 27.05.2020.
3. Матрица для производства макаронных изделий: пат. № 23081 Республика Беларусь, МПК А 21С 11/16 / В.Я. Груданов, А.Б. Торган, Е.Н. Филидович; заявитель: Белорусский государственный аграрный технический университет – заяв. № а 20190012 17.01.2019, опубликовано 27.05.2020.

**КОМПЛЕКС МИКРОЭЛЕМЕНТОВ
В ОРГАНИЧЕСКОЙ ФОРМЕ В КОРМЛЕНИИ БЫЧКОВ**

**В.П. Цай¹, Г.Н. Радчикова¹, Н.И. Мосолова²,
М.М. Карпеня³, Е.А. Лёвкин³, Л.А. Возмитель³,
Т.В. Медведская³, Е.Л. Жилич⁴, Д.В. Бернацкая⁴**

¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»,
г. Жодино, Республика Беларусь,

²Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной
продукции, г. Волгоград, Российская Федерация,

³УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь,

⁴РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Рассмотрено влияние от скармливания органического микроэлементного комплекса в составе комбикормов КР-3.

Annotation. The influence of feeding an organic microelement complex as part of compound feed KR-3 is considered.

Ключевые слова: бычки, рационы, комплекс комбикорма, микроэлементов, продуктивность, эффективность.

Keywords: steers, rations, compound feed, microelements, productivity, efficiency.

Введение

Эффективность скармливания органических соединений микроэлементов в составе комбикорма бычкам в условиях Республики Беларусь не изучалась, полученные данные исследователей стран ближнего и дальнего зарубежья противоречивы, поэтому для широкого использования в рационах сельскохозяйственных животных необходимы дополнительные исследования.

Основная часть

Для изучения эффективности использования органического микроэлементного комплекса в составе комбикормов КР-3 для молодняка крупного рогатого скота при выращивании на мясо в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области был отобран клинически здоровый молодняк крупного рогатого скота с учетом его живой массы, возраста, упитанности и идентичной интенсивности роста телят. Из схемы научно-хозяйственного опыта следует, что в состав основного рациона бычкам были включены: комбикорм КР-3, зеленая масса из злаково-бобовой смеси и сенаж разнотравный. Различия в кормлении животных состояли в том, что

молодняку II опытной группы вводили органический микроэлементный комплекс в состав комбикорма. Продолжительность научно-хозяйственного опыта составила 94 дня, начиная с 5-месячного возраста начальной живой массой 175,0-176,0 кг. Изучение поедаемости кормов бычками в научно-хозяйственном опыте показало, что включение в состав комбикорма КР-3 органического микроэлементного комплекса оказало положительное влияние на потребление кормов (таблица 1). Количество крахмала+сахар по отношению к сырому протеину в рационе молодняка обеих групп находилось на уровне 1,4. Отношение крахмала к сахару составило в рационах животных 1,4:1, сахара к протеину – 0,88-0,90:1, кальция к фосфору – 1,5-1,6:1, что соответствует норме. Показатели морфо-биохимического состава крови бычков в научно-хозяйственном опыте находились в пределах физиологической нормы. Скармливание молодняку крупного рогатого скота II опытной группы комбикорма КР-3 кормовой добавки ОМЭК способствовало повышению лизоцимной активности на 0,7%, бактерицидной – на 4,9%, лизинной – на 1,9%.

Скармливание комбикорма КР-3 с органическим микроэлементным комплексом (группа II) оказало положительное влияние на минеральный состав крови. Установлена тенденция в повышении количества кальция на 10,3%, фосфора – на 14%, магния – на 9%, калия – на 2%, натрия – на 2%, железа – на 10,3%, цинка – на 6,1%, марганца – на 10%, меди – на 7,6%.

Таблица 1 – Состав и питательность рационов животных

Корма и питательные вещества	Группа		Корма и питательные вещества	Группа	
	I	II		I	II
Комбикорм КР-3, кг	2,5	2,5	фосфора, г	26	28
Зеленая масса из злаково-бобовой смеси, кг	6,0	6,4	магния, г	12	12,8
Сенаж разнотравный, кг	6,0	6,2	калия, г	48	54
В рационе содержится:			серы, г	21	23,4
кормовых единиц	5,1	5,3	железа, мг	325	299
обменной энергии, МДж	43,0	46,0	меди, мг	45	26,9
сухого вещества, кг	5,4	5,5	цинка, мг	245	200,9
сырого протеина, г	870	886	марганца, мг	215	161,3
переваримого протеина, г	565	588	кобальта, мг	3,2	2,8
сырого жира, г	215	218	йода, мг	1,6	1,7
сырой клетчатки, г	1135	1141	каротина, мг	135	145
крахмала, г	735	740	витаминов:		
сахара, г	510	516	D, тыс. МЕ	3,0	3,1
кальция, г	41	43	E, мг	185	190

В результате исследований установлено, что скормливание бычкам органического микроэлементного комплекса способствовало увеличению среднесуточного прироста за период опыта на 9,5%, при снижении затрат кормов на его получение на 6,5%. Расчеты экономической эффективности показали, что скормливание бычкам комбикорма КР-3 с включением ОМЭК способствовало снижению стоимости кормовой единицы на 2,4%, что при более высокой продуктивности и меньшими затратами кормов на получение продукции обеспечило уменьшение себестоимости прироста на 7,4% и увеличение прибыли от реализации животных на 9,6%.

Заключение

Включение ОМЭК в состав комбикормов КР-3 для молодняка крупного рогатого скота позволяет повысить среднесуточный прирост животных на 9,5% ($P < 0,05$), снизить затраты кормов на его получение на 6,5%, себестоимость прироста на 7,4% и увеличить прибыль от реализации животных на 9,6%.

Список использованной литературы

1. Организация полноценного кормления сельскохозяйственных животных с использованием органических микроэлементов / И.П. Шейко, В.Ф. Радчиков, А.И. Саханчук, С.А. Линкевич, Е.Г. Кот, С.П. Воронин, Д.С. Воронин, В.В. Фесина // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. 2014. № 3. С. 80–86.

УДК 636.087.73:636.084

КОРМЛЕНИЕ КОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ХВОЙНОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ

**И.В. Бритвина¹, канд. с.-х. наук, доцент,
Ю.Л. Ошуркова¹, Е.В. Новолоцкая¹, Е.А. Сметкина¹,
В.П. Короткий², В.А. Рыжов²,
В.Ф. Радчиков³, д-р с.-х. наук, профессор,
О.Л. Екельчик⁴, научный сотрудник**

¹ФГБОУ ВО «Вологодская государственная молочно-хозяйственная академия имени Н.В. Верещагина», г. Вологда,

²ООО НТЦ «Химинвест»,
г. Нижний Новгород, Российская Федерация,

³РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», г. Жодино,

⁴РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье приведен сравнительный и комплексный анализ результатов опытов по скормливанию фитонцидной хвойной кормовой добавки коровам глу-

боко стельного и новотельного периодов, проводимые в разные сезоны года.

Annotation. The article presents a comparative and comprehensive analysis of the results of experiments on feeding phytoncidal coniferous feed additives to cows of the deep-stemmed and new-bodied periods, conducted in different seasons of the year.

Ключевые слова: корова, нетель, хвойная кормовая добавка, суточный удой, стресс-факторы.

Keywords: cow, heifer, coniferous feed additive, high milk yield, stress factors.

Введение

Становится актуальным производство кормовых средств и добавок на основе натурального растительного сырья, как естественные, полезные и экологически чистые продукты, но которые недостаточно изучены и апробированы. Значительное место среди последних разработок занимает хвоя и продукты на основе хвои [11-13]. Многочисленные эксперименты по созданию оптимальной кормовой добавки (консистенция, вкус, запах, сохранность) привели к созданию хвойной добавки в виде пасты, разработчиком которой является ООО НТЦ «Химинвест» (г. Нижний Новгород).

Основная часть

Научно-хозяйственный эксперимент по изучению эффективности добавки на основе хвои проводился в два этапа. База проведения опытов – ОАО «Заря» Вологодского района Вологодской области, отделение Молочное, комплекс «Ильинское».

Контрольная группа 12 голов, рацион – хоз. рацион; опытная 1 группа 12 голов, рацион – хоз. рацион + хвойная кормовая добавка (ХКД, 150 г.) транзитный период (1 мес. до отела, 1 мес. после отела); опытная 2 группа 12 голов, рацион – хоз. рацион + ХКД (200 г.) раздойный период (60 дней после отела).

Контролируемые показатели: количество молока, качество молока, здоровье, качество родов и послеродового периода, экономические показатели. Коровы черно-пестрой голштинизированной породы привязного круглогодичного стойлового содержания с продуктивностью 8-9 тыс. кг молока за лактацию на 1 корову. Коровники кирпичные. Фронт кормления «позднего сухостоя» и «родильного отделения» - групповые кормушки; на раздое – кормовой стол полнорационной кормовой смесью с индивидуальным докормом сеном, концкормами, добавками. Опыт предусматривал изучить влияние кормовой хвойной добавки на здоровье, продуктивные и воспроизводительные качества коров при кормлении: в транзитный период (месяц до и месяц после отела) и в период раздоя (60 дней после отела). Все подопытные животные были осмотрены

визуально. Упитанность средняя, конституция и экстерьер соответствуют породе и физиологии (глубокостельных). Appetit в норме. Раздача добавки производилась мерной кружкой в количестве 150-250 г (по схеме опытов) на голову, ежедневно утром после раздачи кормовой смеси. Консистенция добавки йогуртообразная, с приятным хвойным запахом, зеленовато-желтого цвета, сладко-кислая с небольшим горьковатым привкусом. У подопытных коров была взята кровь на биохимический анализ, который проводился в лаборатории факультета ветеринарной медицины и биотехнологий Вологодской ГМХА на биохимическом анализаторе «Биолаб-100».

Контроль показателей продуктивности проводили по результатам контрольных доек молокомером. Содержание белка, жира, количества соматических клеток определяли в лаборатории Северо-Западного НИИ молочного и лугопастбищного хозяйства на приборе CombiFoss 5000.

Результаты исследований. Наблюдения за потреблением добавки показали, что часть коров сразу охотно поедала добавку. Часть животных первые дни осторожно осваивала добавку, нюхая и отталкивая, затем нормально поедали. Контроль молочной продуктивности подопытных животных проводили, учитывая суточный удой при переводе с родильного отделения (на 5-7 сутки после отела) и далее ежемесячно (таблица).

Таблица – Молочная продуктивность подопытных животных

Группа	Месяцы					± к нач.	Дней после отела
	февраль апрель	март май	апрель июнь	май	среднее:		
Контроль- ная	35,06± 4,97 29,33± 1,6	31,06± 5,23 32,82± 2,32	34,0± 4,96 33,91± 2,56	27,94± 3,24	32,00 32,02	-7,12; +4,58	122
1 опытная	30,63± 2,66 29,92± 1,76	33,56± 3,42 33,45± 1,66	32,78± 7,92 37,0± 1,83	28,78± 6,96	31,4 33,45	-1,85; +7,08	106
2 опытная	35,83± 4,0	32,2± 2,52	31,78± 5,74	25,67± 6,14	31,4	-10,2	125
± 1 к кон- тролю	-4,43	+2,5	-1,22	+0,84			
± 2 к кон- тролю	+0,77	+1,14	-2,22	-2,27			

Как видно из данных таблицы, зимне-весенний стойловый период (февраль-апрель) для коров контрольной группы, получавшие рацион, принятый в хозяйстве (первый опыт) по суточной продуктивности можно охарактеризовать как «скачкообразный». Средняя продуктивность после перевода на секцию «новотела» из родильного отделения составляла 35 кг. Далее, в конце новотельного периода удой снижается до 31 кг. В начале раздойного периода суточная продуктивность увеличивается до 34 кг, в конце раздоя снижается до 27 кг. Сравнивая молочную продуктивность периода раздоя в опыте между опытной 1 и контрольной группами, отметим, что продуктивность в первые дни после родов была в опытной 1 группе ниже на 4,43 кг (30,63 кг против 35,06 кг в контроле), что обеспечило в первый месяц раздоя увеличение удоя на 2,93 кг, в последующие месяцы плавное снижение (на 0,78 и 4 кг) по сравнению с контролем (+2,94; - 6,06 кг). В результате коровы контрольной группы снизили свою продуктивность к концу раздоя на 7,12 кг, коровы опытной 1 группы – на 1,85 кг и средний суточный удой животных опытной 1 группы выше, чем в контрольной на 0,84 кг.

Группа опытных коров 2 уступала своим аналогам предыдущих сравниваемых групп и на конец опыта составляла 25,67 кг, а в целом с начала опыта уменьшила суточный удой на 10,2 кг. Частично это может быть связано с более ранним отелом большинства коров по сравнению с опытной 1 и контрольной группами (125 дней против 106 и 122 соответственно). Таким образом, коровы первой опытной группы, получавшие добавку месяц до и месяц после отела в количестве 150 г. лучше усваивали рацион и их лактационная линия более физиологична. Данный факт свидетельствует о том, что хвойную энергетическую добавку более «правильно» следует раздавать именно в транзитный период, начиная за месяц до отела.

По биохимическим показателям крови подопытных животных в обоих опытах следует отметить, что все анализируемые показатели находились в пределах физиологических норм. На конец опыта из 36 голов осталось 30 – по 10 в каждой группе. В норме отел проходил примерно у половины коров, чуть больше в первой опытной группе (на одну голову). По сервис-периоду и индексу осеменения лучшие показатели у коров контрольной группы. Добавка не оказала существенного влияния на показатели воспроизводства. Положительным можно отметить тот факт, что половина (50%) коров 1 опытной группы после неплототворной первой схемы синхронизации охоты, пришли в естественную половую охоту и подверглись осеменению, толь-

ко одна голова вновь была поставлена на вторую схему. Во 2 опытной и в контрольной группе таких животных на повторной схеме было соответственно 2 и 3 головы. То есть, экономичность по затратам на гормональные препараты у коров первой опытной группы.

Расчет экономической эффективности скармливания добавки (по молочной продуктивности) показывает на плюсы по 1 опытной группе. На конец раздойного периода коровы этой группы надоили на 0,84 кг молока больше контрольной, что в денежном выражении составляет 19,74 рубля на голову в сутки.

Заключение

Скармливание коровам хвойной кормовой добавки 1 месяц до и 1 месяц после отела в количестве 150 г. Способствует улучшению усвоения рациона и их лактационная линия более физиологична. Данный факт свидетельствует о том, что хвойную энергетическую добавку более «правильно» следует задавать именно в транзитный период, начиная за месяц до отела. На конец раздойного периода коровы этой группы надоили на 0,84 кг молока больше контрольной, что в денежном выражении составляет 19,74 рубля на голову в сутки.

Список использованной литературы

1. Червяков М.Ю. Влияние хвойно-энергетической добавки на обмен веществ и интенсивность роста нетелей [Текст]. Автореферат кандидатской диссертации. Саранск, 2016, 22с.

УДК 636.2.084.1:677.11

ЛЬНЯНОЙ ЖМЫХ В КОРМЛЕНИИ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Т.Л. Сапсалёва¹, канд. с.-х. наук, доцент,

А.М. Глинкова¹, Г.В. Бесараб¹, И.В. Богданович¹,

И.А. Голуб², д-р с.-х. наук, профессор,

М.Е. Маслинская², Д.В. Медведева³, научный сотрудник,

Д.В. Бернацкая⁴, научный сотрудник, С.А. Цалко⁴

¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», г. Жодино,

²РНДУП «Институт льна», аг. Устье,

³ООО «Молоко», г. Витебск,

⁴РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация: Изучено влияние различных уровней ввода жмыха льна-долгунца в комбикормах для молодняка крупного рогатого скота послемолочного периода на переваримость и использование питательных веществ рационов.

Abstract: The effect of different levels of flax seed cake input in compound feeds for young cattle of the post-dairy period on the digestibility and use of nutritional substances in diets has been studied.

Ключевые слова: бычки, рацион, комбикорм, жмых льняной, рубцовое пищеварение, переваримость, состав крови.

Key words: gobies, diet, compound feed, flaxseed cake, rube digestion, digestibility, blood composition.

Введение

В Республике Беларусь важным резервом для получения растительного белка стали масличные культуры: рапс, лён, рыжик и др. Энергетическая питательность льняного жмыха максимально приближена к жмыху сои, а по уровню сырого протеина практически уравнена с ним. Однако льняной жмых положительно отличается от жмыха подсолнечника существенно, более чем в три раза, низкой концентрацией сырой клетчатки. Это означает, что переваримость такой белковой добавки будет максимальной и её можно включать в рационы практически всех половозрастных групп животных и птицы, при более высоких уровнях введения, чем жмых подсолнечника [1].

Основная часть

Для установления влияния скормливания комбикормов с различным уровнем ввода жмыха льна-долгунца на физиологическое состояние, переваримость и использование питательных веществ рационов проведен физиологический опыт на 4-х группах молодняка крупного рогатого скота послемолочного периода выращивания в возрасте 6 месяцев. Исследования проводили в условиях ГП «ЖодиноАгроПлем Элита» и физиологическом корпусе. Различия в кормлении подопытного молодняка заключались в том, что телятам контрольной I группы скормливали комбикорм с включением шрота подсолнечного в количестве 15%, а их аналоги из II, III и IV опытных групп потребляли комбикорма с разным вводом жмыха льна-долгунца: 15%, 20 и 25% по массе. Для исследований отобраны образцы кормов, используемые в кормлении молодняка крупного рогатого скота (сено злаковое, сенаж, комбикорма, жмых льна-долгунца, шрот подсолнечный). Анализ содержания питательных веществ в кормах проводили в лаборатории технологии кормопроизводства и биохимических анализов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» по схеме зоотехнического анализа. В результате проведенных фи-

зиологический исследований установлено положительное влияние скармливания опытных комбикормов на изучаемые показатели, выразившееся в незначительном изменении переваримости питательных веществ рационов бычков опытных групп, что свидетельствует о целесообразности применения исследуемых белковых кормов. По количеству потребленных питательных веществ бычки контрольной и опытных групп имели незначительные различия, за исключением по потреблению жира. Повышенное потребление жира наблюдается в рационах бычков II, III и IV опытных групп, в связи с большим содержанием исследуемого корма. Изучение процессов рубцового пищеварения показало, что скармливание различных дозировок (15–25%) жмыха льна-долгунца взамен подсолнечного шрота в количестве 15% от массы комбикорма бычкам привело к изменению концентрации конечных продуктов при смещении реакции среды (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели рубцового пищеварения животных

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Кислотная активность, рН	6,93±0,02	6,41±0,03	5,98±0,17	5,80±0,03
ЛЖК, ммоль/100 мл	12,00±0,06	11,87±0,07	12,17±0,20	11,97±0,03
Аммиак, мг%	19,30±0,10	19,17±0,20	19,10±0,31	19,00±0,06
Азот общий, мг/100 мл	165,3±19,6	163,7±6,1	162,7±18,3	160,3±18,8

По результатам исследований установлено, что в опытных группах рН была близка к нейтральной среде и составила 5,80–6,93 единиц, находясь в пределах нормального значения. Наблюдается незначительное снижение аммиака в рубцовой жидкости бычков опытных групп на 0,7–1,6%.

Полученные данные показателей крови находились в пределах физиологических норм, указывая на безвредность данных кормов на организм телят. По результатам исследований наилучшей переваримостью питательных веществ рационов отличались животные III опытной группы, получавшие комбикорм с 20% жмыха льна-долгунца. Бычки данной группы превосходили контрольных по переваримости сухого и органического веществ на 1,1 и 1,6 п.п., сырого протеина – на 0,5 п.п., достоверно увеличена переваримость жира на 15,6 п.п., клетчатки – на 6,9 п.п. Рационы молодняка II и IV опытных групп по переваримости питательных веществ имели

отличия от контроля – отмечено повышение показателей в сравнении с контролем (таблица 2).

Таблица 2 – Переваримость питательных веществ рационов, %

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Сухое вещество	69,6±3,2	70,9±0,6	70,7±0,5	69,0±4,0
Органическое вещество	70,0±3,1	71,8±0,8	71,6±0,6	70,1±4,2
Сырой протеин	59,7±2,3	58,0±1,0	60,2±1,8	60,7±3,9
Сырой жир	48,4±2,2	52,9±1,6	64,0±4,3*	61,9±6,1
Сырая клетчатка	68,8±6,7	73,0±0,5	75,7±1,0	67,0±5,0
БЭВ	74,3±1,9	75,9±0,9	73,5±1,4	74,6±3,6

Анализ полученных данных по балансу и использованию азота показал, что животные всех групп получали практически одинаковое его количество, однако по отложению в теле и использованию наблюдались определённые различия. Так, скармливание бычкам жмыха льна-долгунца в количестве 20% от массы комбикорма, способствовало большему отложению азота в организме на 3,9%, чем у контрольных аналогов, а его использование от принятого оказалось на 2,7 п.п. более эффективным.

Скармливание бычкам II опытной группы жмыха льна-долгунца в дозировке 15% от массы комбикорма способствовало снижению баланса азота с 35,4 г (контроль) до 29,3 г или на 17,2%, что связано со снижением переваренного количества на 10,6% по отношению к контрольному значению.

Заключение

Изучено влияние различных уровней ввода жмыха льна-долгунца в комбикормах для молодняка крупного рогатого скота послемолочного периода на переваримость и использование питательных веществ рационов. По результатам исследований наилучшей переваримостью питательных веществ рационов отличались животные III опытной группы, получавшие комбикорм с 20% жмыха льна-долгунца. Бычки данной группы превосходили контрольных по переваримости сухого и органического веществ на 1,1 и 1,6 п.п., сырого протеина на 0,5 п.п., достоверно увеличена переваримость жира – на 15,6 п.п., клетчатки – на 6,9 п.п.

Список использованной литературы

1. Комбикорм КР-3 экструдированным обогатителем в рационах бычков на откорме / В.Ф. Радчиков, Л.С. Шинкарева, В.К. Гурин, О.Ф. Ганущенко, С.А. Ярошевич// Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2014. № 17-1. С. 114–123.

НОВАЯ ПРИРОДНАЯ ДОБАВКА В КОРМЛЕНИИ КОЗ

Н.П. Буряков¹, д-р биол. наук, профессор,

В.П. Короткий², В.А. Рыжов²,

Д.С. Миксон³, канд. хим. наук,

В.Ф. Радчиков⁴, канд. с.-х. наук, доцент

¹ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва,

²ООО НТЦ «Химинвест», г. Нижний Новгород,

³Санкт-Петербургский государственный лесотехнический
университет им. С.М. Кирова,

г. Санкт-Петербург, Российская Федерация,

⁴РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»,
г. Жодино, Республика Беларусь)

Аннотация. Рассмотрен вопрос введение хвойно-энергетической добавки в рацион коз во время транзитного.

Abstract: The issue of introducing a coniferous energy supplement into the diet of goats during the transition period is considered.

Ключевые слова: козы, рационы, хвойно-энергетическая добавка, продуктивность, состав молока.

Keywords: goats, rations, coniferous energy supplement, productivity, milk composition.

Введение

Для повышения эффективности и снижения стоимости рационов часто используют нетрадиционные кормовые средства. Богатый минеральный состав хвойной массы позволяет в меньшем количестве расходовать дорогостоящие премиксы для молочного скота [1].

Основная часть

Для исследования использована хвойно-энергетическая добавка (ХЭД), произведенная для коз (таблица 1).

Таблица 1 – Состав хвойно-энергетической добавки

Компоненты	%	кг
Хвоя сосны	30,0	0,300
Глицерин	10,0	0,100
Пропиленгликоль	52,0	0,520
Глюкоза	3,0	0,030
Шрот льняной	5,0	0,050
Итого:	100,0	1,000 кг

Исследования проведены в условиях фермы «ИП Глава КФХ Акимов О.В.» Ногинского района Московской области. Для экспе-

римента были отобраны контрольная (n=5), 1 опытная (n=10) и 2 опытная (n=10) группы коз чешской бурой породы аналогичных по, живой массе и срокам окола. Добавку скармливали 15 дней до окола и 30 дней после него.

Контрольная группа: Основной рацион (ОР, таблица 2) – 1-45 дни эксперимента. Опытная группа 1: ОР+10 мл ХЭД на голову в сутки – 1-45 дни эксперимента.

Опытная группа 2: ОР+20 мл ХЭД на голову в сутки - 1-45 дни эксперимента. В течение опыта козы получали привычный рацион и находились в одинаковых условиях (не отличающихся от условий кормления и содержания до эксперимента).

Таблица 2 – Рационы подопытных коз

Корм	Количество, кг	
	15 дней до окола	30 дней после окола
Сено злаковое	2	2
Комбикорм	0,5	0,6
В рационе содержится:		
ОЭ, МДж	18,34	19,34
Сухое вещество, кг	2,10	2,19
Сырой протеин, г	275,5	293,0
Переваримый протеин, г	171,5	185,5
Кальций, г	16,2	17,0
Фосфор, г	8,0	8,8

Опытным группам коз дополнительно к основному рациону добавляли ХЭД. Исследованиями установлено, что введение в рацион коз хвойно-энергетической добавки нового состава оказало положительное влияние на молочную продуктивность опытных животных (таблица 3).

На 15 день после окола в 1 и 2 опытных группах среднесуточный удой оказался выше, чем в контрольной на 10,81 и 16,76% соответственно.

На 30 день после окола разница между опытной и контрольной группой увеличилась ещё больше, 1 опытная группа показала повышение среднесуточного удоя по сравнению с контролем на 15,18%, а 2 опытная группа – на 22,51%. Во 2 опытной группе среднесуточный удой был выше, чем в 1 опытной.

Таблица 3 – Молочная продуктивность и качество молока опытных коз

Показатель	Группа		
	Контрольная	1 опытная	2 опытная
15 день после окоза			
Среднесуточный удой, кг	1,85	2,05	2,16
% к контролю	100	110,81	116,76
Жир, %	3,90	4,01	4,08
Белок, %	3,20	3,26	3,27
СОМО, %	8,74	8,78	8,84
Валовый удой за опытный период, кг	27,75	30,75	32,40
Выход молочного жира, кг	1,08	1,23	1,32
% к контролю	100	113,89	122,22
Выход молочного белка, кг	0,89	1,00	1,06
% к контролю	100	112,36	119,10
30 день после окоза			
Среднесуточный удой, кг	1,91	2,2	2,34
% к контролю	100,0	115,18	122,51
Жир, %	3,89	4,02	4,10
Белок, %	3,18	3,27	3,28
Лактоза, %	4,52	4,53	4,57
СОМО, %	8,72	8,78	8,80
Валовый удой за опытный периода, кг	28,65	33,00	35,10
Выход молочного жира, кг	1,11	1,33	1,44
% к контролю	100	119,82	129,73
Выход молочного белка, кг	0,91	1,08	1,15
% к контролю	100	118,68	126,37
В среднем за 30 дней			
Среднесуточный удой, кг	1,88	2,13	2,25
Жир, %	3,90	4,02	4,09
Белок, %	3,19	3,27	3,28
Валовый удой, кг	56,4	63,9	67,5
Выход молочного жира, кг	2,20	2,57	2,76
% к контролю	100	116,82	125,45
Выход молочного белка, кг	1,80	2,09	2,21
% к контролю	100	116,11	122,77
Затраты кормов на 1 кг молока			
Затраты концентрированных кормов на 1 кг молока, кг	0,32	0,28	0,27
Затраты обменной энергии корма на 1 кг молока, МДж	10,29	9,08	8,60
Затраты сырого протеина корма на 1 кг молока, г	155,85	137,56	130,22

Заключение

Введение хвойно-энергетической добавки в рацион коз во время транзитного периода способствует повышению молочной продуктивности за первый месяц лактации на 10,81–22,51%.

Список использованной литературы

1. Использование кормовых ресурсов леса в животноводстве. Л.Ю. Коноваленко – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. – 52 с.

УДК 372.862

О НЕКОТОРЫХ ПОДХОДАХ К МОДЕРНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДНЯКА ЖИВОТНЫХ И ПТИЦЫ В АПК

О.В. Бондарчук, канд. техн. наук, доцент

Ю.Н. Селюк, ст. преподаватель

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

Аннотация: В работе предложена концепция использования так называемых цифровых двойников (ЦД) в технологии выращивания молодняка животных и птицы на предприятиях АПК.

Abstract: The work proposes a concept for the use of so-called digital twins (DT) in the technology of young-stock breeding animals and poultry at the agribusiness sector.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, цифровые двойники, молодняк животных и птицы, технология выращивания.

Keywords: agribusiness sector, digital twins, of young-stock breeding animals and poultry, animal breeding.

Введение

Существующие в настоящее время технологии выращивания и содержания сельскохозяйственных животных и птицы отличаются высоким уровнем механизации, электрификации, а также достаточно эффективны. Однако необходимо отметить существенный резерв повышения показателей эффективности различных процессов животноводства (птицеводства) путём их модернизации.

В результате рациональной организации технологических процессов, использования современного оборудования, усовершенствованных систем управления обеспечивается снижение материальных и энергетических затрат на производство продукции. Кроме того, как правило, также уменьшается ущерб от отказов рабочих машин и повышается качество производственных процессов.

Основная часть

В качестве перспективного направления модернизации технологий в животноводстве и птицеводстве следует отметить использование так называемых цифровых двойников (ЦД) [1]. В общем случае под указанным термином понимается цифровая копия реального физического объекта либо процесса, которая отражает его свойства, характеристики, а также взаимодействие с окружающими объектами и средой. Отличительной особенностью ЦД является обмен (постоянный либо периодический) информацией между двойником и соответствующим физическим объектом. В результате имеется возможность диагностирования и прогнозирования состояния реального объекта, моделирования его функционирования в различных условиях и ситуациях, в том числе нештатных. Кроме того, на основании имеющихся данных обеспечивается оптимизация конструкции и режимов работы технологического оборудования, которые могут являться указанными физическими объектами либо взаимодействовать с ними.

В [2] изложены подходы к использованию ЦД при разработке систем управления микроклиматом животноводческих помещений. Показано, что указанное направление модернизации систем обеспечивает снижение эксплуатационных затрат до 35 %, капиталовложений – до 20 %. Представленная структура ЦД животноводческого помещения в качестве одного из компонентов имеет модель поголовья, позволяющую определить величину потребляемых ресурсов и выделения продуктов жизнедеятельности [2]. Однако изложенный подход, предусматривающий упрощённое моделирование поголовья животных, в некоторых случаях нецелесообразен, так как снижает адекватность моделирования процессов и всего ЦД. Моделирование поголовья в целом следует реализовывать в случаях нахождения всех животных в помещении в схожих микроклиматических условиях при практическом отсутствии взаимодействия между особями. В противном случае возможны значительные погрешности моделирования, что ухудшает качество ЦД и системы управления микроклиматом.

Следует отметить, что в некоторых случаях физическим объектом (своего рода прототипом) для ЦД может являться не помещение либо оборудование, а в том числе и живые организмы (животные и птицы). Подобные ситуации характерны для процессов выращивания

молодняка, содержащегося небольшими группами, в том числе со взрослыми особями. При этом группа животных (птицы) содержится в одинаковых условиях, которые могут значительно отличаться от условий содержания других групп. Зачастую и параметры микроклимата в зоне нахождения молодняка существенно отличаются от таковых в остальной части помещения. Кроме того, в данном случае имеет место высокая степень взаимодействия животных либо птицы, влияющая на их поведение и развитие. Поэтому в данном случае целесообразно использование ЦД не помещения, а группы молодняка животных (птицы). Это обусловлено не только вышеуказанными причинами, но и тем, что в данном случае основная задача модернизации технологии – увеличение зоотехнических показателей молодняка (живая масса, среднесуточный прирост, сохранность и пр.). Также ЦД может обеспечить качественный мониторинг физиологических показателей животных и их поведения. Задачи оптимизации выбора и управления технологическим оборудованием в этом случае подчинены решению основных задач.

Предполагаемая структура ЦД небольшой группы молодняка животных (птицы) может быть представлена в виде совокупности математических моделей, а также некоторых дополнительных элементов – блоков (рисунок 1). Последние в общем случае представляют собой комплекс аппаратных и программных решений для выполнения определённых функций.

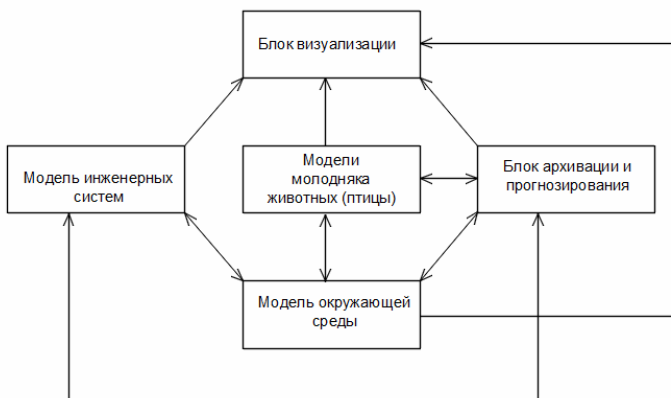


Рисунок 1. Предполагаемая структура ЦД
(стрелками указаны направления передачи информации)

Заключение

ЦД биологических объектов характеризуется значительной сложностью моделируемых процессов и высоким уровнем разброса параметров и влияния случайных факторов. В связи с этим возрастают требования к качеству разработки компонентов ЦД, однако реализация предлагаемой концепции позволит оптимизировать процесс выбора технологического оборудования и режимы управления им. Это будет способствовать снижению капитальных затрат и повышению энергоэффективности процессов выращивания молодняка животных и птицы на предприятиях АПК.

Список использованной литературы

1. Цифровые двойники: учебное пособие/ В. М. Дмитриев [и др.]. – Томск: Изд-во ТГУСУиР, 2024. – 88 с.
2. МРКТИ 68.39.17 Перспективные направления разработки систем управления.

УДК 636.084.74

ОБЗОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ КОРМОВОГО СТОЛА

Ф.И. Назаров, канд. техн. наук, доцент,

В.А. Чавлытко, студент

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

Аннотация: В работе рассмотрены различные способы подталкивания (погребания) кормов на кормовом столе.

Abstract: The article discusses various methods of pushing (burying) feed on a feeding table.

Ключевые слова: корм, подталкивать, навесное оборудование.

Keywords: feed, pushing, attachments.

Введение

Важной задачей молочного животноводства является увеличение производства молока при одновременном снижении его себестоимости. Для этого необходимо максимально эффективно использовать корма. На нынешнем этапе развития молочного скотоводства это достигается с помощью кормового стола [1]. Однако при его использовании корм, поедаемый крупным рогатым скотом, отодвигается от ограждения, что приводит к залеживанию, ферментации и потере влажности (обветриванию корма). Ферментация ускоряет разложение питательных веществ и приводит к потере их качества.

Основная часть

В настоящее время на фермах процесс подталкивания кормов осуществляется несколькими способами: вручную или с использованием специализированных машин – подталкивателей кормов.

Выделим основные преимущества (+) и недостатки (–) различных способов обслуживания кормового стола, которые в настоящее время применяются на фермах и комплексах, расположенных на территории Республики Беларусь.

Ручной труд:

- + не требует значительных финансовых вложений в специализированное оборудование; не требуется специальной подготовки или навыков у работников; низкий уровень шума; при выполнении операции человек контролирует качество корма, состояние коров в стаде.

- требует значительных физических усилий; низкая производительность и большие затраты времени; – частота и качество подталкивания может варьироваться в зависимости от человеческого фактора.

Трактор с различным навесным оборудованием для подталкивания кормов:

- + позволяет обслуживать большее количество животных за меньшее время; применение различного навесного оборудования позволяет адаптировать процесс подталкивания к конкретным условиям и потребностям.

- требует финансовых вложений на покупку и техническое обслуживание; для работы на тракторе требуются права; при подталкивании возможен наезд колес трактора на кормовую полосу, что приведет к загрязнению и уплотнению кормовой массы; шум от двигателя работающего трактора может пугать животных; на реконструированных старых фермах трактор может быть менее маневренным по сравнению с ручным способом подталкивания.

Специализированные подталкиватели (подгребатели, пододвигатели) кормов, как правило обладают всеми преимуществами тракторов с навесным оборудованием при этом:

- + производят меньше шума, при использовании электропривода; обладают высокой маневренностью; перемешивают корма на кормовом столе.

- высокая стоимость специализированной машины.

В настоящее время большое распространение получили роботизированные подталкиватели кормов, которые, двигаясь вдоль кормового стола, осуществляют подталкивание кормов, после чего возвращаются на станцию для подзарядки.

+ 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.

Заключение

Ручной способ подталкивания кормов подходит для небольших фермерских хозяйств. Однако на больших фермах и комплексах следует применять специализированное оборудование для подталкивания кормов, либо тракторы с различным навесным оборудованием. Эти решения позволяют эффективно выполнять операцию подталкивания с минимальными затратами.

Список использованной литературы

1. Ганущенко О.Ф., Соболев Д.Т. Организация рационального кормления коров с использованием современных методов контроля полноценности их питания : рекомендаций. Витебск : ВГАВМ, 2016. 80 с.

УДК 636.4.087.61

ОПТИМИЗАЦИЯ МОЛОЧНОГО СТАДА ПО КАТЕГОРИЯМ ПРОДУКТИВНОСТИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ РОБОТИЗИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

М.А. Керимов, д-р техн. наук, профессор,

К.В. Горецкий, аспирант

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский ГАУ»,

г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация: Разделение коров по надоям для оптимизации использования роботизированных технологий в молочном хозяйстве является необходимым и действенным инструментом. Это позволяет эффективно управлять стадом, улучшая как экономические показатели, так и общее благосостояние животных. Внедрение данной практики требует системного подхода к мониторингу и управлению данными, а также грамотной настройки всех имеющихся роботизированных систем. В конечном итоге, успешная реализация данных мероприятий будет способствовать повышению конкурентоспособности молочных хозяйств на рынке.

Abstract: The separation of cows based on their milk production is a necessary and effective tool for optimizing the use of robotic technologies in the dairy industry. This

allows for efficient herd management, improving both economic performance and the overall well-being of the animals. Implementing this practice requires a systematic approach to data monitoring and management, as well as the proper configuration of all available robotic systems. Ultimately, the successful implementation of these measures will contribute to the competitiveness of dairy farms in the market.

Ключевые слова: молочное стадо, удой, разделение на категории.

Keywords: dairy herd, milk yield, categorization.

Введение

Производство молока является одной из основных отраслей сельского хозяйства и играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности. Важнейшим показателем, характеризующим продуктивность коров, является удой, обусловленный множеством факторов: порода, кормление, условия содержания и здоровье коровы. По продуктивности принято разделять на несколько категорий [1].

Основная часть

Категория 1. Высокоудойные коровы производят больше 25 л молока в день. К основным породам можно отнести: Голштинскую, Джерсийскую и Герефордскую. Эти породы были селективно выведены на основе их способности к высокой продуктивности и требуют особого внимания к условиям содержания и кормлению. Для поддержки их надоя необходимы высококачественные корма: концентраты и сочные корма; регулярный ветконтроль для предотвращения заболеваний. В качестве перспективного направления можно выделить интеграцию новых технологий: роботы-пододвигатели и роботы-раздатчики корма, которые позволяют использовать датчики для мониторинга здоровья коров и необходимых условий содержания. Применение BigData и IoT замечательно подходит для повышения общей эффективности молочного производства.

Категория 2. Среднеудойные коровы – особая категория молочных пород, характеристики которых обеспечивают умеренное количество молока в год – от 4000 до 6000 л. К ним относятся породы: Чернопестрая, Симментальская и др. Основное преимущество среднеудойных коров заключается в их хорошей адаптивности к различным условиям содержания и кормления. Они способны сохранять высокую продуктивность даже в условиях нехватки качественных кормов, что делает их особенно ценными для небольших фермерских хозяйств. Недостатки среднеудойных коров: а) низкая

продуктивность сравнительно с высокоудойными породами; б) сложности с улучшением генетики [2].

Категория 3. Низкоудойные коровы, производящие менее 15 л молока в день, часто представляют собой местные или спец породы: Айширские или небольшие породы, адаптированные к специ- условиям. Они могут не обеспечивать такой высокой производи- тельности, как высоко- и среднеудойные коровы, но зачастую имеют более низкие требования к кормлению и затратам на содер- жание. Низкоудойные коровы также могут быть важны для сель- ских хозяйств, где основное внимание уделяется другим аспектам: сохранение породного разнообразия и устойчивость к местным экосистемам. Разделение коров по надоям на три категории – высо- коудойные, среднеудойные и низкоудойные – является важным аспектом для понимания производительности молочного скота. Каждая из этих категорий имеет свои особенности и требования, и выбор соответствующей категории зависит от целей ведения сель- ского хозяйства, экономических условий и возможностей фермера. Понимание этих категорий и их особенностей может помочь фер- мерам оптимизировать свои производственные усилия и обеспе- чить более устойчивое развитие молочного сектора [3, 4].

Заключение

Разделение коров по надоям является важным шагом на пути к внедрению роботизированных технологий в молочном скотоводстве. Успех применения робототехники в молочном производстве будет зависеть от комплексного подхода к вопросам управления стадом, кормления и здоровья животных. Для этого требуется дальнейшее исследование и разработка рекомендаций, касающихся индивидуализации кормления и оптимизации использования робо- тизированных систем.

Список использованной литературы

1. Дегтерев Г.П. Инновационные технологии и машины для заготовки, погруз- ки и раздачи кормов в животноводстве // Столичная ярмарка, 2018 – 208 с.
2. Керимов М.А., Валге А.М. Оптимизация и принятие решений в агроинжене- рии. – М.: ИКС Колос-с, 2021. – 460 с.
3. Kerimov M., Belinskaia I., Ognev O. Convergent technologies as conceptual basis for formation of powder industry in agribusiness // Engineering for rural development Jelgava, 26-28.05.2021, <https://www.tf.llu.lv/conference/proceedings2021>.
4. Свидетельство о госрегистрации программы для ЭВМ №2025681882 РФ. Методика оценки экономической эффективности инновационного проекта в жи- вотноводстве на основе индекса доходности затрат BCR: заявл. 20.08.2025; опубл. 20.08.2025 / М.А. Керимов, Л.А. Кулешова, В.А. Ружьев; заявитель ФГБОУ ВО СПбГАУ.

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ СОРБЕНТОВ

В.С. Бочарников, член-корр. РАН, д-р техн. наук, профессор,

М.А. Денисова, канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ»,

г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация: Исследование комплексной и экологически обоснованной технологии очистки сточных вод на базе сорбционных фильтров с использованием природных сорбентов в качестве фильтрующей загрузки. Подготовка воды для полива сельскохозяйственных технических культур. Снижение концентрации ионов аммония, тяжелых металлов до предельно допустимых параметров. Провести подбор оптимального состава материала загрузки фильтра.

Abstract: Research of a comprehensive and environmentally sound wastewater treatment technology based on sorption filters using natural sorbents as the filter loading. Preparation of water for irrigation of agricultural crops. Reduction of the concentration of ammonium ions and heavy metals to the maximum permissible parameters. Selection of the optimal composition of the filter loading material.

Ключевые слова: цеолит, очистка сточных вод, животноводческий комплекс, фильтрация, сорбция.

Keywords: zeolite, wastewater treatment, livestock complex, filtration, sorption.

Введение

Выбор и принятие технологического решения по очистке сточных вод вызывает много вопросов о качестве и степени очистки и практически всегда возникает вопросы с утилизацией образовавшегося шлама. Однако, при очистке метало содержащих и аммонийных сточных вод до необходимых требований применяется метод сорбции на фильтрующих загрузках, который на сегодняшний день до конца не изучен. В связи с этим необходимо рассмотреть возможность применения цеолитсодержащих пород, на примере опок Волгоградской области, в системах очистки сточных вод от ионов аммония и тяжелых металлов, в качестве адсорбционной фильтрующей загрузки [1].

Основная часть

Основным рабочим элементов фильтровальных сооружений являются фильтрующая загрузка, фракционный состав сорбента, поэтому правильный выбор ее имеет большое значение для надлежащей работы фильтра. При выборе фильтрующего материала исходят из его стоимости и возможности получения в районе строительства данного фильтрационного комплекса при условии соответствия выбранного материала техническим требованиям. В на-

стоящее время наиболее технологически изучены среди природных сорбентов цеолит содержащие породы [2]. Данные анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Физические и сорбционные параметры природного цеолита

1	Фракция, мм	0,25-4,5
2	Насыпная плотность с уплотнением, г/см ³	0,7287
3	Истираемость, %	0,46
4	Измельчаемость, %	0,37
5	Виброизнос, %	0,12
6	Пористость, %	78,50

Уникальная ионообменная селективность в отношении радионуклидов и тяжелых металлов позволяет применять цеолитовые туфу для очистки животноводческих, птицеводческих, сбросных сточных вод. Не менее важен вопрос защиты окружающей среды от загрязнений отходами, так применение цеолита в качестве фильтрующей загрузки снижает концентрацию аммонийного азота, сероводорода, тяжелые металлы и другие летучие амины загрязняющих атмосферу. Природные цеолиты являются водными алюмосиликатами щелочных металлов. Он в равной степени сорбирует катионы и анионы меди, железа общего, марганца и цинка.

Перед проведением фильтрования сточных вод через цеолиты и активированный уголь был выполнен химический анализ исследуемых стоков на содержание вредных веществ, данные приведены в таблице 2. Для фильтрования брались два цилиндры объемом 1000 мл в одни вносилась навеска цеолита марки М-4 объемом 400 грамм, далее проводилось фильтрование в течение 20 минут, 1 часа, 2, 4 и 6 часов.

Таблица 2 – Содержание химических примесей в исследуемых сточных водах

№ п/п	Наименование химического вещества	Концентрация, мг/л	ПДК, мг/л
1	Железо общее	25,6	0,3
2	Железо II	10,2	0,1
3	Железо III	5,3	0,1
4	Цинк	1,2	0,1
5	Медь	1,4	0,001
6	Аммоний	8,2	2,0

После фильтрат брался на фотоколориметрический анализ для определения остаточной концентрации вредных веществ. Данные приведены в таблице 3.

Таблица 3 Результаты фильтрации через сорбционный фильтр с цеолитовой загрузкой

Химический показатель	Железо общее	Железо II	Железо III	Цинк	Медь	Аммоний
Исходная концентрация веществ	25,6	10,2	5,3	1,2	1,4	8,2
Фильтр. 20 минут	12,8	5,12	2,4	0,64	0,7	5,4
Фильтр. 1 час	3,5	2,14	1,2	0,41	0,35	3,6
Фильтр. 2 часа	1,25	1,39	0,96	0,28	0,17	2,7
Фильтр. 4 часа	0,31	0,12	0,1	0,12	0,0013	1,95
Фильтр. 6 часов	0,30	0,12	0,1	0,11	0,0011	1,95

Заключение

Проанализировав полученные данные можно сказать, что использование цеолитсодержащих пород следует использовать вышеперечисленных веществ для их качественного удаления и снижения предельно допустимой концентрации, не смотря на пониженную ионообменную способность они обладают повышенной пористостью и влагоемкостью, что предполагает их высокую осушаемую способность и возможность хорошо сорбировать ионы тяжелых металлов и аммонийного азота.

Список используемой литературы

1. Овчинников, А.С. Технология очистки стоков птицеводческих предприятий с использованием природных сорбентов при добавлении ферритной суспензии / А.С. Овчинников, В.С. Бочарников, М.А. Денисова – Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – №1 (1). – С. 15–22.

2. Изучение режимов осаждения загрузки с помощью гидравлической установки / В. С. Бочарников, О. В. Козинская, М. А. Денисова, О. В. Бочарникова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2020. No 1 (57). С. 260–267.

УДК 637.43

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОБОЧНОГО СЫРЬЯ ОТ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ КРОЛИКОВ

С.В. Полянских, канд. техн. наук, доцент,

О.Г. Орехов, канд. техн. наук,

О.А. Милованова, студент

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет
инженерных технологий», г. Воронеж, Российская Федерация*

Аннотация. Дана оценка пищевой и биологической ценности мяса кроликов и побочного сырья. Установлены выход, массметрические характеристики, химический и фракционный составы сырья, а также перевариваемость. Доказана возмож-

ность использования обработанных кишок кроликов в качестве съедобной оболочки для колбасных и кулинарных изделий.

Abstract. The assessment of the nutritional and biological value of rabbit meat and by-products is given. The yield, massmetric characteristics, chemical and fractional compositions of raw materials, as well as digestibility have been established. The possibility of using processed rabbit intestines as an edible shell for sausage and culinary products has been proven.

Ключевые слова: мясо кроликов, побочное сырье, субпродукты пищевые, кишки, съедобные оболочки, прочностные свойства.

Keywords: rabbit meat, by-products, food by-products, intestines, edible shells, strength properties.

Введение

Увеличение объемов производства по выращиванию и переработке кроликов одна из стратегических задач развития животноводства и перерабатывающей отрасли. Мясо кроликов - перспективный сырьевой источник, обладающий высокой рентабельностью и скоростью воспроизводства. Мировое кролиководство максимально сосредоточено в Китае, Италии, Франции и Испании.

В России положительно оценивают перспективы развития отрасли, что нашло отражение в разработке и реализации стратегической Программы развития продовольственной безопасности РФ. В настоящее время отмечается положительная динамика увеличения поголовья кроликов и потребления кроличьего мяса.

Доля отечественной продукции на российском рынке мяса кроликов составляет 72 %. Кролиководство является перспективным направлением в обеспечении населения быстровоспроизводимым мясным сырьем.

Основная часть

Мясо кроликов характеризуется высокой пищевой и биологической ценностью по содержанию белка (более 20 %), сбалансированности аминокислотного состава и высокой степени перевариваемости (90 %). Имеет разнообразные минеральный и витаминный составы и другие биологически активные вещества. При убоя кроликов получают такие виды побочного сырья как: шкуру, кишечное сырьё, жир, уши, пух и т.д. Его выход зависит от категории упитанности и колеблется в интервале от 4 и до 26 % [1]. На долю пищевых субпродуктов (печень, лёгкие, почки, сердце) приходится около 4 %. Такие субпродукты как сердце, печень, легкие, почки содержат высокую долю белка и низкую долю жира [1]. Кишечное сырьё составляет около 6-8 % живой массы кролика. В настоящее время такое сырьё используют для производства животных кормов.

Перспективным направлением его использования является производство натуральной колбасной оболочки. Исследована возможность обработки кишечного сырья для дальнейшего его использования в колбасном производстве. Изучены массметрические характеристики кишечного сырья кроликов, выявлена их зависимость от анатомического участка. Так, длина кишок колеблется в пределах от 30–40 до 230 см, а диаметр составляет 8–30 мм. Толщина в среднем составляет 0,14–0,15 мм. Учитывая полученные данные о размерах кишок и морфологическом составе, для использования их в качестве формирующего материала необходимо проводить соответствующую технологическую обработку по удалению балластных слоев. Результаты изучения общего химического состава показали, что обработанные кроличьи кишки обладают высоким содержанием белка – 15–21 % (70–80 % в пересчете на сухое вещество) и низким содержанием жира – до 4,2 %. Исследование белковых фракций обработанного кишечного сырья выявило преобладание щелочерастворимой фракции – 72–76 %, что свидетельствует о присутствии значительной доли соединительной ткани, что коррелируется с ранее полученными структурными данными и аминокислотным составом. Оценка аминокислотного состава исследуемого сырья показывает практическое отсутствие триптофана и цистина. Отмечается преобладание пролина, что косвенно указывает на наличие коллагена – плохо перевариваемого пищеварительными ферментами белка. Однако известно, что соединительнотканые белки обладают свойствами пищевых волокон, стимулируют сокоотделение в желудке и перистальтику кишечника, оказывают благоприятное воздействие на состояние и функцию полезной микрофлоры. Формующие материалы (подслизистый слой), полученные после отделения балластных слоев рекомендуются в качестве съедобной оболочки, для чего проводили исследование перевариваемости сырья. Установлено, что степень перевариваемости обработанных кишок кроликов оказалась выше, чем аналогичный показатель у образцов сравнения – свиной черевы. Такая закономерность, очевидно, связана с особенностями морфологического строения соединительной ткани, в частности характером плетения коллагеновых волокон. Структурно-механические свойства полученных формовочных материалов из кишок кроликов уступают традиционным натуральным оболочкам, однако удовлетворяют предъявляемым требованиям по использованию по показателям растяжения, эластичности и гибкости, что отражается в повышенной фаршеемкости.

Заключение

По результатам проведенных исследований можно рекомендовать обработанные кишки кроликов в качестве съедобной оболочки для производства различных колбасных и кулинарных изделий.

Список использованной литературы

1. Антипова Л.В. Комплексная переработка кроликов: традиции и инновации [Текст]: Л.В. Антипова, С.А. Сторублевцев, М.Е. Успенская, Я.А. Попова, М.С. Болдырева/ Воронеж, 2017. – 377 с.

УДК 636.11

ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ И КАЧЕСТВО МОЛОКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИИ СОДЕРЖАНИЯ КОРОВ

С.А. Костюкевич, канд. с.-х. наук, доцент,

Д.Ф. Кольга, канд. технич. наук, доцент,

Т.М. Чумак, ст. преподаватель,

А.И. Сержантова, канд. биол. наук, ст. преподаватель

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

Аннотация. В статье проанализированы показатели пищевой ценности и качества молока (плотность, кислотность, содержания соматических клеток и бактериальной обсемененности молока), которые необходимы для производства молока высокого качества.

Abstract. The article analyses values of the quality parameters of milk (density, acidity, content of somatic cells and bacterial contamination of milk) that is required in enterprises for milk processing in certain types of dairy products.

Ключевые слова: молоко, продуктивность, качество молока.

Keywords: milk, yield, milk quality.

Введение

Качество молочной продукции оценивается по пищевой, биологической ценности и санитарно-гигиеническим показателям молока. Весь комплекс показателей обеспечивает безопасность молока и молочных продуктов [1]. К основным показателям пищевой ценности и качества молока относятся: жирность, плотность, кислотность, чистота (механическая загрязненность), бактериальная обсемененность. Помимо этого, большое значение имеет содержание в молоке белка, соматических клеток и др. В зависимости от сортности молока формируется его закупочная цена [2, 3].

Основная часть

Цель исследования заключалась в изучении влияния различных технологий содержания коров на пищевую ценность и качество

молока. Для проведения исследования были сформированы 2 группы животных (по 10 голов в каждой) с учетом возраста, происхождения, времени отела и продуктивности. Животные 1-ой группы содержались беспривязно (доение на автоматизированной доильной установке отечественного производства УДА–12Е). Коровы 2-ой группы содержались на привязи (доение линейной доильной установкой АДМ–8). Молочную продуктивность животных оценивали по удою за 305 дней лактации; контрольное доение коров проводили 3 раза в месяц в течение лактации. Физико-химические показатели молока изучали раз в месяц от каждой коровы. Материалы исследований обработаны статистически с использованием пакета программ Microsoft Excel. Молочная продуктивность животных представлена в таблице 1. Установлено, что от коров, находящихся на беспривязном содержании и доении в доильном зале получено больше молока за 305 дней лактации на 690 кг ($P < 0,05$), чем от коров при привязном содержании. За 100 дней лактации от них было получено молока больше на 626 кг (31,4 %) соответственно. Разница достоверна по удою за 305 дней лактации и по удою за 100 дней лактации при $P < 0,05$ в пользу животных из 1-ой группы.

Таблица 1 – Молочная продуктивность коров

Показатель	Группа 1 (УДА–12Е)	Группа 2 (АДМ–8)
Удой за 305 дней лактации, кг	5793 $\pm$ 87,18	5103 $\pm$ 99,81*
Удой за 100 дней лактации, кг	2618 $\pm$ 63,15	1992 $\pm$ 59,21**
Среднесуточный удой	19,2 $\pm$ 0,13	16,9 $\pm$ 0,25**
Количество молочного жира, кг	230,0 $\pm$ 0,98	200,5 $\pm$ 0,54**
Количество молочного белка, кг	198,1 $\pm$ 0,12	171,5 $\pm$ 0,46**
Коэффициент молочности	1055 $\pm$ 19,1	946 $\pm$ 32,4*

Примечание: ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$.

Лучшим по этому показателю было молоко от коров на беспривязном содержании (таблица 2).

Таблица 2 – Физико-химические показатели молока коров

Показатель	Группа 1 (УДА–12Е)	Группа 2 (АДМ–8)
Сухое вещество, %	12,87 $\pm$ 0,53	12,83 $\pm$ 0,48
Жир, %	3,97 $\pm$ 0,02*	3,93 $\pm$ 0,01
Белок, %	3,42 $\pm$ 0,01**	3,36 $\pm$ 0,02**
Плотность, г/см ³	1,029	1,030
Кислотность, °Т	16,2 $\pm$ 0,12	16,3 $\pm$ 0,08
Калорийность, ккал	69,16	68,87

Установлено, что молоко коров при беспривязном содержании имеет более высокую калорийность и пищевую ценность, что объяс-

няется повышенным содержанием в нем жира и белка. По содержанию сухого вещества и СОМО лучшие показатели были в молоке коров, которых доили в доильные ведра на 0,04–0,08 % и на 0,01–0,05 % соответственно ($P > 0,05$).

Заключение

Молочная продуктивность животных, физико-химические показатели, пищевая ценность и безопасность молока изменяются в зависимости от способа содержания животных и технологии производства молока. Беспривязный способ содержания коров с доением на доильной установке УДА–12Е является наиболее эффективным, что позволяет получать молоко более высокого качества и пищевой ценности.

Список использованной литературы

1. Технологические рекомендации по организации производства молока на новых и реконструируемых молочно-товарных фермах/ Н. А. Попков [и др.]; рец.: Н. А. Яцко, Н.С. Яковчик; НАН Беларуси, науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству.– Жодино, 2018.
2. Показатели безопасности молока [Электронный ресурс]. – Режим доступа: studopedia.ru/13_46294_pokazateli-bezopasnosti-moloka.html. – Дата доступа 04.09.2025.
3. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 1.02.2021 г. № 59 об утверждении Государственной программы «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы. Режим доступа: <http://www.government.by/ru/content/9732>. Дата доступа 06.19.2025.

УДК 636.087.73:636.084

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ ТЕЛЯТ ЗА СЧЁТ СКАРМЛИВАНИЯ ХВОЙНО-ФИТОГЕННОЙ ДОБАВКИ

**В.В. Зайцев¹, д-р биол. наук,
Л.М. Зайцева¹, И.Н. Майоров¹, Н.В. Боголюбова¹,
В.П. Короткий², В.А. Рыжов²,
В.Ф. Радчиков³, д-р с.-х. наук, профессор,
Ю.Н. Рогальская⁴, Д.В. Бернацкая⁴, научные сотрудники**

¹*«Самарский ГАУ», г. Самара,*

²*ООО НТЦ «Химинвест», г. Нижний Новгород,*

Российская Федерация,

³*РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», г. Жодино,*

⁴*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Применение хвойно-фитогенной добавки в рационе телят приводит к ускорению процесса укрепления их антиоксидантной защиты, что подтверждается повышением уровня супероксиддисмутазы (СОД), глутатионпероксидазы и каталазы.

Annotation. The use of a coniferous phytogetic supplement in the calves' diet accelerates the process of strengthening their antioxidant defenses, which is confirmed by an increase in the levels of superoxide dismutase (SOD), glutathione peroxidase and catalase.

Ключевые слова хвойно-фитогенная добавка, телята, окислительный стресс, антиоксиданты, состав крови.

Keywords coniferous-phytogetic supplement, calves, oxidative stress, antioxidants, blood composition.

Введение

Хвоя содержит флавоноиды, каротиноиды, фитонциды и эфирные масла, обладающие антимикробными свойствами и способствующие поддержанию здоровья животных. Применение хвои в кормлении животных способствует активации выработки эндогенных ферментов и укреплению иммунной, антибактериальной и антигельминтной защиты, а также повышению антиоксидантных свойств организма [1].

Основная часть

Чтобы снизить неонатальный окислительный стресс у новорожденных телят, была применена хвойно-фитогенная добавка (ХФД) – энергетический продукт с витаминами и пролонгированным действием. В состав ХФД входят хвойный экстракт, глицерин, сахар, активированный уголь, семена льна и поваренная соль. Телятам опытной группы с 3-дневного возраста вводили ХФД в дозе 30 мл на 100 кг живой массы, смешивая с молоком на протяжении 60 дней, а затем с комбикормом в течение следующих 4 месяцев. Животные контрольной группы получали только основной рацион. У опытных животных забор крови производили на 10-й день, а также через 1, 3 и 6 месяцев. В ходе нашего исследования установлено, что уровень фермента супероксиддисмутазы (СОД) у телят в возрасте 10 дней был низким, составляя всего 3,2-3,5 единицы на миллилитр. В месячном возрасте этот показатель увеличился на 18,7-47,5%, в трехмесячном – на 27,5-68,85%, а к шести месяцам достиг 146,8-231,8% от первоначального уровня. У телят опытной группы уровень супероксиддисмутазы (СОД) в сыворотке крови превышал контрольные значения: на 18,4% в месячном возрасте, на 26,2% в трехмесячном и на 28,1% в шестимесячном. Эти результаты указывают на то, что добавка растительного происхождения способствует увеличению концентрации СОД, тем самым усиливая антиоксидантную защиту. С возрастом уровень глутатионпероксидазы

у телят повышался, что может свидетельствовать о укреплении их иммунной системы и адаптации к окружающей среде. В 10-дневном возрасте уровень глутатионпероксидазы в крови опытных телят составлял 107,0-114,0 Ед/мл, а к 6 месяцам он увеличился на 50-86,9%. Также в опытной группе наблюдался более высокий уровень пероксида глутатиона в крови по сравнению с контрольной группой, причем достоверные различия были зафиксированы через 1 месяц (4,1%, $p<0,01$), 3 месяца (14,9%, $p<0,01$) и 6 месяцев (16,9%, $p<0,05$).

Концентрация каталазы в плазме крови новорожденных на 10-й день достигает минимальных значений. С увеличением возраста телят этот уровень постепенно растет, что указывает на необходимость в более интенсивной защите от окислительного стресса по мере их роста. Кроме того, телята, получавшие добавку, показали более высокую активность каталазы в сыворотке крови по сравнению с контрольной группой, при этом разница составила 11,8% в 3-месячном возрасте и 28,9% в 6-месячном (при $p<0,05$). Это подтверждает, что добавка усиливает антиоксидантную защиту организма теленка. В ходе нашего исследования установлено, что концентрация веществ, взаимодействующих с тиобарбитуровой кислотой (ТБК-АП), в сыворотке крови телят составляла от 2,08 до 3,03 мгМ/л. Содержание веществ, взаимодействующих с тиобарбитуровой кислотой (ТБК-А), в сыворотке крови было заметно ниже в опытной группе, чем в контрольной. Особенно в возрасте 3 месяцев эта разница была статистически значимой, составив снижение на 6,7% при уровне значимости $P < 0,05$. Кроме того, хвойно-фитогенная добавка привела к улучшению показателей роста и развития телят, что свидетельствует о ее положительном влиянии на здоровье животных (рисунок).



Рисунок – Живая масса и валовой прирост подопытных животных

Эти результаты говорят о потенциальной эффективности данной добавки в повышении адаптации и роста молодняка.

Заключение

Исходя из результатов наших исследований, можно сделать вывод, что у новорожденных телят антиоксидантная защита находится на стадии формирования, однако с возрастом она становится более эффективной. Данные показывают значительное повышение уровней супероксиддисмутазы, глутатионпероксидазы и каталазы, а также снижение маркеров окислительного стресса, таких как вещества, реагирующие с тиобарбитуровой кислотой. Кроме того, добавка способствовала улучшению роста телят.

Список использованной литературы

1. Девяткин, В.А. Использование хвои как источника фитобиотиков в питании животных и аквакультуры/ В.А. Девяткин //Аграрная наука. 2023. № 6. С. 50–57.

УДК 631.22.018

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА

Д.С. Праженик, ст. преподаватель,

В.В. Носко, ст. преподаватель,

Ю.А. Нестеров, студент

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

Аннотация: данная статья посвящена роботизированному скреперу для удаления навоза.

Abstract: this article is about robotic manure scraper.

Ключевые слова: бесподстилочного навоза, роботизированный скрепер, навозный канал.

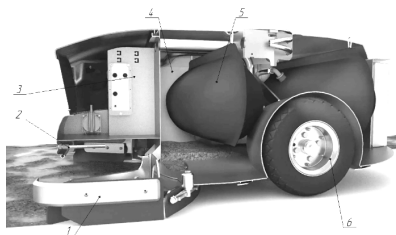
Keywords: litterless manure, robotic scraper, manure channel.

Введение

На крупных специализированных животноводческих комплексах Республики Беларусь, так и за рубежом практикуется бесподстилочное содержание животных. Такой навоз обладает текучестью и легко подается перекачке по трубам с помощью насосов. Средний выход бесподстилочного навоза от одной головы крупного рогатого скота составляет 50-60 литров в сутки. Питательных веществ в таком навозе содержится: 10-11,5 % в сухом веществе навоза, фосфора 0,28-0,4 %, калия – 0,21-0,5 %. Особенно ценно, что в этой форме навоза от 50 до 70 % азота находится в аммонийной форме, хорошо доступной растениям [1].

Основная часть

Комплексная система утилизации и использования как бесподстильного, так и подстильного навоза должна обеспечивать механизацию следующих технологических процессов: удаление навоза из помещений; транспортирование и утилизация в навозохранилище; переработка навоза, хранение и использование. При этом, с целью улучшения гигиены коров, микроклимата в помещении, снижения содержания аммиака и азотистых газов, удаление бесподстильного навоза из помещений обязательно должно осуществляться в автоматическом режиме не менее шести раз в сутки, т.к. от эффективной работы системы навозоудаления зависит санитарное состояние и ветеринарное благополучие молочно-товарной фермы, состояние здоровья животных, их продуктивность и качество продукции. Удаление и транспортирование бесподстильного навоза на реконструируемых и строящихся молочно-товарных фермах республики производят с применением скребковой системы навозоудаления. Данная технологическая схема имеет ряд недостатков: высокую материалоемкость и энергоемкость, невысокую надёжность. Предлагается использование роботизированных скреперов для удаления навоза. Роботизированный скрепер собирает бесподстильный навоз, а не толкает его перед собой вдоль навозного канала, в результате пол коровника остается более чистым. Сбор навоза осуществляется путем втягивания его в емкость при помощи вакуума. Робот для удаления навоза имеет автономное приводное устройство, которое состоит из электродвигателя (электроэнергию получают от аккумулятора), редуктора и шасси с приводными колесами (рисунок 1).



1 – скрепер; 2 – фронтальная форсунка; 3 – блок управления;
4 – навозная камера; 5 – резиновый мешок; 6 – шасси

Рисунок 1 – Роботизированный скрепер

Робот автоматически заполняется водой в начале каждого маршрута. Вода поступает в два резиновых мешка внутри корпуса. С помощью фронтальной форсунки вода обеспечивает лучшее разжижение навоза. По мере заполнения навозной камеры, объём воды в мешках уменьшается, тем самым освобождается больше места для навоза. Задняя форсунка предотвращает образование скользкой пленки. Это стимулирует естественное поведение коров, помогая более эффективно выявить коров в охоте. Собранный навоз выгружается в навозный канал в конце каждого маршрута. Роботизированный скрепер ориентируется автономно с помощью встроенных датчиков. Маршрут и программа очистки задаются пользователем в соответствии с необходимым порядком фермы.

Заключение

В новых, а также реконструируемых животноводческих помещениях, робот имеет неоспоримые преимущества перед другими механическими системами удаления навоза, так как позволит качественно очищать проходы, улучшить условия труда и экологическую обстановку на животноводческих комплексах.

Список использованной литературы

1. В.О.Китиков, Д.С.Праженик, Н.А.Деменок, Д.А.Малявский Повышение эффективности транспортирования бесподстилочного навоза на основе автоматизации оборудования // Передовые технологии и техническое обеспечение сельскохозяйственного производства : материалы Международной научно-практической конференции, Минск, 30–31 марта 2017 года – Минск : БГАТУ, 2017. – 404 с. : – С.288–290.

2. Роботизированный скрепер. Инструкция по эксплуатации – 116 с.

УДК 631.363:636.086.5

ПРИМЕНЕНИЕ ЛЕНТОЧНОЙ СУШИЛКИ С КОМБИНИРОВАННЫМ ПОДВЕДЕНИЕМ ЭНЕРГИИ ДЛЯ СУШКИ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА

Ю.В. Саенко, д-р техн. наук, профессор,

Р.З. Байрамов, ассистент

ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ»,

п. Майский, Российская Федерация

Аннотация: Ленточная сушилка с дискретно-комбинированным подведением энергии – это техническое средство для эффективного и щадящего способа сушки пророщенного зерна, которое используют в рационе кормления животных как витаминную кормовую добавку.

Abstract: A belt dryer with combined energy supply is one of the most effective and gentle methods for drying sprouted grain, which is supplied to animals as a feed additive.

Ключевые слова: Сушилка, пророщенное зерно, животноводство, продукт, влажность, промышленность, теплоподвод.

Keywords: Dryer, sprouted grain, livestock, product, humidity, industry, heat supply.

Введение

Российская Федерация по своей площади является самой большой страной в мире. Она обладает обширными территориями с различными климатическими поясами, и при этом большая часть территорий находится в районах с холодными климатическими условиями. Один из способов обеспечения животноводства высококачественными кормовыми добавками – это добавление в корм пророщенного зерна [1]. Пророщенное зерно – это продукт, который получают путем проращивания из зерновки ростка. В окончательном виде пророщенное зерно состоит из ростка и зерновки, которые обладают высокой влажностью – 56-58%. Чтобы при добавлении пророщенного зерна в сухой комбикорм полученная смесь не портилась, необходимо выполнить сушку пророщенного зерна до конечной влажности 13-15%. Для сушки пророщенного зерна необходимо использовать предложенный агрегат с комбинированным дискретным теплоподводом.

Основная часть

Пророщенное зерно – это живой биологический материал, чувствительный к перегреву. Цель сушки – не просто удалить влагу, но и сохранить ферментативную активность, цвет, аромат и питательные вещества. Это позволит выполнить ленточная сушилка с комбинированным подведением энергии – конвекция (дискретно) и ИК- излучение. [2]. Преимущества ленточной сушилки с применением инфракрасного и дискретного конвективного теплоподвода к продукту: 1. *Высокая скорость сушки.* Совмещение конвективного (горячий воздух) и радиационного (инфракрасный) методов позволяет интенсифицировать процесс сушки без перегрева зерна. 2. *Щадящий режим.* Возможность точного разделения этапов сушки. На начальной стадии, когда влажность высока, можно использовать конвективный теплоподвод, далее конвекцию выключают, работают только инфракрасные лампы, которые подтягивают влагу из внутренних слоёв ростка и зерновки к поверхности, а на финальном этапе в зоне охлаждения подают атмосферный воздух для досушивания без перегрева. 3. *Равномерность.* Ленточный транс-

портер обеспечивает равномерное распределение слоя зерна, что исключает пересушивание или недосушивание отдельных партий пророщенного зерна. 4. *Энергоэффективность*. Комбинированные методы часто позволяют снизить общие энергозатраты по сравнению с традиционными конвективными сушилками [3]. 5. *Контроль качества*. Точное управление температурой на разных зонах (секциях) сушилки позволяет идеально повторить требуемый технологический режим. Технологический процесс сушки пророщенного зерна обычно разделен на этапы. 1. *Предварительная сушка* (Свободная влага). Влажность пророщенного зерна высокая, более 55%. Применяем щадящий конвективный способ. Температура подаваемого воздуха +40...+50°C. Это этап "подвяливания", где важно сохранить ферменты. ИК-подогрев на этом этапе может использоваться для мягкого и быстрого старта процесса. Задача состоит в том, чтобы удалить свободную влагу с поверхности продукта, но сохранить всю ферментативную активность. 2. *Основная сушка*. Влажность зерна находится в пределах 20-25%. Температура внутри сушильной камеры повышается до +58...+62°C. Активно задействуется дискретно включаемая конвекция и постоянно работающие ИК-излучатели. Это позволяет эффективно удалять связанную влагу. Задача: активное удаление влаги с продукта как с поверхности, так и изнутри. 3. *Охлаждение*. Влажность высушенного пророщенного зерна 13–15%. В зоне охлаждения пророщенное зерно охлаждают до температуры, которая не превышает температуру окружающей среды более чем 9–11°C. Задача: Доведение до конечной влажности и уменьшение температуры для дальнейшего хранения.

Заключение

Применение ленточной сушилки с комбинированным подведением энергии (конвекция +ИК-излучение) для сушки пророщенного зерна является передовым технологическим решением. Оно позволяет добиться не только высокой производительности и энергоэффективности, но и, самое важное, гарантирует получение продукта высшего качества с сохраненной биологической ценностью и контролируемыми органолептическими свойствами.

Список использованной литературы

1. Нарижный, А.Г. Влияние скармливания пророщенного зерна ячменя на воспроизводительную функцию свиноматок и рост поросят [Текст] / А.Г. Нарижный, А.Ч. Джамалдинов, Г.С. Походня // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2020. – №1. – С. 64–70.
2. Саенко, Ю.В. Обоснование пророщенного зерна [Текст]/ Ю.В. Саенко, Р.З. Байрамов // Материалы Национальной научно-практической конференции «Инно-

вационные решения в агроинженерии в XXI веке». Решения проблем взаимодействия науки и бизнеса п. Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2021. – С. 159–160.

3. Пат. 2757401 С1 F26B 17/04 (2006.01) F26B 20/00 (2006.01) F26B 17/04 (2021.01) F26B 20/00 (2021.01) Сушилка пророщенного зерна/ Вендин С.В., Саенко Ю.В., Макаренко А.Н., Казаков К.В., Путиенко К.Н., Байрамов Р.З. Правообладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ им. В.Я. Горина. Заявка № 2021105254. Заявка 01.03.2021 г. Опубликовано 15.10.2021 г. Бюл. № 29.

УДК 631.363.2

ПРИМЕНЕНИЕ РАПСОВОГО ЖМЫХА В КОМБИКОРМОВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

С.А. Дрозд, канд. тех. наук,

Д.С. Кочев, магистрант

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

Аннотация: Рассмотрена питательная ценность рапсового жмыха и его потенциал как кормовой добавки. Обсуждены проблемы, связанные с содержанием глюкозинолатов, их влияние на здоровье животных и существующие методы их инактивации. Подчеркивается необходимость разработки новых технологий для безопасного использования рапсового жмыха в кормлении.

Abstract: The nutritional value of rapeseed meal and its potential as a feed additive are examined. The issues related to the presence of glucosinolates, their impact on animal health, and existing methods for their inactivation are discussed. The need for the development of new technologies to ensure the safe use of rapeseed meal in animal feeding is emphasized.

Ключевые слова: рапс, рапсовый жмых, корма, глюкозинолаты.

Keywords: rapeseed, rapeseed cake, feed, glucosinolates.

Введение

Одним из важных факторов, способствующих развитию животноводства в Республике Беларусь, является использование отечественных высокоэнергетических комбикормов, которым необходимо обладать повышенной питательной ценностью для стимулирования роста производства продукции животноводства. Одним из способов повышения питательности кормов является внедрение рапсового жмыха. Этот побочный продукт переработки семян рапса позволяет сбалансировать рационы животных за счет высокого содержания белка и минералов. Однако помимо питательных веществ рапсовый жмых содержит существенное количество токсичных элементов – глюкозинолатов [1]. Данный факт сдерживает применение рапсового жмыха в комбикормовом производстве и поиск путей его дитоксификации являются важной народнохозяйственной задачей.

Основная часть

В настоящее время рапс является основной масличная культура в Республике Беларусь. Прослеживается ежегодное увеличение посевных площадей, выделенное на выращивание рапса в хозяйствах всех категорий Республики Беларусь с 364 тыс. га в 2020 году до 425 тыс. га в 2024 году. Что обуславливает динамику роста валового сбора рапса с 733 тыс. т в 2020 году до 1040 тыс. т в 2024 году [2]. При получении рапсового масла остается побочный продукт – рапсовый жмых. По питательным веществам рапсовый жмых не уступает семенам рапса, а по ряду показателей превосходит их, что свидетельствует о потенциале использования рапсового жмыха в качестве кормовой добавки с целью повышения питательности кормов. Однако в рапсовом жмыхе содержатся большое количество вредных компонентов – глюкозинолатов [3]. В присутствии влаги глюкозинолаты, остающиеся в жмыхе рапса, подвергаются ферментативному гидролизу, образуя разнообразные соединения, которые имеют антипитательные свойства и могут быть токсичны. Например, изотиоционаты вызывают раздражение слизистой оболочки, обладают слабой антибиотической активностью, подавляют деятельность щитовидной железы. Использование рапсового с относительно высоким содержанием глюкозинолатов не только ограничивает норму ввода в рационы, но и отрицательно сказывается на здоровье животных [4]. Существуют различные способы инактивации глюкозинолатов из рапсового жмыха, которые сводятся к подавлению активности фермента мирозиназы влаготепловой обработкой: автоклавированием, микронизацией, экструдированием, дистилляцией, лиофилизацией, обработке дубильными веществами, формальдегидом и другими химическими веществами. Однако большинство из них не нашло по разным причинам широкого применения в практике использования рапсовых кормов в кормлении животных [5]. По этой причине оптимизация известных и поиск новых технических средств по инактивации глюкозинолатов, которые позволяют безопасно применять рапсового жмыха в комбикормовом производстве является важной задачей.

Заключение

Рапсовый жмых обладает высоким потенциалом в качестве питательной добавки для кормов, превосходя по ряду показателей семена рапса. Однако наличие значительного количества глюкозинолатов представляет собой серьезную проблему, ограничивающую его использование из-за потенциальной токсичности и нега-

тивного воздействия на здоровье животных. Несмотря на существующие методы инактивации глюкозинолатов, их широкое применение в практике остается затруднительным. Поэтому дальнейшие исследования и разработка эффективных, безопасных и экономически оправданных технологий инактивации глюкозинолатов являются актуальной задачей для повышения безопасности и эффективности использования рапсового жмыха в кормовом производстве.

Список использованной литературы

1. Комплект оборудования для производства кормовых добавок на основе рапсового жмыха и эффективность его использования на практике / А.И. Пунько [и др.] // Вестник ВНИИМЖ. – Подольск, 2015. – № 4 (20). – С. 34–38.
2. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический буклет / И. В. Медведева [и др.]. – Минск : Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2025. – 36 с.
3. Мезенцева Е.Г. Рапс – основная масличная культура в Республике Беларусь. Почвоведение и агрохимия. 2022;(2):71-83.
4. Байбатыров Т.А. Оптимизация параметров процесса экструдирования рапсового жмыха / Т.А. Байбатыров, С. А. Дрозд // Агропанорама. – 2024. – № 4. – С. 15–19.
5. Нормы скармливания жмыха и шрота из семян новых сортов рапса молодняку крупного рогатого скота : моногр. / В. Ф. Радчиков [и др.] ; РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2019. – 132 с.

УДК 637.1

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КОРМЛЕНИЯ НА ФЕРМАХ ДОЙНОГО СТАДА

Д.Ф. Кольга, канд. техн. наук, доцент,

Д.В. Лагун, студент

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

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы подготовки кормов к скармливанию и влиянию их на продуктивность коров. Представлены современные методы и приборы для оценки качества кормов.

Abstract: The article deals with the preparation of feed for feeding and their influence on the productivity of cows. Presents modern methods and tools for evaluating the quality of feed.

Ключевые слова: молоко, контроль, качество, приборы, анализ, смешивание, кормосмесь.

Keywords: milk, feed, control, quality, devices, analysis, mixing, ration.

Введение

Производство молока на фермах и комплексах Республики главным образом зависит от сбалансированного кормления. Многие руководители считают, что, накормив, напоил, подоил и на

этом выполнены все технологические операции достаточные для хорошего удоя. Но на современном этапе этого недостаточно, необходимо внедрять прогрессивные технологии только тогда можно получить высокую продуктивность животных и снизить затраты на производство молока.

Основная часть

Создание условий, обеспечивающих максимальное использование потенциала коров, является основным приоритетом при оценке эффективности технологий и средств механизации и автоматизации. Основным фактором увеличения производства молока является улучшение условий кормления.



Прибор для контроля за гранулометрическим составом конц. кормов



Прибор NIRS для анализа кормов в режиме реального времени

Рисунок 2 – Оснащенность лаборатории приборами для контроля качества кормов

Кормление должно производиться полнорационными сбалансированными кормовыми смесями. Это позволяет, за счет увеличения поедаемости, сократить расход кормов на 20...25%, снизить затраты труда на кормление в 1,2-1,5 раза, при одновременном повышении качества молока. Определение качества кормов проводилось в аккредитованной лаборатории кормов ООО «Унибокс» на молочно-товарном комплексе д. Чернова. В хозяйствах республики используют кукурузный силос. По данным доцента, кандидата сельскохозяйственных наук Лопотко А.М., степень влияния кукурузного силоса с различным содержанием сухих веществ на выход молочной продукции представлена в таблице 1. Из данных таблицы видно, что наибольшее влияние на выход молока оказывает скормливание силоса из кукурузы, содержащей 35% сухого вещества. Продуктивное действие силоса увеличилось за счет улучшения питательных и качественных характеристик силоса. Контроль корма необходимо осуществляется раз в неделю с использованием экспресс-анализа на содержание: СВ, СП, СЗ, НДК, КДК, крахмал. Чтобы оценить влияние степени измельчения грубых кормов на состав

кормосмеси, достаточно отобрать среднюю пробу в количестве 500 г с кормового стола.

Таблица 1. Влияние содержания сухих веществ в кукурузном силосе на выход молока

Содержание сухого вещества	Количество кг молока в 1 т сухой массы	Производство молока на 1 га кормовой площади, кг
25	1489	23917
30	1546	26716
35	1589	29434
40	1405	26032
45	1349	23119

Частота проведения замеров – один раз в неделю. Для этих применяют Пенсильванскую сортирующую систему с использованием экспресс-анализа на содержание в образцах питательных свойств. Для проведения замеров с кормового стола отбираются три средние пробы свежей кормовой смеси: в начале кормового стола, в середине и в конце при выгрузке кормораздатчика-смесителя.

Таблица 2. Рекомендуемая система измельчения силосной смеси по структурному наличию кормовых частиц

Замеры	Корм (% задержанных частиц)		
	кукурузный силос	травяной силос (сенаж)	кормосмесь
Верхнее сито	5-8	>40 при содержании СВ 34-37% >45 при содержании СВ <34%	8-15
Нижнее сито	>50	>35	35-50
Поддон	<35	<25	<50

Исключаем разбитость кормовых частиц (мохообразность, бахрамистость срезов кормовых частиц) путем заточки ножей и регулировки зазора между ножами и противорежущей пластиной.

Заключение

Выполненное исследование позволяет сделать следующие выводы: для получения молока от коровы не менее 6000 кг в год и более она должна потреблять 22-24 кг сухого вещества в сутки; длина частиц корма полнорационной сбалансированной кормосмеси для дойного стада должна составлять от 2,5 до 5 см.

Список использованной литературы

1. Ходженс, М. «Управление кормами в молочном хозяйстве» / М. Ходженс. – США – 2010 – 58 с.
2. Тайны молочных рек: практическое пособие: Корма и кормление / Под общей редакцией канд. с-х. наук А.М. Лопотко. – Орел ООО «Наша молодежь», ООО «Типография» Новое время. Т.1 – 2015 – 315 с.

СВЧ-СИСТЕМА С ШНЕКОВОЙ ТРАНСПОРТИРОВКОЙ И ОЗОНОВОЙ ДЕЗИНФЕКЦИЕЙ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНОГО МЯСНОГО СЫРЬЯ

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

Г.В. Новикова, д-р техн. наук, профессор,

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

М.В. Просвирякова, д-р техн. наук, доцент

*ГБОУ ВО «Нижегородский инженерно-экономический университет»,
г. Княгинино, Российская Федерация*

Аннотация: Разработана новая конструкция СВЧ установки с коаксиальным резонатором для непрерывной термообработки и обеззараживания вторичного мясного сырья. Установка обеспечивает равномерный нагрев за счет гребенчатой замедляющей структуры шнека и активного обеззараживания озоном, генерируемым коронным разрядом. Приведены результаты теоретического обоснования параметров и описание работы установки.

Abstract: A novel microwave system incorporating a coaxial resonator has been developed for continuous thermal processing and decontamination of secondary meat raw materials. The system delivers uniform heating through a comb-like retarding screw conveyor and provides active microbial inactivation using ozone produced by a corona discharge. The paper presents the theoretical rationale for the system parameters and a detailed description of its operation.

Ключевые слова: СВЧ нагрев, коаксиальный резонатор, вторичное мясное сырье, обеззараживание, озон, замедляющая структура.

Keywords: microwave heating; coaxial resonator; secondary meat raw materials; decontamination; ozone; retarding (comb-like) screw structure.

Введение

Введение в проблему переработки вторичных мясных ресурсов определяет необходимость разработки энергоэффективных и компактных установок, обеспечивающих не только плавление жира, но и гарантированное обеззараживание продукта [1]. Существующие технологии, основанные на паровом или контактном нагреве, обладают существенными недостатками: большими временными затратами, возможностью локального перегрева и ухудшением потребительских свойств конечного продукта. Перспективным направлением является использование энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ), позволяющей осуществлять объемный нагрев с высокой скоростью. Однако существующие СВЧ-установки, например, с диафрагмированными резонаторами, часто имеют сложную конструкцию, требующую точного согласования множества параметров.

Целью данной работы являлась разработка и теоретическое обоснование конструкции радиогермичной СВЧ установки непрерывного действия с коаксиальным резонатором, обеспечивающей равномерную термообработку и обеззараживание вторичного мясного сырья за счет комбинированного воздействия ЭМП СВЧ и озона.

Основная часть

За основу был взят коаксиальный резонатор, образованный наружным и внутренним соосными неферромагнитными цилиндрами. Для создания бегущей волны и увеличения плотности электромагнитной энергии внутренний цилиндр был выполнен в виде гребенчатой замедляющей структуры [2]. Конструкция винтового шнека, являющегося частью этой структуры, была рассчитана исходя из условий эффективного взаимодействия ЭМП СВЧ с обрабатываемым материалом. Шаг витков (S) был принят равным удвоенной глубине проникновения волны (Δ) в продукт: $S = 2\Delta$. Для типичного вторичного мясного сырья с высоким содержанием воды Δ составляет 1,7–11,2 см [3], что и определило диапазон изменения шага. Высота и ширина витка были заданы равными $\lambda/4 = 3,06$ см для частоты 2450 МГц. Отношение радиусов наружного (R) и внутреннего (r) цилиндров было принято равным 3,6, что является оптимальным для возбуждения волны типа H_{11} в коаксиальной линии [4]: $R/r = 3,6$. Геометрические размеры резонатора согласованы с длиной волны: диаметр наружного цилиндра $D = 5\lambda = 61,2$ см, а его длина $L = 7\lambda = 85,7$ см. Для генерации озона, обеспечивающего дополнительное обеззараживание и нейтрализацию запахов, в верхней части резонатора установлены электрогазоразрядные лампы и коронирующие иглы, запитанные от источников импульсно-модулированных ВЧ-колебаний. Для обеспечения электромагнитной безопасности и вывода продуктов переработки применены заградительные волноводы с шаровыми кранами. Разработанная установка (патент РФ №2846119) работает следующим образом. Измельченное сырье подается в загрузочную емкость и шнеком транспортируется в зону обработки – керамическую перфорированную обечайку, внутри которой вращается основной шнек, выполняющий функцию замедляющей структуры. Благодаря согласованию шага витков с глубиной проникновения волны и их размера с $\lambda/4$, обеспечивается эффективный подвод СВЧ-энергии и ее поглощение в объеме продукта. Напряженность электрического поля в зоне нагрева достигает 8–10 кВ/см, что достаточно для быстрого нагрева и пастеризации.

Керамическая обечайка, обладающая малыми диэлектрическими потерями ($k \approx 10^{-3}$), выполняет функцию диэлектрического резонатора, концентрируя энергию в зоне обработки и уменьшая потери на излучение [4]. Одновременно с нагревом, коронный разряд между электрогазоразрядными лампами и иглами генерирует озон, который диффундирует в сырье, обеспечивая дополнительное бактерицидное действие и окисление летучих соединений, ответственных за неприятный запах. Вытопленный жир стекает через перфорацию в обечайке и удаляется через запредельный волновод в нижней части установки. Обезжиренный твердый остаток (шквара) транспортируется шнеком к выгрузочному окну.

Заключение

Теоретически обоснована и разработана конструкция СВЧ установки с коаксиальным резонатором для переработки вторичного мясного сырья. Ее ключевыми преимуществами являются: высокая эффективность нагрева и обеззараживания за счет использования замедляющей структуры и комбинированного воздействия ЭМП СВЧ и озона; непрерывность процесса и возможность регулирования производительности; радиотермичность конструкции, обеспечивающая безопасность эксплуатации.

Список использованной литературы

1. Ивашов В.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. Ч. 1. Оборудование для убоя и первичной обработки. – М.: Колос, 2001. – 552 с.
2. Баскаков С.И. Электродинамика и распространение волн. – М.: Высшая школа, 1992. – 208 с.
3. Электрофизические, оптические и акустические характеристики пищевых продуктов / Под ред. И.А. Рогова. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 288 с.
4. Стрекалов А.В., Стрекалов Ю.А. Электромагнитные поля и волны. – М.: РИОР; ИНФРА-М, 2014. – 375 с.

УДК 631.362.3

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПНЕВМОКАНАЛА ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

А.И. Ермаков, канд. тех. наук, доцент,

С.А. Зеленко, канд. техн. наук

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация: В статье представлены результаты исследования влияния режимных параметров пневматического канала зерноочистительной машины МУЗ-16 на эффективность ее работы.

Abstract: The article presents the findings of a study that investigated the impact of operating parameters on the efficiency of the pneumatic channel of the grain-cleaning machine MUZ-16.

Ключевые слова: зерноочистительная машина; аспирационная система; пневматический канал; скорость воздуха; расход воздуха.

Key words: grain cleaning machine; aspiration system; pneumatic channel; air speed; airflow.

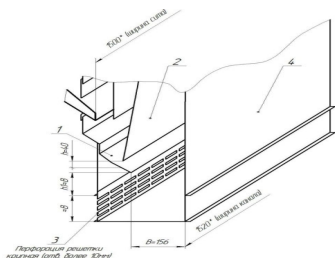
Введение

Зерновой ворох, поступающий на зерноочистительно-сушильные комплексы, состоит из смеси основной зерновой культуры, сорной и зерновой примеси. Определяющим звеном, влияющим на сохранность зерна, является предварительная очистка (сепарирование), которая заключается в разделении неоднородной зерновой смеси на составляющие ее компоненты.

Основная часть

В Республике Беларусь налажен выпуск широкой гаммы зерноочистительного оборудования, в том числе воздушно-ситовых сепараторов. Ведущими производителями машин для очистки и сортировки зерна являются СООО «Элезер» и компания «Полымя» (ЗАО «Борисовский завод «Металлист»). Для проведения экспериментальных исследований по изучению влияния режимных параметров пневматического канала зерноочистительной машины МУЗ-16 на эффективность ее работы был изготовлен экспериментальный стенд, конструкция которого позволяет изменять и регулировать конструктивные и режимные параметры лабораторного макета второго аспирационного канала машины универсальной зерноочистительной МУЗ-16: скорость и расход воздуха в канале; подачу исходной смеси зерна; размеры аспирационного канала.

После обобщения результатов предварительной серии экспериментов по исследованию влияния режимных параметров аспирационного канала на направление движения и скорости в нем воздушных потоков. В качестве входных факторов и их интервалов, оказывающих значительное влияние на процесс аэросепарирования, были выбраны: удельная производительность сепаратора $q_{уд}=0-666 \text{ кг}/(\text{ч} \cdot \text{см})$; объемная производительность вентилятора $V=0,14-0,4 \text{ м}^3/\text{с}$. В качестве выходных параметров, характеризующих эффективность аэросепарирования, были приняты: скорость воздуха в поперечном сечении канала $v, \text{ м}/\text{с}$; объем подсосов воздуха, из отверстий расположенных выше поперечного сечения канала, в которое подается зерновая смесь $V_{п}, \text{ м}^3/\text{с}$; объем забора воздуха через заборную решетку воздуха в канал $V_3, \text{ м}^3/\text{с}$.



1 – пластина для поступления зерна в канал; 2 – передняя стенка канала; 3 – заборная решетка для воздуха; 4 – задняя стенка аспирационного канала; В – глубина пневматического канала
Рисунок 1 – Схема пневматического канала окончательной аспирации зерноочистительного сепаратора МУЗ-16

Анализ экспериментальных данных позволил сделать следующие выводы: подсосы воздуха через отверстия для подачи зерновой массы в канал во всем диапазоне исследуемых режимных параметров составляют от 51,53 до 24,08%, что значительно снижает эффективность работы аспирационного канала; расход воздуха через заборную решетку канала незначителен и колеблется от 15,08% до 6,38% от расхода вентилятора, что свидетельствует о неудачном расположении заборной решетки и коррелирует с данными компьютерного моделирования. Для предотвращения подсосов воздуха предложенная новая схема и рекомендуемые параметры пневматического канала окончательной аспирации зерноочистительного сепаратора МУЗ-16 (рисунок 1). Предложенная новая конструкция пневматического канала окончательной аспирации позволит практически исключить подсосы воздуха при максимальной производительности машины 100 т/час, но при минимальной производительности 16 т/час величина подсосов, через зазор h составит не более 10% от расхода воздуха аспирационной системы

Заключение

Анализ экспериментальных данных исследования влияния режимных параметров пневматического канала зерноочистительного сепаратора МУЗ-16 выявил основные причины снижения эффективности сепарирования зернового вороха. Для устранения этих недостатков была предложена новая схема пневматического канала окончательной аспирации сепаратора МУЗ-16.

Список использованной литературы

1. Ермаков, А.И. Совершенствование аспирационной системы зерноочистительной машины / А.И. Ермаков, С.А. Зеленко // Вестник БарГУ. Серия «Технические науки». – 2024. – № 1 (15). – 45–51.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭТАПОВ РАЗДЕЛЕНИЯ ЖИРА И ПЛАЗМЫ МОЛОКА В МЕЖТАРЕЛОЧНОМ ПРОСТРАНСТВЕ СЕПАРАТОРА-СЛИВКООТДЕЛИТЕЛЯ

А.В. Яшин, канд. техн. наук, доцент,

Н.С. Чиркова, ассистент

ФГБОУ ВО «Пензенский ГАУ», г. Пенза, Российская Федерация

Аннотация: В статье представлен анализ этапов разделения жира и плазмы молока в межтарелочном пространстве сепаратора-сливкоотделителя и соответствующие им траектории движения с учетом использования кольцевого порога на внешней стороне в нижней части тарелки, выполненного по винтовой линии в направлении противоположном вращению барабана.

Abstract: The article presents an analysis of the stages of separation of fat and milk plasma in the inter-tray space of the separator-drain separator and the corresponding trajectories of movement, taking into account the use of an annular threshold on the outside in the lower part of the plate, made along a helical line in the direction opposite to the rotation of the drum.

Ключевые слова: разделение, жировой шарик, этап, траектория.

Keywords: separation, fat ball, stage, trajectory.

Введение

Рассмотрим межтарелочное пространство (рисунок) барабана сепаратора-сливкоотделителя, ограниченное двумя соседними тарелками 1 и 2 так, что четные тарелки выполнены гладкими, а нечетные имеют шипики 7. Данные тарелки наклонены относительно горизонтальной плоскости под углом α и вращаются вокруг вертикальной оси с постоянной угловой скоростью ω .

Основным способом подвода молока в межтарелочные пространства, практически реализуемым в серийно-выпускаемых сепараторах-сливкоотделителях является его подача по вертикальным подводящим каналам, образованным отверстиями 3 в тарелках 1 и 2, откуда молоко распределяется по межтарелочным пространствам [1]. Так как размеры жирового шарика малы, а поверхностное натяжение способствует формированию минимальной площади поверхности, примем его форму сферической с радиусом $r_{ж.ш.}$ [2].

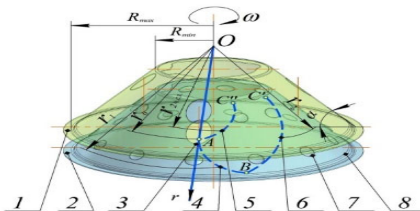


Рисунок – Схема к исследованию движения жирового шарика в межтарелочном пространстве сепаратора-сливкоотделителя: 1 – четная гладкая тарелка; 2 – нечетная тарелка с шипиками; 3 – отверстие на конической части тарелки; 4 – воображаемая траектория движения жирового шарика соответствующая первому этапу разделения; 5, 6 – воображаемые траектории движения жирового шарика соответствующие второму этапу разделения; 7 – шипик; 8 – кольцевой порог, выполненный по винтовой линии в направлении противоположном вращению барабана; А – точка начального положения жирового шарика; В – точка конечного положения жирового шарика после первого этапа разделения и соответствующая начальному положению второго этапа разделения; С – точка конечного положения жирового шарика после второго этапа разделения; $R_{\min}$, $R_{\max}$ – соответственно минимальный и максимальный радиус тарелки; r_0 – радиус-вектор начального положения жирового шарика; r_1 – радиус-вектор жирового шарика на первом этапе разделения; r_2 – радиус-вектор жирового шарика на втором этапе разделения; ω – угловая скорость барабана; α – угол наклона разделительной тарелки к горизонтали.

При этом траектории движения жировых шариков разного размера в межтарелочном пространстве будут соответственно различаться [3]. Ввиду того, что на крупные жировые шарики, обладающие большей массой, чем мелкие, будут действовать большая центробежная сила, таким образом, на первом этапе разделения за один и тот же промежуток времени наиболее крупный шарик может переместиться на больший радиус к периферии тарелки. Кроме того, на мелкие жировые шарики, в отличие от крупных, будет действовать меньшая сила Архимеда, что осложняет их всплытие с осаждением на внешней стороне тарелки и указывает на более продолжительный первый этап разделения.

Основная часть

Проанализируем возможные или воображаемые траектории движения жировых шариков в межтарелочном пространстве барабана сепаратора-сливкоотделителя, заполненного молоком. Часть жировых шариков, не успевших одномоментно осесть на внешней стороне тарелки при их выходе в межтарелочное пространство из подводящего канала, образованного отверстиями 3, будут двигать-

ся по траекториям подобным 4 или AB , смещенным ниже от отверстия 3 к периферии межтарелочного пространства. Движение по этим траекториям до момента осаждения жировых шариков на внешней стороне тарелки соответствует первому этапу разделения, а те жировые шарики, которые не осели на внешней стороне тарелки, сносятся потоком молока вместе с биомеханическими примесями в грязевое пространство барабана и оседают на его периферии, являясь безвозвратными потерями молочного жира. Для обеспечения возвратного движения молочного жира (жировых шариков) не осевших на внешних сторонах тарелок необходимо выполнение кольцевых порогов 8 с внешней стороны в нижней части образующей конуса тарелок, что позволит остановить на нем жировые шарики. Тем не менее, такая остановка через некоторое время приведет к их быстрому отложению на кольцевом пороге с последующим сносом последующей части жировых шариков. Для сообщения жировым шарикам противоположного первоначальному направлению движения импульса скорости, выполнением кольцевого порога в форме винтовой линии с направлением навивки противоположной вращению барабана. По завершению первого этапа сепарирования, т.е. после момента осаждения жировых шариков на внешней стороне тарелки или сообщения им противоположного первоначальному направлению движения импульса скорости кольцевым порогом в форме винтовой линии с направлением навивки противоположной вращению барабана наступает второй этап разделения, когда происходит движение по внешней поверхности конической части тарелки к оси барабана по траекториям подобным 5 или BC' . Другая часть жировых шариков, которые при выходе из подводящего канала, образованного отверстиями 3, которые расположены ближе к наружной поверхности тарелки будут двигаться по траекториям подобным 6 или AC'' и является частным случаем, когда происходит сразу второй этап разделения.

Заключение

Обоснованы два этапа разделения жира и плазмы молока, где первый этап предполагает движение до момента осаждения жировых шариков на внешней стороне тарелки, а второй – движение по внешней поверхности конической части тарелки к оси барабана. Установлена возможность движения части жировых шариков, соответствующая второму этапу разделения, минуя первый.

Список использованной литературы

1. К вопросу о совершенствовании способа загрузки межтарелочных пространств молочных сепараторов / А.В. Яшин, В.С. Парфенов, А.В. Саввин [и др.] // Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства: сборник статей Международной научно-практической конференции, Пенза, 01 мая 2014 года. – Пенза: Пензенская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. – С. 233–235. – EDN QZSGKM.
2. Обоснование критического радиуса жирового шарика и его граничного положения на конической части разделительной тарелки сепаратора-сливкоотделителя / А.В. Яшин, Ю.В. Польшивный, П.Н. Хорев, Н.С. Чиркова // Нива Поволжья. – 2024. – № 4(72). – DOI 10.36461/NP.2024.72.4.014. – EDN HJSJF5.

УДК 636.087.8

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЦЕССУ ПЕРЕРАБОТКИ ГРУБОГО РАСТИТЕЛЬНОГО КОРМА В ПРЕБИОТИЧЕСКУЮ ДОБАВКУ ДЛЯ ТЕЛЯТ

А.В. Китун¹, д-р техн. наук, профессор,

П.Ю. Крупенин², канд. техн. наук, доцент

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

²УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная
академия», г. Горки, Республика Беларусь

Аннотация: выполнен анализ способов углубленной обработки грубого растительного корма и определены требования к технологическому процессу переработки данного сырья в пребиотическую добавку для телят молочного периода.

Abstract: an analysis of methods for in-depth processing of coarse plant feed is carried out and the requirements for the technological process of processing this raw material into prebiotic production for the calf milk period are observed.

Ключевые слова: пребиотик, солома, сено, телята, молочный корм.

Keywords: prebiotic, straw, hay, calves, dairy feed.

Введение

Основу сухого вещества рационов для молочного скота составляют углеводы (около 70 %), главным структурным компонентом которых является клетчатка. При зоотехническом анализе кормов по традиционной схеме выделяют две фракции углеводов: структурные углеводы (сырая клетчатка) и неструктурные (безазотистые экстрактивные вещества, БЭВ) [1]. Для коров клетчатка служит источником энергии.

Под воздействием ферментов целлюбиазы и целлюлазы, вырабатываемых микрофлорой рубца, клетчатка расщепляется до моносахаридов.

Таким образом, микрофлора рубца определяет состояние здоровья и молочную продуктивность коров, поскольку рубцовые бактерии – практически единственный источник ферментов, необходимых для расщепления растительных кормов в рубце жвачных [2].

Основная часть

Для активизации развития полезной микрофлоры в рубце КРС на раннем этапе жизни животного к корму добавляют пробиотические и пребиотические комплексы. Основными видами пребиотиков для КРС являются ди- и трисахариды, олиго- и полисахариды, многоатомные спирты, аминокислоты и пептиды, ферменты, органические низкомолекулярные и ненасыщенные высшие жирные кислоты [3]. С целью стимулирования жизнедеятельности в рубце КРС целлюлозолитических бактерий, обеспечивающих ферментацию целлюлозы и гемицеллюлозы – основных питательных веществ в рационе КРС – рационально молочный корм для телят обогащать пребиотической добавкой, содержащей структурные углеводы, полученные посредством углубленной обработки и делигнификации целлюлозосодержащего растительного сырья: соломы злаковых зерновых культур (ячменной, овсяной, пшеничной), а также сена культурных и естественных угодий. Широко известны химические способы подготовки соломы злаковых зерновых культур к скармливанию КРС с использованием растворов щелочей, кислот, аммиачной воды и сжиженного аммиака [4], недостатками которых являются трудоемкость, длительность обработки и высокие энергозатраты. Известен способ приготовления корма из грубого растительного сырья [5] заключающийся в обработке соломы раствором щелочи с одновременным воздействием магнитным (напряженность 240...480 кА/м) и ультразвуковым (частота колебаний 10...40 кГц, интенсивность 1...5 Вт/см²) полями в течение 20...180 с. Одновременное воздействие магнитного и ультразвукового полей интенсифицирует процесс насыщения соломы натрием при меньшей концентрации гидроксида натрия в водном растворе. К недостаткам данного способа можно отнести использование магнитострикционных преобразователей в качестве источника ультразвукового поля, которые не в состоянии обеспечить измельчение сырья в процессе приготовления корма, а также необходимость нейтрализации в конечном продукте остаточной концентрации гидроксида натрия перед его использованием в качестве пребиоти-

ческой добавки к молочному корму для телят. Известен способ получения биологически полноценной кормовой смеси [6], заключающийся в том, что, по меньшей мере, один ингредиент корма, в т. ч. солому, измельчают и диспергируют в воде с добавлением в нее минерального сырья, премиксов, микроэлементов, витаминов и кальцийсодержащего сырья механо-гидроударно-кавитационно-диссипационным способом посредством циклического перекачивания полученной смеси по замкнутому контуру в течение 20...120 циклов при температуре 30...100 °С до приведения смеси к гомогенному состоянию с заданной крупностью частиц от 1 мкм до 3 мм.

Заключение

В результате анализа способов углубленной обработки грубого растительного сырья можно сформулировать основную задачу технологического процесса приготовления молочного корма для телят с пребиотической добавкой, способствующей усилению деятельности населяющих пищеварительный тракт КРС целлюлозолитических бактерий. Данный технологический процесс должен включать операции по очистке и предварительному измельчению сырья, комплексную обработку целлюлозосодержащего сырья, включающую операции механического тонкого измельчения и безреагентной делигнификации структурных углеводов с переводом трудно-гидролизуемых соединений сырой клетчатки в легкоусвояемые для животного вещества.

Список использованной литературы

1. Ганущенко, О. Клетчатка в рационах жвачных / О. Ганущенко // Молочное скотоводство. – 2019. – № 10. – С. 37–42.
2. Лаптеев, Г. Микробиом рубца – основа здоровья коров / Г. Лаптеев, Е. Ыылдырым, Л. Ильина // Молочное скотоводство. – 2020. – № 4. – С. 42–45.
3. Мурленков, Н. В. Эффективность пребиотических препаратов для телят в разные периоды выращивания / Н. В. Мурленков, А. И. Шендаков // Биология в сельском хозяйстве. – 2019. – № 1(22). – С. 27–30.
4. Способ получения субстрата из растительного сырья: а. с. SU 1329750 / Р. Г. Каткевич, Я. К. Лэмба, Ю. Ю. Каткевич, Д. А. Заке. – Оpubл. 15.08.1987.
5. Способ приготовления корма из грубого растительного сырья: а. с. SU 948364 / М. Х. Сабиров, Е. Г. Амнуэль, А. А. Зубков, Б. Г. Белов. – Оpubл. 07.08.1982.
6. Способ получения биологически полноценной кормовой смеси: патент RU 2447674 / А. В. Сидоров, А. В. Ковалев, И. И. Мошкучело. – Оpubл. 20.04.2012.

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ
МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА
ПРИ СКАРМЛИВАНИИ РАЗНЫХ ФОРМ ЦИНКА**

А.Н. Кот¹, канд. с.-х. наук, доцент, Н.В. Пилюк¹,

И.С. Серяков², д-р с.-х. наук, профессор,

А.Я. Райхман², А.Г. Марусич², В.И. Петров²,

Е.И. Приловская³, ст. преподаватель,

В.В. Никончук⁴, научный сотрудник,

¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», г. Жодино,

²УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки,

³Полесский государственный университет, г. Пинск,

⁴РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь)

Аннотация. В статье приводятся данные по изучению влияния различных дозировок цинка в органической форме на организм молодняка крупного рогатого скота.

Annotation. The article provides data on the study of the effect of various dosages of zinc in organic form on the body of young cattle.

Ключевые слова: молодняк крупного рогатого скота, рационы, минеральные вещества, пищеварение, продуктивность, эффективность.

Keywords. Young cattle, diets, minerals, digestion, productivity, efficiency.

Введение

Дефицит нормируемых минеральных веществ приводит к снижению продуктивности животных и возникновению ряда эндемических заболеваний [1]. Отечественная и мировая практика аргументированно доказала, что применение в рационах сельскохозяйственных животных и птицы биологически активных веществ позволяет получать от них больше продукции при одновременном снижении затрат кормов.

Основная часть

Исследования проведены в физиологическом корпусе РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» и ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита». Для выполнения исследования методом пар-аналогов были подобраны группы клинически здоровых животных с учетом живой массы, возраста, упитанности и одинаковой продуктивности.

Таблица 1 – Рацион подопытных животных

Корма и питательные вещества	Группа животных			
	I	II	III	IV
Силос кукурузный, кг	12,01	11,90	12,23	12,35
Комбикорм, кг	2,00	2,00	2,00	2,00
В рационе содержится:				
Корм. ед.	6,04	6,01	6,11	6,15
Обменная энергия, МДж	63,5	63,2	64,3	64,6
Сухое вещество, г	5,90	5,87	5,97	6,01
Сырой протеин, г	501,7	499,7	506,4	508,9
Сырой жир, г	148,9	148,0	150,8	151,8
Сырая клетчатка, г	1036,7	1029,4	1053,3	1062,0
Кальций, г	46,72	46,47	47,28	47,58
Фосфор, г	27,96	27,83	28,25	28,40
Магний, г	14,57	14,48	14,78	14,89
Калий, г	77,57	77,06	78,73	79,33
Сера, г	12,44	12,37	12,61	12,70
Железо, мг	1674	1662	1701	1715
Медь, мг	166	166	167	167
Цинк, мг	288	286	290	292
Марганец, мг	517	515	524	527
Кобальт, мг	2,80	2,80	2,81	2,81
Йод, мг	2,80	2,78	2,83	2,85

На протяжении всего опыта подопытные животные получали кукурузный силос и комбикорм. Отличием между контрольной и опытными группами заключалось в том, что в контрольной группе животные получали серноокислый цинк, а в опытных – серноокислый цинк был заменен на глицинат цинка в количестве 50%, 75 и 100%.

Силос животные получали вволю, комбикорм – нормированно. В структуре рациона на долю концентрированных кормов, приходилось 34% по питательности. Травяные корма в структуре рациона занимали 66%.

Концентрированные корма животные съедали полностью. Потребление кукурузного силоса в обеих группах находилось на одном уровне.

В среднем в сутки подопытный молодняк получал 5,9–6,0 кг/голову сухого вещества рациона. Содержание обменной энергии в сухом веществе рациона опытных групп составило

10,7 МДж/кг. На долю сырого протеина в сухом веществе рационов приходилось 8,5%.

Количество клетчатки в сухом веществе составило 18%. В одном килограмме сухого вещества содержалось 1 корм. ед.

О состоянии ферментативных процессов, образовании метаболитов, их всасывании и использовании в организме можно судить по реакции содержимого рубца.

Таблица 2 – Динамика живой массы и эффективность использования кормов подопытным молодняком

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Живая масса, кг:				
в начале опыта	208,3±5,3	204,7±3,80	210,3±2,60	210,3±4,90
в конце опыта	233,3±5,2	229,3±4,70	236,3±2,40	236,7±4,30
Валовой прирост	25±0,6	24,7±1,20	26±0,60	26,3±0,70
Среднесуточный прирост, г	833±19,3	822±400	866,7±19,3	877,7±22,3
% к контролю	100	98,7	104,0	105,4
Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед.	7,26	7,32	7,07	7,02
% к контролю	-	100,8	97,4	96,7

Анализ результатов изучения рубцовой жидкости показал, что исследуемые показатели у животных опытных групп отличалось незначительно. Отмечена тенденция повышения уровня общего азота у животных второй и третьей групп на 0,9–3,0%. В то же время установлено снижение содержания аммиака 3,2–4,9%. Однако отмеченные различия были недостоверны.

Использование органических и неорганических солей цинка в составе комбикормов для молодняка крупного рогатого скота не оказало значительного влияния на состав крови животных.

У животных четвертой опытной группы отмечено повышение содержания мочевины на 4,9%, а в III группе белка – на 5,4%. Однако отмеченные различия были недостоверны.

У животных, получавших соль в органической форме в количестве 50% от нормы отмечено снижение энергии роста на 1,3%. У молодняка III и IV опытных групп установлено повышение продуктивности на 4,0–5,4%.

Также в этих группах более эффективно использовались питательные вещества рациона. Благодаря этому затраты кормов в третьей и четвертой группах были ниже, чем в первой на 2,6–3,3 % и составили 7,07 и 7,02 корм. ед., в то время как в контрольной группе этот показатель был равен 7,26 корм. ед.

Заключение

Замена сернокислого цинка на его хелатную форму в количестве 75% и 100% от нормы в рационах бычков 6–9-месячного возраста, способствовала повышению содержания общего азота в рубцовой жидкости на 1,7–3,0% и снижению количества аммиака на 3,2–4,9%.

Среднесуточный прирост живой массы в животных III и IV опытных групп увеличился на 4,0–5,4%. В результате, затраты кормов снизились на 2,6–3,3%. Снижение нормы органического цинка до 50% положительного эффекта не дало.

Список использованной литературы

1. Радчиков В. Ф., Шнитко Е.А. Использование новых кормовых добавок в рационе молодняка крупного рогатого скота // Научные основы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных : сб. науч. тр. СКНИИЖ по материалам 6-ой междунар. науч.-практ. конф. (15–17 мая 2013 г.). – Краснодар, 2013. – Т. 2. – С. 145–150.

УДК 636.087.73:636

ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ОВЕЦ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ В РАЦИОН ХВОЙНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ

В.П. Короткий¹, В.А. Рыжов¹,

П.С. Остапчук², канд. с.-х. наук, Е.Н. Усманова², Т.А. Куевда²,

В.Ф. Радчиков³, д-р с.-х. наук, профессор,

Г.В. Бесараб³, С.А. Цалко⁴, научный сотрудник

¹ООО НПЦ «Химинвест»,

г. Нижний Новгород, Российская Федерация,

²ФГБУН «НИИ сельского хозяйства Крыма», г. Симферополь,

³РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», г. Жодино,

⁴РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,

г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В результате проведенных научно-производственных исследований было установлено, что использование биологически активной добавки в дозе 50 мл/на гол в сутки способствует увеличению приростов живой массы у подопытных животных.

Annotation. As a result of scientific and industrial research, it was found that the use of a biologically active additive at a dose of 50 ml/ head per day contributes to an increase in live weight gain in experimental animals.

Ключевые слова: молодняк овец, ярки, цигайская порода, хвойная энергетическая добавка, живая масса, прирост, биохимия крови, качество шерсти, эффективность.

Keywords: young sheep, yarki, Qigai breed, coniferous energy supplement, live weight, growth, blood biochemistry, wool quality, efficiency.

Введение

Использование растительных фенолов в качестве антиоксидантов способствует выделению устойчивых грамотрицательных бактерий в рубце, продуцирующих янтарную и пропионовую кислоты и ферментирующих молочную кислоту, что формирует полноценное пищеварение овец [1]

Основная часть

Для оценки эффективности применения добавки на основе биомассы леса производства ООО НТЦ «Химинвест» яркам цигайской породы в виварии ФГБУН «НИИСХ Крыма» Красногвардейского района Республики Крым был проведен научно-хозяйственный опыт на группах ярок-аналогов по возрасту, живой массе цигайской породы по 15 голов в каждой, в возрасте 11 месяцев. Добавку вводили ежедневно по 50 мл/ 1 гол. путем тщательного замешивания в зерновую часть рациона ярок. Животные контрольной и опытной групп были размещены в одном помещении. Биологически активная добавка представляет собой смесь натуральных компонентов, содержащую в своем составе глицерин и хвойный экстракт. Методы исследований: общепринятые зоотехнические, статистические.

Таблица – Динамика живой массы ярок

Группа	Показатели	Живая масса, кг		Прирост живой массы с 11 до 14-мес. возраста	
		в 11 мес.	в 14 мес.	абсолютный, кг	средне-суточный, г
Контр.	$X \pm mX$	37,4 $\pm$ 0,67	46,0 $\pm$ 0,76	8,6 $\pm$ 0,28	95,6 $\pm$ 3,09
	Cv. %	5,7	5,2	10,2	10,2
Опыт	$X \pm mX$	37,9 $\pm$ 0,54	49,0 $\pm$ 0,95*	11,1 $\pm$ 0,41	123,3 $\pm$ 4,57
	Cv. %	4,5	6,1	11,7	11,7

Показатели учета: биохимические показатели сыворотки крови; качество шерсти. Ярки в возрасте 11 месяцев находились на пастбищном содержании с подкормкой концентратами в количестве 0,1–0,2 кг на голову в сутки.

На долю пастбищных трав приходилось до 90 % и концентрированных кормов – до 10 %. Рацион ярок отвечал их потребности в питательных веществах. В результате исследований биохимических показателей сыворотки крови получены следующие данные.

Отмечено достоверное действие на белковый обмен в организме ярок опытной группы под воздействием хвойной энергетической добавки: произошло достоверное превышение общего белка на 16,8 ($P \leq 0,001$) %, в том числе альбуминов – на 27,4 ($P \leq 0,05$) %. Данные свидетельствуют об отсутствии каких-либо нарушений работы почек на фоне улучшения.

Исследованиями установлено, что содержание эритроцитов и лейкоцитов в крови ярок опытной группы увеличилось соответственно, на 15,9 ($P \leq 0,05$) и 17,8 ($P \leq 0,05$) %. Увеличение содержания белых кровяных телец, судя по данным лейкоцитарной формулы, происходит за счет лимфоцитов (на 1,9 %) и моноцитов (на 0,9 %).

Подобная закономерность свидетельствует в целом о благоприятном признаке, говорящем об усилении защитных сил организма на клеточном уровне [В.С. Ронин, Г.М. Старобинец]. Креатинин, обеспечивает живой организм энергией для сокращения мышц. Нами установлено, что в сыворотке крови ярок опытной группы этот показатель был в норме, с небольшим преимуществом на 11,6 ммоль/л ($P \leq 0,05$). Исходя из того, что количество продуцированного протеина напрямую зависит от общей массы тела и, в частности, от мышечной массы, в подтверждение эта же группа имела и большую живую массу при перевеске.

Отмечено достоверное превышение по тонине шерстных волокон у опытной группы ярок на 2,8 мкм ($P \leq 0,05$), что свидетельствует о качественном формировании этого важнейшего для цыгайской породы признака.

По данным таблицы, живая масса ярок опытной группы в возрасте 14 месяцев достоверно выше на 6,5 % ($P \leq 0,05$). При этом, в начале опыта, живая масса двух изучаемых групп практически не отличалась и варьировала от 37,4 до 37,9 кг. Соответственно, абсолютный и среднесуточный приросты оказались достоверно выше у ярок опытной группы на 29,1 % ($P \leq 0,01$).

Экономические расчеты показывают, что у животных опытной группы стоимость одной головы при цене за 1 кг живой массы 180 руб. увеличивается на 544,5 руб.

Заключение

Скармливание биологически активной хвойной энергетической добавки яркам цыгайской породы способствует увеличению

среднесуточного прироста живой массы относительно контрольной группы на 27,8 г или на 29,1 %, при достоверной разнице.

Установлена достоверное повышение концентрации в сыворотке крови опытных ярок общего белка на 7,7 г/л, в том числе альбуминов на 7,2 г/л, отмечен достоверный гепатопротекторный эффект хвойной энергетической добавки и улучшение почечного обмена.

Список использованной литературы

1. Thao, NT, Wanapat, M, Kang, S, Cherdthong, A, 2015. Effects of supplementation of eucalyptus (*E. camaldulensis*) leaf meal on feed intake and rumen fermentation efficiency in swamp buffaloes. *Asian Australas J Anim Sci* 28, 951–957.

УДК 631.363.2

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ДВУХСТАДИЙНОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЗЕРНА

С.А. Дрозд, канд. техн. наук

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

Аннотация: В статье представлен многофакторный эксперимент, по результатам которого созданы регрессионные модели, позволяющие определить оптимальные параметры измельчения – межвальцовый зазор и диаметр отверстий в решетке. Использование этих параметров позволяет снизить энергозатраты на 30...46%, повысить производительность на 121...135% и обеспечить требуемое качество измельчения до 99%. Результаты подтверждают эффективность метода для различных видов животноводческой продукции.

Abstract: This paper presents a multifactor experiment resulting in regression models that determine optimal grinding parameters – inter-vallz gap and sieve hole diameter. Applying these parameters reduces energy consumption by 30–46%, increases productivity by 121–135%, and achieves a grinding quality of up to 99%. The results confirm the method's effectiveness for various types of livestock feed production.

Ключевые слова: двухстадийное измельчение, оптимизация, комбикорма, зернофураж, регрессионное моделирование, энергозатраты, производительность.

Keywords: two-stage grinding, optimization, feed production, grain feed, regression modeling, energy savings, productivity.

Введение

Развитие животноводства зависит от использования отечественных высокоэнергетических комбикормов, основным компонент которых является зернофураж. Основная технологическая операция – измельчение, обеспечивающее лучшее усвоение питательных веществ, однако в отечественном производстве оно связано с высокими энергозатратами, достигающими до 70%. Исследования

показывают, что эффективность этого процесса можно повысить с помощью комбинированного воздействия различных рабочих органов, например, двухстадийного измельчения: вальцовый на первой стадии и молотковый на второй стадии [1].

Основная часть

Для подтверждения эффективности предложенного метода измельчения и оптимизации оборудования был проведен эксперимент по определению влияния межвальцового зазора первой стадии измельчения и диаметра отверстий в решетке второй стадии измельчения на (Q) производительность y_1 , т/ч; (q) удельные энергозатраты y_2 , кВт ч/т·мм; ($\lambda_{изм}$) степень измельчения y_3 ; (Ls) средневзвешенный размер частиц y_4 , мм; (V) однородность измельченного продукта (коэффициент вариации) y_5 , %; (K) показатель качества измельченного зерна $y_6 - y_7$. Уровни и значения факторов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Значение факторов x_1 и x_2 в кодированном и натуральном виде

Факторы	Обозначение	Интервал варьирования	Уровни факторов		
			-1	0	+1
Межвальцовый зазор, мм	X_1	1,0	0,5	1,5	2,5
Диаметр отверстий в решетке, мм	X_2	1,5	3	4,5	6

Обработка экспериментальных данных позволила получить адекватные регрессионные модели, описывающие влияние межвальцового зазора первой стадии измельчения и диаметра отверстий в решетке второй стадии измельчения на

производительность – $y_1 = 0,56 - 0,16X_1 + 0,06X_2 - 0,02X_1X_2 - 0,09X_1^2$;
удельные энергозатраты – $y_2 = 5,99 + 0,45X_1 - 1,57X_2 - 0,40X_1X_2 + 1,10X_1^2 + 0,37X_2^2$;

степень измельчения – $y_3 = 2,17 - 0,25X_1 - 0,28X_2$;

средневзвешенный размер частиц – $y_4 = 1,53 + 0,17X_1 + 0,21X_2 + 0,05X_1X_2 + 0,05X_2^2$;

однородность продукта (коэффициента вариации) – $y_5 = 5,84 - 1,09X_1 - 1,39X_2$;

показатель качества измельченного зерна с содержанием фракции 0 – 2,0 мм – $y_6 = 81,70 - 3,04X_1 - 3,66X_2 + 9,19X_1^2$

и содержанием фракции 0 – 3,0 мм – $y_7 = 99,50 - 0,30X_2 + 0,32X_1^2$ [1,2].

Использование уравнений позволяет оптимизировать двухстадийное измельчение зерна использование метод линейного про-

граммирование, заключающегося в решении задачи минимизации целевой функции при заданном ограничении [3].

При снижении энергозатрат и обеспечении качества не менее 95% для фракции 0...2 мм, оптимальные параметры – межвальцовый зазор 0,50 мм и диаметр отверстия 4,01 мм, с затратами 7,10 кВтч/т. Для фракции 0...3 мм при 95% требуется зазор 1,50 мм и отверстие 6,00 мм, с затратами 4,79 кВтч/т, что соответствует стандартам для производства кормов и откорма животных.

Заключение

Был проведен многофакторный эксперимент, в результате которого получены уравнения регрессии, описывающие модель процесса двухстадийного измельчения зерна. На основании которых установлены рациональные параметры межвальцового зазора b и диаметра отверстий d в решетке в зависимости от требуемой фракции 0...2 мм или 0...3 мм соответственно: $b = 0,5$ и $1,5$ мм; $d = 4$ и 6 мм, при которых достигается снижение удельных энергозатрат на 30 % и 46 %, увеличение производительности на 121 % и 135 % и достижение показателя качества до 95 % и 99 %. Это свидетельствует об эффективности применения двухстадийного метода измельчения зерна при производстве комбикормов для различных видов животных.

Список использованной литературы

1. Дрозд, С.А. Снижение удельных энергозатрат двухстадийным измельчением зернофуража при производстве комбикормов: автореферат дис. канд. техн. наук: 05.20.01 / С.А. Дрозд. – Минск, 2023. – 25 с.
2. Дрозд, С. А. Обоснование параметров и режимов работы вальцового и вертикального молоткового измельчителя при двухстадийном способе измельчения зерна / С. А. Дрозд // Агропанорама. – 2022. – № 2. – С. 3–9.
3. Сухарев, А.Г. Курс методов оптимизации: Учебное пособие / А.Г. Сухарев, А.В. Тимохов, В.В. Федоров. – 2-е издание. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 368с.

УДК 636.061.8

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЖИВОЙ МАССЫ КРС

Е.Л. Жилич, Ю.Н. Рогальская, научный сотрудник

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: В статье представлен ход экспериментальных исследований по определению рациональных конструктивных и режимных параметров макетного образца устройства для дистанционного определения промеров тела и живой массы КРС.

Abstract: The article presents the results of experimental studies aimed at determining the rational design and operating parameters of a prototype device for remote measurement of body dimensions and live weight of cattle.

Ключевые слова: живая масса КРС, макетный образец, промеры тела, дистанционное определение промеров тела КРС.

Keywords: live weight of cattle, mock-up, body measurements, remote measurement of cattle body measurements.

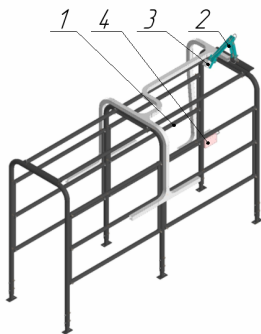
Введение

Исследования проводились на базе ЭБ «Зазерье» РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». Цель исследования – определение рациональных конструктивных и режимных параметров макетного образца устройства для дистанционного определения промеров тела и живой массы КРС. Предмет исследования: конструктивные и режимные параметры устройства для дистанционного определения промеров тела и живой массы КРС.

Основная часть

Макетный образец устройства для дистанционного определения промеров тела и живой массы КРС должен обеспечивать: фото и видео фиксацию объекта измерения; определение величины промера тела; определение живой массы; вывод информации.

Принципиальная схема макетного образца устройства представлена на рисунке 1.



1 – рама; 2 – кронштейн;

3 – 3-D камера; 4 – блок питания

Рисунок 1 – Принципиальная схема макетного образца устройства для дистанционного определения промеров тела и живой массы КРС

Рама 1 предназначена для ограничения перемещения КРС и размещения основных узлов.

Кронштейн 2 предназначен для фиксации камеры с возможность изменения ее положения вдоль координатных осей.

3-D камера 3 предназначена для снятия промеров путем записи видимого света и невидимого инфракрасного света, что позволяет создавать трехмерную карту глубины окружающей среды. Основные характеристики: рабочая дистанция сенсора глубины/LIDAR-a,

min – 50 см; рабочая дистанция сенсора глубины/LIDAR-a, max, – 3 м; разрешение сенсора глубины/LIDAR-a, max – 1280x720; разрешение сенсора RGB, max – 1920x1080; частота кадров сенсора глубины, max, fps – 30 кадр./с; частота кадров сенсора RGB, max, fps – 30 кадр./с; угол обзора сенсора глубины/LIDAR-a, – 65x40 град; угол обзора сенсора RGB – 69x43 град.

Блок питания 4 предназначен для энергообеспечения источников питания.

В ходе исследований установлено: высота установки 3D-камеры – не менее 2650 мм, но не более 3100 мм; частота кадров – не менее 10 кадров/с; угол поворота камеры – 180° (параллельно поверхности пола); ширина прохода – не менее 900 мм.

Определение режимных параметров осуществлялось путем фотофиксации объекта исследования. В ходе обработки полученных данных определена возможность снятия 6 основных промеров: поперечная длина туловища в области лопаток; наибольшая поперечная длина туловища; поперечная длина туловища в области сидалищных бугров; продольная длина туловища; высота в сидалищных буграх; высота в холке.

На рисунке 2 представлен пример определения продольной длины туловища.

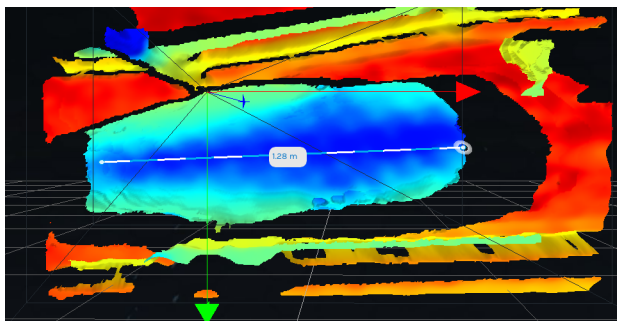


Рисунок 2 – Продольная длина туловища

Заключение

Для обработки полученных данных первоначально необходимо произвести дисперсный анализ. Дисперсионный анализ (ANOVA) – это статистический метод, который используется для сравнения средних значений двух или более выборок. Он позволяет определить, различаются ли средние значения между группами, или же различия случайны.

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДНЯКА
КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ
В РАЦИОН РАЗНЫХ ДОЗ ГОРОХА**

**Г.Н. Радчикова¹, канд. с.-х. наук, доцент, Т.Л. Сапсалёва¹,
И.Б. Измайлович², д-р с.-х. наук, доцент, А.Н. Садомов²,
А.Я. Райхман², А.Г. Марусич², канд. с.-х. наук, доцент,
Д.В. Медведева³, научный сотрудник,
В.В. Никончук⁴, научный сотрудник**

¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», г. Жодино,

²УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки,

³ООО «Молоко», г. Витебск,

⁴РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь)

Аннотация: В статье приведены результаты исследований по изучению эффективности использования в кормлении молодняка крупного рогатого скота разных доз гороха.

Abstract: The article presents the results of research on the effectiveness of using different doses of peas in feeding young cattle.

Ключевые слова: молодняк крупного рогатого скота, молотое зерно гороха, комбикорма, рационы, кровь, продуктивность, эффективность.

Keywords: young cattle, ground grain of peas, compound feed, rations, blood, productivity, efficiency.

Введение

Важной проблемой была и остается проблема обеспечения потребности животноводства в высокобелковых концентрированных кормах. К сожалению, даже при максимально возможном вводе в состав комбикормов рапсового жмыха и шрота невозможно покрыть дефицит незаменимых аминокислот без зерна бобовых культур. Одной из главных бобовых зернофуражных культур, которая имеет широкий ареал выращивания является горох [1].

Основная часть

Научно-хозяйственный опыт проведен на телятах в возрасте 10-75 дней. По принципу пар-аналогов сформировано четыре группы клинически здоровых животных по 10 голов в каждой, средней живой массой 43,0-44,7 кг. Всё подопытное поголовье находилось в одинаковых условиях. Различия в кормлении заключались в том,

что телята контрольной группы получали рацион, а их аналоги из II, III и IV опытных групп – комбикорм КР-1 с вводом 10%, 15%, 20% молотого зерна гороха по массе. В ходе исследований использованы зоотехнические, биохимические и математические методы анализа и изучены следующие показатели: химический состав кормов; поедаемость кормов; контроль за физиологическим состоянием животных и качеством протекающих в организме обменных процессов; морфологический состав; биохимический состав сыворотки крови: общий белок, мочевины, глюкоза, общего кальция, фосфора неорганического; интенсивность роста телят; экономическая эффективность.

В результате анализа химического состава комбикормов установлено изменение их питательности, что связано с увеличением ввода в его состав молотого зерна гороха и снижением ввода остальных белковых и зерновых компонентов, однако все опытные комбикорма обладали высокой энергетической питательностью.

Ввод молотого зерна гороха в количестве 10%, 15% и 20% в состав комбикорма КР-1 для телят в возрасте 10-75 дней, способствовало повышению его питательности, энергетической ценности и ряда других показателей. При изучении влияния скармливания опытных комбикормов с вводом молотого зерна гороха установлена наиболее высокая поедаемость комбикормов с включением молотого зерна гороха в количестве 10, 15 и 20% по массе (таблица 1).

В суточных рационах телят подопытных групп содержалось 2,59-2,82 корм. ед. В сухом веществе содержалось 1,55-1,61 корм. ед., 14,0-14,5 МДж ОЭ, с кормами животные подопытных групп потребили 12,9 – 13,1 г переваримого протеина в расчете на 1 МДж обменной энергии. Потребление сырого жира на 1 кг СВ находилось на уровне 14,7% в контрольном рационе и 14,2, 13,9 и 13,5 % – II, III, и IV опытных, сахара во всех группах – 18,5-19,7%, отношение кальция к фосфору находилось на уровне 1,31-1,33:1.

Изучение морфо-биохимического состава крови у телят в возрасте 70 дней показало, что несмотря на все межгрупповые различия в показателях, все они находились в пределах физиологических норм и указывают на нормальное течение обменных процессов в организме животных.

Таблица 1 – Среднесуточный рацион телят (по фактически съеденным кормам)

Корма и питательные вещества	Группа							
	I		II		III		IV	
	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%
Молоко цельное	6,0	67,2	6,0	64,5	6,0	63,1	6,0	62,1
Комбикорм КР-1	0,63	28,5	0,70	30,7	0,74	31,5	0,77	32,2
Сено злаковое	0,27	4,3	0,32	4,8	0,35	5,4	0,37	5,7
В 1 кг рациона содержится:								
Кормовых единиц	2,61		2,72		2,77		2,82	
Обменной энергии, МДж	23,4		24,4		25,1		25,4	
Сухого вещества, кг	1,61		1,71		1,77		1,82	
Сырого протеина, г	368,7		381,0		394,1		403,8	
Переваримого протеина, г	306,7		314,7		322,8		328,3	
Сырого жира, г	236,6		243,5		245,4		245,8	
Сырой клетчатки, г	83,5		96,9		106,1		112,4	
Крахмала, г	199,0		235,2		249,7		258,1	
Сахара, г	317,1		329,1		332,3		336,0	
Кальция, г	12,6		13,0		13,2		13,4	
Фосфора, г	9,6		9,8		10,0		10,1	

Содержание белков в плазме крови дает весьма ценные сведения для суждения о физиологическом состоянии организма животных. В ходе исследований отмечен рост содержания общего белка в крови молодняка II-IV опытных групп на 2,6–3,9%. Глюкоза – основной источник энергии для организма. В крови молодняка III и IV опытных групп концентрация её возросла на 2,0 и 3,9 % соответственно по отношению к I контрольной группе.

Минеральные вещества находятся в организме животных в различном состоянии – свободном или связанном с белками, липидами, углеводами. Наибольшее значение для определения физиологического состояния животных имеет содержание в составе крови солей кальция, фосфора. Исследования показали, что содержание кальция в сыворотке крови имеет положительную тенденцию в зависимости от уровня изучаемого фактора. Так, при увеличении ввода в рацион молотого зерна гороха, концентрация кальция в крови животных опытных групп находилась на одном уровне с контрольным показателем. Одним из основных показателей выращивания телят является живая масса и скорость их роста (таблица 2).

Таблица 2 – Изменение живой массы и среднесуточный прирост телят

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Живая масса, кг:				
в начале опыта	44,7±2,7	43,6±1,5	43,8±2,4	43,0 ±2,1
в конце опыта	95,3±6,7	96,2±3,2	97,5±4,1	97,6±5,2
Валовой прирост, кг	50,6±4,3	52,6±2,4	53,6±2,3	54,6±3,0
Среднесуточный прирост, г	778,0±65,4	810,0±36,6	825,0±35,0	840,0±45,8
% к контролю	100,0	104,1	106,0	108,0
Затраты кормов на 1 кг прироста, к. ед.	3,35	3,36	3,36	3,36
% к контролю	100	100,3	100,3	100,3

Скармливание комбикормов с содержанием молотого зерна гороха в количестве 15 и 20% телятам в возрасте 10–75 дней является наиболее экономически целесообразным, о чём свидетельствует повышение среднесуточного прироста на 6,0 и 8,0%, снижение себестоимости получения продукции на 3,4 и 4,9%.

Закключение

Установлено, что скармливание молотого зерна гороха в количестве 15 и 20% от массы комбикорма молодняку крупного рогатого скота в возрасте 10–75 дней оказывает положительное влияние на поедаемость кормов, интенсивность протекания обменных процессов в организме, способствует повышению интенсивности роста животных, при снижении затрат кормов и себестоимости продукции.

Скармливание комбикорма с включением молотого зерна гороха в количестве 10, 15 и 20% телятам в возрасте 10–75 дней, способствует повышению концентрации в крови эритроцитов на 6,4–8,0%, глюкозы – на 2,0–3,9%, общего белка – на 2,6–3,9 %, среднесуточного прироста живой массы – на 4,1–8,0%, при снижении себестоимости прироста на 2,9–4,9 %.

Список использованной литературы

1. Физиологическое состояние и продуктивность бычков при скармливании зерна новых сортов крестоцветных и бобовых культур / В.Ф. Радчиков, И.Ф. Горлов, В.К. Гурин, В.А. Люндышев // Сельское хозяйство. 2014. Т. 26. С. 246–257.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ТЕЛЯТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗНЫХ МОЛОЧНЫХ КОРМОВ

**В.Ф. Радчиков¹, д-р с.-х. наук, профессор,
И.В. Богданович¹, Н.В. Пилюк¹, С.Н. Разумовский²,
Л.А. Возмитель², канд. с.-х. наук, В.В. Карелин²,
В.В. Никончук³, научный сотрудник**

¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», г. Жодино,

²УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск,

³РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь)

Аннотация. Установлено, что скормливание опытного заменителя цельного молока телятам с продолжительностью молочного периода 65 дней позволило получить за период опыта 692,7 г среднесуточного прироста, что на 2,3 % ниже контрольного показателя.

Annotation. It was found that feeding an experimental whole milk substitute to calves with a milk period of 65 days allowed for an average daily increase of 692.7 g during the experimental period, which is 2.3% lower than the control indicator.

Ключевые слова: молодняк крупного рогатого скота, цельное молоко, заменитель цельного молока.

Keywords: young cattle, whole milk, whole milk substitute.

Введение

До недавнего времени в хозяйствах традиционно использовали схему выпойки телят, предусматривающую скормливание молочных кормов на протяжении 4 месяцев. Однако мировой практикой доказано, что молочный период можно сократить до 2–3 месяцев. Главным критерием при этом является физиологическое развитие телят и их способность потреблять растительные корма в необходимых количествах [1].

Основная часть

Цель исследований – разработать систему выращивания телят с оптимальной продолжительностью молочного периода, обеспечивающую нормальное протекание процессов пищеварения, высокую резистентность и продуктивность животных в послемолочный период. Исследования проведены на 2-х группах телят по 10 голов в каждой живой массой в начале опыта 104,7–106,1 кг в течение 90 дней с учетом требований методических рекомендаций по проведению зоотехнических опытов. Различия в кормлении подопытных животных заключались в том, что молочный период животные контрольной группы получали цельное молоко, а их аналоги опыт-

ной группы – 3ЦМ и заменитель сухого обезжиренного молока (ЗСОМ). В структуре рациона сочные корма занимали 41,8 %, концентрированные корма 52,5%, грубые – 6,0 %. Отмечена несущественная разница в потреблении травяных кормов между группами. Животными потреблено 4,22 и 4,29 кормовых единиц. Содержание обменной энергии в сухом веществе находилось в пределах 9,26 и 9,23 МДж. Потребление сухого вещества подопытным молодняком оказалось практически одинаковым и находилось на уровне 4,77–4,89 кг. Концентрация обменной энергии в 1 кг сухого вещества составила 9,26 и 9,23 МДж. В расчете на 1 кормовую единицу во всех группах приходилось 83,6 г переваримого протеина. Содержание сырой клетчатки от сухого вещества в рационе животных подопытных групп оказалось 21,9 и 22,1 %. В результате исследований установлено, что в крови молодняка опытной группы произошло увеличение количества эритроцитов на 3,9 %, гемоглобина на 5,4 %, количество глюкозы на 5,1 %. Активность ферментов в сыворотке крови молодняка имеет неоднозначные результаты в сравнении с контрольными показателями. Активность фермента аланинаминотрансферазы и аспаратаминотрансферазы в сыворотке крови животных II группы повысилась на 5,6% и 6,2% соответственно. Повышение этих показателей свидетельствует о более интенсивном протекании обменных процессов в организме. В результате исследований выявлено, что скармливание заменителя цельного молока и заменителя обезжиренного молока в составе комбикорма КР-2 собственного производства в рационах молодняка в послемолочный период способствовало увеличению среднесуточных приростов их живой массы. Так, молодняк в контрольной группе достиг среднесуточных приростов 875,0 г, и их аналоги из II опытной группы 922,1 г., что выше на 5,4 % (рисунок).



Рисунок – Зависимость себестоимости прироста от затрат кормов на его получение

Следовательно, сравнивая эффективность использования ЗЦМ и ЗОМ в рационах животных в послемолочный период, мы можем предположить, что получен больший эффект от их скармливания, чем в контрольном варианте.

На основании полученных исследований установлено, что стоимость кормов, затраченных на 1 кг прироста, соответственно для контрольной и опытной группы, составила 1,50 и 1,45 рублей или ниже контрольного варианта на 3,3 %, что повлияло на себестоимость прироста. В результате, себестоимость прироста по сравнению с контрольными аналогами снизилась на 4,4 %. Это позволило получить дополнительную прибыль в опытной группе в размере 6,64 рублей на голову за период исследований от снижения себестоимости.

Заключение

Установлено влияние опытного заменителя цельного молока и заменителя сухого обезжиренного молока на продуктивность и физиологическое состояние молодняка крупного рогатого скота. Выпаивание ЗЦМ телятам в возрасте 10–65 дней, с продолжительностью молочного периода 65 дней согласно разработанной схемы, не оказало отрицательного влияние на поедаемость кормов и физиологическое состояние животных.

Установлено, что скармливание молодняку крупного рогатого скота ЗЦМ и ЗОМ, с продолжительностью молочного периода 65 и 115 дней в послемолочный период способствует повышению среднесуточного прироста на 9,2 и 10,7 %, при снижении стоимости кормов на 5,8 и 7,6 %, себестоимости прироста на 6,1 и 7,7 % и увеличению дополнительной прибыли в размере 8,35 и 10,58 рублей на голову за период исследований.

Список использованной литературы

1. Влияние скармливания заменителя цельного молока на физиологическое состояние и продуктивность телят / А.Н. Кот, М.И. Сложенкина, Г.Н. Радчикова, А.Г. Марусич, Е.Н. Суденкова, М.В. Джумкова, В.А. Люндышев // Зоотехническая наука Беларуси. 2023. Т. 58. № 2. С. 11–18.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СКАРМЛИВАНИЯ ТЕЛЯТАМ СУХОГО ЗАМЕНИТЕЛЯ ЦЕЛЬНОГО МОЛОКА

В.Ф. Радчиков¹, д-р с.-х. наук, профессор, Г.В. Бесараб¹,

И.Ф. Горлов², д-р биол. наук, профессор,

М.И. Сложенкина², А.А. Мосолов²,

Н.А. Шарейко³, канд. с.-х. наук, доцент, О.Ф. Ганущенко³,

Д.В. Бернацкая⁴, С.Н. Сапач⁴, научный сотрудник

¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»,

г. Жодино, Республика Беларусь

²Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной
продукции, г. Волгоград, Российская Федерация,

³УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск,

⁴РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация: Проведен научно-хозяйственный опыт по скармливанию заменителя цельного молока «Старт-4» в сухом виде в составе смеси концентратов.

Abstract: A scientific and economic experiment was conducted on feeding a substitute for whole milk "Start-4" in dry form as part of a mixture of concentrates.

Ключевые слова: телята, молоко, заменитель цельного молока, энергия роста, затраты корма.

Keywords: calves, milk, whole milk substitute, growth energy, feed costs.

Введение

В настоящее время принято прекращать выпойку молочных кормов в 3–4 месячном возрасте. Однако, чем позднее происходит перевод животных на растительные корма, тем медленнее развивается пищеварительная система. При строгом соблюдении технологии выращивания и высоком качестве концентрированных и травяных кормов прекращать дачу молока или заменителя можно и в 2-месячном возрасте. При этом эффективным приемом является добавление ЗЦМ в состав концентратной смеси для телят старше 2-х месяцев в сухом виде [1].

Основная часть

Заменитель Старт-4 предназначен для кормления телят старше 40-дневного возраста и в своем составе содержит 35% растительных компонентов. Для определения зоотехнической и экономической эффективности скармливания заменителя цельного молока

«Старт-4» в составе смеси концентратов молодняку крупного рогатого скота в КУСП «Молодово-Агро» проведен научно хозяйственный опыт. Опыт проведен на телятах черно-пестрой породы в возрасте 2 месяца. Были сформированы формировались две группы животных по 15 голов в каждой. Телят в группы подбирали с учетом возраста и живой массы по принципу пар-аналогов. Условия содержания контрольных и опытных групп были одинаковыми.

Различия в кормлении заключались в том, что в контрольной группе телята получали ЗЦМ в жидком виде, а в опытной он смешивался с концентратами в сухом виде. Жидкий заменитель приготавливался перед каждой выпойкой. Для этого сухой заменитель разбавлялся теплой водой в соотношении 1:8. Приучение к потреблению ЗЦМ происходило постепенно на протяжении 5 дней.

Как показали исследования, телята опытной группы по итогам опыта потребили на 12,6% больше травяных кормов. Концентрированные корма поедались полностью во всех группах. Следует отметить, что в начале опыта потребление кормов находилось на одном уровне в обеих группах, а во второй половине животные опытной группы превосходили по этому показателю контрольную группу.

В структуре рационов травяные корма занимали 23–25%, концентраты – 54–56, молочные – 21%. Подопытные животные с рационом получали 2,7–2,9 кг сухого вещества. В 1 килограмме сухого вещества содержалось 10,8–11,0 МДж обменной энергии и 1,1 корм. ед. В расчёте на 1 корм. ед. приходилось 139–140 протеина. Доля клетчатки в сухом веществе составила 17% (таблица 1). Для контроля за состоянием здоровья телят были отобраны образцы крови у трех животных из каждой группы. Анализ результатов гематологических исследований показал, что все они находились в пределах физиологических норм без достоверных различий между группами. Это свидетельствует о том, что замена цельного молока в рационах телят опытным заменителем не оказало отрицательного влияния на физиологические процессы, протекающие в организме. Одним из основных показателей эффективности использования любого корма является продуктивность животных. Полученные в опыте данные по динамике живой массы представлены в таблице 2. Среднесуточный прирост живой массы достоверно увеличился на

6,6%, или на 48 г. В результате валовой прирост за период проведения исследований в опытной группе телят оказался выше на 2,8 кг, что способствовало снижению затрат кормов на получение прироста на 3,5%.

Таблица 1 – Среднесуточный рацион подопытных телят

Корма и питательные вещества	Группа		Корма и питательные вещества	Группа	
	I	II		I	II
Сенаж разнотравный, кг	0,88	1,00	Кальций, г	21,4	22,4
Сено злаковое, кг	0,80	0,90	Фосфор, г	12,4	12,6
Комбикорм КР-2, кг	1,30	1,30	Магний, г	4,83	5,04
Зерна злаковых, ячмень, кг	0,20	0,20	Калий, г	30,8	33,4
ЗЦМ Старт 4, кг	0,50	0,50	Сера, г	6,57	6,87
В рационе содержится :			Железо, мг	531	577
Корм. ед.	3,12	3,21	Медь, мг	21,6	22,2
Обменная энергия, МДж	30,6	31,7	Цинк, мг	157	160
Сухое вещество, г	2776	2909	Марганец, мг	221	232
Сырой протеин, г	433	448	Кобальт, мг	1,77	1,79
Сырой жир, г	96,4	100,1	Йод, мг	1,90	1,95
Сырая клетчатка, г	447	492	Каротин, мг	18,2	20,6
БЭВ, г	1640	1701			

Таблица 2 – Динамика живой массы и среднесуточный прирост

Показатель	Группа	
	I	II
Живая масса, кг: в начале опыта	62,3±0,49	62,4±0,460
в конце опыта	105,8±0,9	108,9±1,210
Валовой прирост	43,6±0,67	46,4±0,8*
Среднесуточный прирост	726±10,97	774±13,14*
% к контролю	100	106,6
Затраты кормов на 1 кг прироста, корм ед.	4,3	4,15

Заключение

Скармливание заменителя цельного молока в сухом виде «Старт-4» в составе смеси концентратов телятам 2-4 месячного возраста способствует увеличению потребления растительных кормов на 12,6%, среднесуточного прироста живой массы на 6,6% и снижению затрат кормов на получение прироста 3,5%.

Список использованной литературы

1. Богданович И.В. Переваримость и использование телятами питательных веществ рационов с включением ЗЦМ /И.В. Богданович// Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», Институт ветеринарной медицины и биотехнологии, – 2022. – С. 252–256.

УДК 664.87; 519.87

ИЗМЕНЕНИЕ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ И СОДЕРЖАНИЯ АНТИПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ЧЕЧЕВИЦЫ ПОСЛЕ ЭКСТРУДИРОВАНИЯ

В.Е. Плотников, аспирант,

М.В. Копылов, канд. техн. наук, доцент,

Л.И. Василенко, канд. техн. наук, доцент,

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

В.В. Курганская, студент

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет
инженерных технологий», Воронеж, Российская Федерация*

Аннотация: Проведена серия экспериментов по экструдированию зерна чечевицы. В полученном чечевичном экструдате по сравнению с зерном чечевицы снизилось содержание крахмала – на 15,1 %, увеличилось содержание белков – на 3,23 %, жиров – на 1,21 %, золы – на 1,14 %. Содержание антипитательных веществ уменьшилось: дубильных веществ – в 3,1 раза, фитатов – в 1,5 раза.

Abstract: A series of experiments on the extrusion of lentil grains has been carried out. In the resulting lentil extrudate, compared with lentil grain, the starch content decreased by 15.1%, the protein content increased by 3.23%, fat content by 1.21%, ash content by 1.14%. The content of anti-nutritional substances decreased: tannins – by 3.1 times, phytates - by 1.5 times.

Ключевые слова: экструдирование, чечевица, пищевая ценность, антипитательные вещества.

Keywords: extrusion, lentils, nutritional value, anti-nutritional substances.

Обработка высокобелкового растительного сырья термопластической экструзией обеспечивает разнообразие производимой продукции повышенной пищевой и биологической ценности и увеличивает экономическую эффективность. Цель работы – проведение экструдирования чечевицы, исследование изменения в ней пищевой ценности и содержания антипитательных веществ. Экспериментальные исследования проводились в условиях научно-производственной лаборатории ФГБОУ ВО «ВГУИТ». Экструзи-

ровали чечевицу сорта «Орловская краснозерная» (уборка урожая 2024 г., выращена в Липецкой области) на лабораторном двухшнековом экструдере компании *Saibainuo* (Китай) с принудительной электрической системой обогрева.

Таблица – Содержание пищевых и антипитательных веществ в зерне чечевицы до и после экструдирования

Наименование пищевых нутриентов	Зерно чечевицы до экструдирования	Чечевичный экструдат
Вода, %	9,8	7,4
Белки, %	26,97	30,23
Жиры, %	2,28	3,49
Крахмал, %	48,53	33,45
Зола, %	3,12	4,26
<i>Витамины, мг/100 г:</i>		
Витамин В ₁ (тиамин)	0,32	0,22
Витамин В ₄ (холин)	73,14	43,65
Витамин РР (никотиновая кислота)	10,6	8,64
<i>Минеральные вещества, мг/100 г:</i>		
Сu (медь)	0,5482 ±0,13	0,5091±0,07
Fe (железо)	16,05±0,20	11,82±1,66
K (калий)	1072,28±129,84	585,09±88,62
Mg (магний)	110,22±13,91	107,57±23,45
Mn (марганец)	1,484±0,02	1,623±0,27
P (фосфор)	521,4±50,00	421,24±86,02
Se (селен)	0,4592±9,22	0,01683±0,01
Zn (цинк)	6,1±0,53	6,202±1,27
<i>Антипитательные вещества, мг/г:</i>		
Дубильные вещества (танины)	3,06±0,14	0,98±0,17
Фитиновая кислота (фитаты)	1,87±0,03	1,26±0,04

Перед экструдированием чечевицу очищали от посторонних примесей, промывали, измельчали на зернодробилке до получения крупки, просеивали через сито с диаметром ячеек 1,2, увлажняли до влажности 9–21 %, что соответствует режиму горячей экструзии. Увлажненную чечевичную крупку шнековым питателем загружали в бункер через приемную воронку подавали в рабочую камеру экструдера. Была проведена серия экспериментов при следующих параметрах процесса экструдирования чечевицы: давление – 3 МПа; продолжительность экструзии – 10–15 с; температура в предматричной зоне – 120±1 °С; температура на выходе продукта – 158±1 °С. Выявлено, что наиболее рациональной является влаж-

ность чечевицы перед экструдированием – 15 ± 1 %. Полученные данные сравнительной оценки содержания пищевых и антипитательных веществ в зерне чечевицы до и после экструзии представлены в таблице. Как видно из таблицы, в полученном чечевичном экструдате по сравнению с зерном чечевицы содержание влаги снизилось на 2,4 %, крахмала – на 15,1 %, увеличилось содержание белков – на 3,23 %, жиров – на 1,21 %, золы – на 1,14 %. В чечевичном экструдате присутствуют минеральные вещества и витамины. Содержание антипитательных веществ уменьшилось: дубильных веществ – в 3,1 раза, фитатов – в 1,5 раза. Следовательно, дальнейшее использование полученного чечевичного экструдата улучшенного качества в производстве пищевых продуктов пониженной сахароемкости, жироемкости, повышенной пищевой и биологической ценности является целесообразным и перспективным.

Список использованной литературы

1. Бычкова Е.С., Рождественская Л.Н., Погорова В.Д., Госман Д.В., Бычков А.Л. Технологические особенности и перспективы использование растительных белков в индустрии питания. Часть 2. Способ снижения антипитательных свойств растительного сырья // Хранение и переработка сельхозсырья. 2018. № 3. С. 46–54.
2. Магомедов Г.О., Олейникова А.Я., Шевякова Т.А., Плотникова И.В., Седых Д.В. Мучные композитные безглютеновые смеси // Хлебопродукты. 2014. № 1. С. 46–48.
3. Магомедов Г.О., Плотникова И.В., Писаревский Д.С. Создание пряников повышенной биологической ценности для спортсменов // Хлебопродукты. 2018. № 8. С. 38–41.
4. Шабурова Г. В., Шешницан И. Н. Экструзионная обработка растительного сырья как способ повышения пищевой ценности продуктов питания // Инновационная техника и технология. 2019. № 2. С. 14–20.

УДК 636.4.084

ШНЕКОВО-ЛЕНТОЧНЫЙ СМЕСИТЕЛЬ СЫПУЧИХ КОРМОВ

**М.Е. Выгузов¹, Т.М. Ковалева¹, аспиранты,
С.М. Ведищев¹, д-р техн. наук, профессор,
В.В. Коновалов², д-р техн. наук, профессор,
Е.Б. Ложкина¹, аспирант**

¹ *ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов,*

² *ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет», г. Пенза, Россия,*

Аннотация: Предложена конструктивно-технологическая схема смесителя, включающая наклонный корпус и комбинированные шнеково-ленточный рабочий орган

и дополнительный комбинированный шнеково-ленточный рабочий орган, состоящие из чередующихся витков шнековой и ленточной навивок.

Abstract: The design and technological scheme of the mixer is proposed, which includes an inclined body and a combined screw-belt working body and an additional combined screw-belt working body consisting of alternating turns of screw and ribbon coils.

Ключевые слова: канал, рабочий орган, смеситель, схема.

Key words: channel, working body, mixer, circuit.

Введение

Современное животноводство стремится к максимальной эффективности, а ключевым фактором успеха является рациональное и сбалансированное питание. Переход от традиционных подходов к нормированию кормления, основанному на полном обеспечении всех необходимых питательных веществ и микроэлементов, становится необходимым условием конкурентоспособности. Реализация этой задачи сталкивается с рядом технологических сложностей, главная из которых – качественное смешивание компонентов кормовой смеси [1-4].

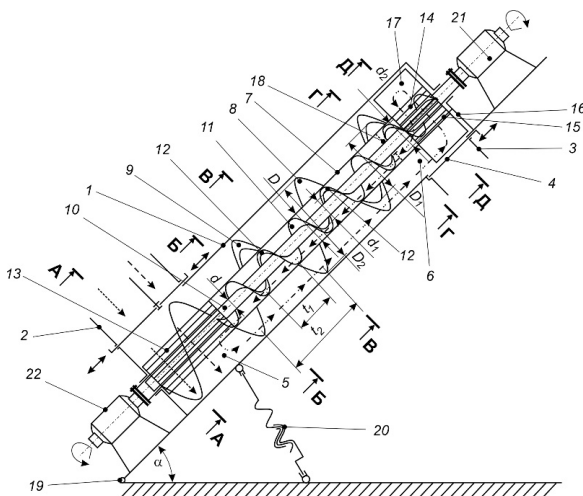
Основная часть

Предлагается смеситель (рисунок 1), который включает наклонный корпус 1, комбинированный шнеково-ленточный рабочий орган загрузочная 5 и выгрузная 6 части которого соединены каналом обратного хода 7. Комбинированный шнеково-ленточный рабочий орган состоит из чередующихся витков шнековой 8 и ленточной 9 навивок [5].

Внутри канала обратного хода 7 установлен дополнительный комбинированный шнеково-ленточный рабочий орган с валом 10 и чередующимися витками шнековой 11 и ленточной 12 навивок.

В конце канала обратного хода 7 комбинированного шнеково-ленточного рабочего органа закреплены радиальные лопасти 17.

Предложенная конструктивно-технологическая схема смесителя обеспечивает снижение времени смешивания за счет воздействия на кормовую смесь шнековой 8 и ленточной 9 навивок комбинированного шнеково-ленточного рабочего органа, радиальных лопастей 17, подающих кормовую смесь на неподвижный лоток 15, вращения канала обратного хода 7, шнековой 11 и ленточной 12 навивок дополнительного комбинированного шнеково-ленточного рабочего органа и позволяет получить необходимое качество кормосмеси за меньшее время при пониженных энергозатратах.



1 – корпус; 2 – бункер; 3 – выгрузной патрубок; 4 – перекрываемая заслонка;
5 – загрузочная; 6 – выгрузная часть; 7 – канал обратного хода; 8, 11 – шнековая
навивка; 9, 12 – ленточная навивка; 10 – вал; 13, 14 – продольные сквозные
прямоугольные отверстия; 15 – лоток; 16 – фланец; 17 – лопасти; 18 – подшипник;
19 – ось; 20 – винтовой механизм; 21, 22 – привод

Рисунок 1 – Смеситель сыпучих кормов (патент РФ №2828871)

Список использованной литературы

1. Ведищев, С. М. Анализ конструкций малогабаритных комбикормовых агрегатов / С. М. Ведищев, А. А. Кажияхметова, М. Е. Выгузов // Актуальные проблемы и перспективы развития сельских территорий и кадрового обеспечения АПК : сборник научных статей II Международной научно-практической конференции, Минск, 09–10 июня 2022 года / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»; Редколлегия: А.В. Миранович (научный редактор), В.Л. Сельманович, Н.В. Киреенко, А.Э. Шибeko, И.А. Войтко, Ю.Н. Шестаков, Л.Р. Шишкело. – Минск: Белорусский государственный аграрный технический университет, 2022. – С. 264-269. – EDN YWKБЕС.
2. Механизация и технологии в животноводстве / С. М. Ведищев, В. В. Коновалов, А. И. Завражнов [и др.]. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, 2023. – 365 с. – ISBN 978-5-8265-2618-7. – EDN SEWRWI.
3. Техническое обеспечение животноводства / А. И. Завражнов, С. М. Ведищев, М. К. Бралиев [и др.]. – Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2020. – 516 с. – (Среднее профессиональное образование). – ISBN 978-5-8114-6650-4. – EDN EPTMMD.
4. Патент № 2804750 С1 Российская Федерация, МПК B01F 27/72. Смеситель сыпучих кормов : № 2022129557 : заявл. 15.11.2022 : опубл. 04.10.2023 / С. М. Ведищев, А. В. Прохоров, Н. В. Хольшев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Тамбовский государственный технический университет". – EDN CWZOTW.

**РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ
ДВУХРЕЗОНАТОРНЫХ СВЧ-ВОСКОТОПОК
НЕПРЕРЫВНО-ПОТОЧНОГО ДЕЙСТВИЯ**

А.В. Шевелев, соискатель,

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

М.В. Просвирякова, д-р техн. наук, доцент

*ГБОУ ВО «Нижегородский инженерно-экономический университет»,
г. Княгинино, Россия*

Аннотация: Предложена новая технология термообработки воскового сырья с использованием энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты в двухрезонаторных установках непрерывно-поточного действия. Разработана методика согласования электродинамических параметров системы «генератор-резонатор-сырье», позволяющая обосновать конструктивные и технологические параметры воскотопок. Приведены результаты моделирования в CST Microwave Studio и экспериментальных исследований, подтверждающие эффективность разработанной конструкции СВЧ-воскотопки с полусферическими резонаторами.

Abstract: A new technology for the thermal treatment of wax raw materials has been proposed, utilizing the energy of an ultrahigh-frequency electromagnetic field in continuous-flow two-resonator installations. A methodology for synchronizing the electrodynamic parameters of the "generator-resonator-raw material" system has been developed, allowing for the justification of the structural and technological parameters of wax melters. Results of modeling in CST Microwave Studio and experimental studies are presented, confirming the effectiveness of the developed microwave wax melter design with hemispherical resonators.

Ключевые слова: пчелиный воск, СВЧ-воскотопка, объемный резонатор, электродинамические параметры, добротность.

Keywords: beeswax, Microwave wax melter, cavity resonator, electrodynamic parameters, quality factor.

Введение

Одной из задач развития пчеловодства в РФ, согласно Федеральному закону № 490-ФЗ, является развитие научно-технической и инновационной деятельности в этой сфере. Значительную часть производимого воска (до 80%) пчеловодческие хозяйства расходуют на собственные нужды, поэтому эффективность его переработки напрямую влияет на рентабельность. Традиционные паровые воскотопки не позволяют отделить и сохранить остаточную фракцию меда (5–7%), растворяя ее в воде, и имеют низкую производительность [1]. Целью настоящего исследования являлась разработка двухрезонаторных СВЧ-воскотопок непрерывно-поточного дей-

ствия для термообработки воскового сырья с отделением остаточной фракции меда и обоснование их параметров.

Основная часть

Теоретической основой работы послужила теория распределения ЭМП сантиметрового диапазона в двухкомпонентном сырье с изменяющимися электрофизическими параметрами. Для компьютерного моделирования распределения ЭМП в резонаторах использовалась программа CST Microwave Studio. Экспериментальные исследования проводились с применением стандартных методик, активного трехфакторного и рототабельного планирования эксперимента. Обработка данных осуществлялась в программах MS Excel и STATISTICA 12. Была разработана авторская методика согласования электродинамических (ЭД) параметров системы «генератор-резонатор-сырье» [2], включающая 12 последовательных шагов для расчета собственной и нагруженной добротности резонаторов, напряженности электрического поля (ЭП) в резонаторе и в сырье, удельной мощности и производительности установки. В результате исследований был разработан способ вытопки воска воздействием ЭМП СВЧ [3], реализованный в нескольких конструктивных исполнениях двухрезонаторных воскотопок (патенты РФ № 2770496, 2737142, 2728659, 2740095). Наиболее эффективной признана конструкция с полусферическими резонаторами (патент № 2770496). С помощью разработанной методики были оценены ЭД-параметры четырех типов резонаторов (таблица 1). Моделирование в CST Microwave Studio для полусферических резонаторов подтвердило высокую напряженность поля в сырье (4,64 и 25 кВ/см) и значения нагруженной добротности (53759 и 55765) [4]. Эффективные режимы работы были выявлены путем многокритериальной оптимизации. Для первого резонатора: удельная мощность 0,9 Вт/г, продолжительность воздействия 1,7 мин. Для второго: удельная мощность 1,15 Вт/г, продолжительность 3 мин. Производительность установки составила 29 кг/ч, удельные энергозатраты – 0,13 кВт·ч/кг.

Таблица 1 – Значения ЭД-параметров разработанных резонаторов

Конструкционное исполнение СВЧ-воскотопки	ЭД-параметры 1-го и 2-го резонаторов				
	Суммарная мощность генераторов, кВт	Собственная добротность	Нагруженная добротность	Напряженность в резонаторе, кВ/см	Напряженность в сырье, кВ/см
Полусферические резонаторы	0,85 / 1,7	79254/ 79254	49246 / 52175	3,06 / 6,11	4,88 / 11,4
Сферический резонатор в кольцевом	0,85 / 1,7	94794 / 71329	58878 / 46927	3,65 / 5,5	5,84 / 10,44
Цилиндрический резонатор со сферическим	0,85 / 1,7	71329 / 94794	44304 / 62364	2,75 / 7,31	7,31 / 13,87
Цилиндрические резонаторы	0,85 / 1,7	80224	51892 / 52783	3,09 / 6,18	5,57 / 11,5

Заключение

Разработанная методика и конструктивные решения открывают новые перспективы для повышения энергоэффективности и качества обработки воскового сырья в пчеловодстве. В целом, данное решение может существенно повлиять на развитие технологий переработки воска и улучшение экономических показателей в отрасли.

Список использованной литературы

1. Shevelev, A. Justification of structural and technological parameters of micro-wave installations for heat treatment of wax raw materials / A. Shevelev, G. Novikova, M. Prosviryakova [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – Vol. 604. – P. 012008. DOI: 10.1088/1755-1315/604/1/012008
2. Шевелев, А.В. Согласование электродинамических параметров с объемом резонатора СВЧ-воскотопки / А.В. Шевелев // Вестник НГИЭИ. – 2024. – № 5 (156). – С. 70–81.
3. Пат. 2789490 Российская Федерация, МПК С11В 11/00. Способ вытопки воска с отделением меда / А.В. Шевелев, М.В. Просвирыкова, Г.В. Новикова и др.; патентообладатель НГИЭУ. – № 2022111579; заявл. 28.04.2022; опубл. 28.08.2023, Бюл. № 4.
4. Шевелев, А.В. Теоретическое обоснование электродинамических параметров СВЧ-установки с полусферическими резонаторами для вытопки воска / А.В. Шевелев, М.В. Просвирыкова, Г.В. Новикова и др. // Вестник НГИЭИ. – 2021. – № 10 (125). – С. 46–56.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИЦЕПНОГО ПИТАТЕЛЯ-ДОЗАТОРА КОРНЕПЛОДОВ

А.И. Попов, канд. пед. наук, доцент,

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

А.А. Пахомкин, аспирант

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический
университет», г. Тамбов, Российская Федерация*

Аннотация: описана лабораторная установка, определены рекомендации по конструированию питателя-дозатора корнеплодов.

Abstract: a laboratory setup is described, and recommendations for designing a root vegetable feeder-meter are provided.

Ключевые слова: животноводство, питатель-дозатор кормов.

Keywords: animal husbandry, feed dispenser.

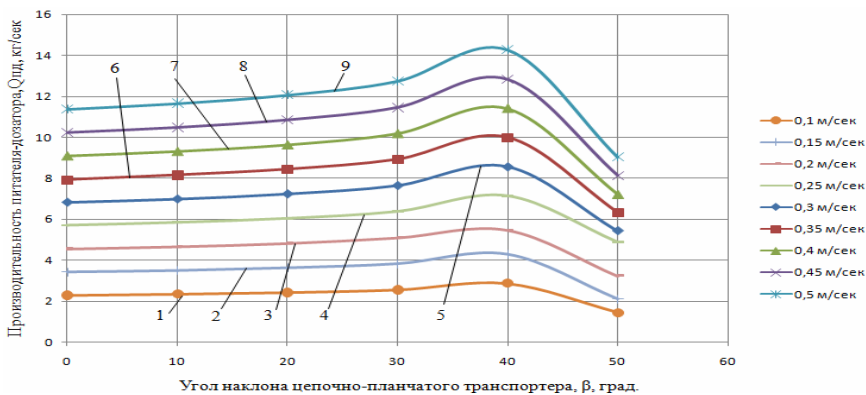
Введение

Неотъемлемой частью поточных технологических линий переработки, приготовления и раздачи кормов являются накопители-питатели и ёмкостные устройства, а также сблокированные с кормоцехами промежуточные механизированные хранилища.

Основная часть

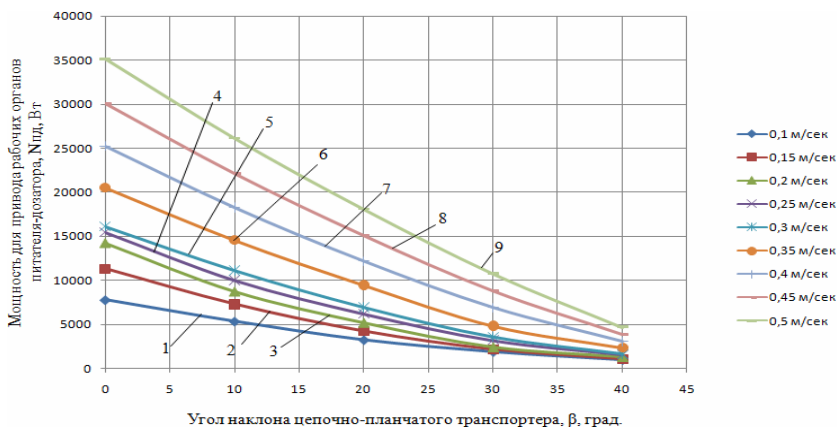
Для проведения лабораторных исследований был изготовлен опытный образец прицепного питателя-дозатора, имеющего следующие конструктивные параметры: длина, ширина и высота бункера питателя-дозатора – 2130х950х750 мм; вместимость бункера – 1,5 м³; длина горизонтального и наклонного цепочно-планчатых транспортеров – 2х2000 мм; ширина скребка – 500 мм; высота скребка – 70 мм; расстояние между скребками – 450 мм; цепь ТРД-38-5600-1-2-8-2; расстояние между планками цепи – 76 мм; звездочки с шагом $p = 38$ мм и числом зубьев $z = 9$.

Корни сахарной свеклы загружались грейферным погрузчиком из буртов в прицепной питатель-дозатор. Влажность корней сахарной свеклы составляла 85...87%, плотность – 1034 кг/м³; исходная загрязненность – 8...10,5%. По результатам исследований были построены графики (рисунки 1–3) зависимости влияния угла наклона цепочно-планчатого транспортера β от производительности $Q_{\text{пд}}$, мощности для привода рабочих органов $N_{\text{пд}}$ и удельного расхода энергии питателя-дозатора $N_{\text{уд}}$.



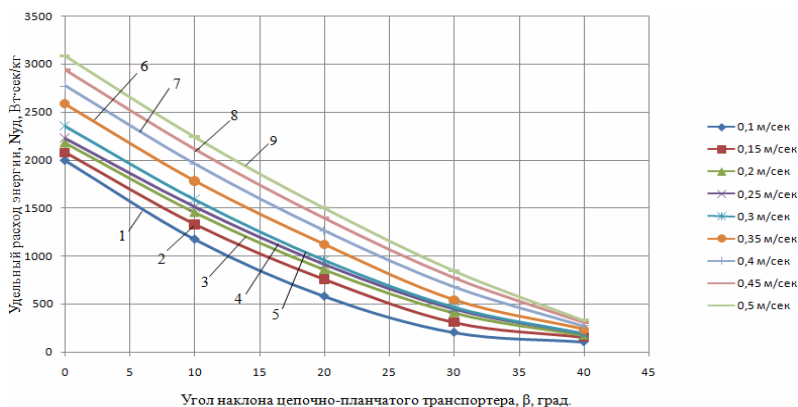
1 – 0,1 м/сек; 2 – 0,15 м/сек; 3 – 0,2 м/сек; 4 – 0,25 м/сек; 5 – 0,3 м/сек; 6 – 0,35 м/сек;
7 – 0,4 м/сек; 8 – 0,45 м/сек; 9 – 0,5 м/сек

Рисунок 1 – Влияние угла наклона цепочно-планчатого транспортера β на производительность питателя-дозатора $Q_{пд}$.



1 – 0,1 м/сек; 2 – 0,15 м/сек; 3 – 0,2 м/сек; 4 – 0,25 м/сек; 5 – 0,3 м/сек; 6 – 0,35 м/сек; 7 – 0,4 м/сек;
8 – 0,45 м/сек; 9 – 0,5 м/сек

Рисунок 2 – Влияние угла наклона цепочно-планчатого транспортера β на мощность для привода рабочих органов питателя-дозатора $N_{пд}$.



1 – 0,1 м/с; 2 – 0,15 м/с; 3 – 0,2 м/с; 4 – 0,25 м/с; 5 – 0,3 м/с; 6 – 0,35 м/с; 7 – 0,4 м/с; 8 – 0,45 м/с; 9 – 0,5 м/с

Рисунок 3 – Влияние угла наклона цепочно-планчатого транспортера β на удельный расход энергии питателя-дозатора $N_{уд}$.

Анализ полученных данных показал, наибольшая производительность для горизонтального цепочно-планчатого транспортера при скорости $v_{ц}$ составляет 0,5 м/сек. Увеличение угла наклона цепочно-планчатого транспортера β от 0° до 38° в зависимости от скорости $v_{ц}$, позволяет увеличить производительность питателя-дозатора $Q_{пд}$, а дальнейшее увеличение скорости приводит к снижению производительности, так как корни сахарной свеклы будут скатываться под действием сил тяжести и трения. Наибольшая производительность будет достигнута при скорости 0,5 м/сек и угле наклона $\beta = 37...38^\circ$.

Заключение

С увеличением угла β наклонного цепочно-планчатого транспортера наименьшая мощность на привод рабочих органов питателя-дозатора $N_{пд}$ будет при скорости 0,1 м/сек и угле наклона $\beta = 40^\circ$, а наибольшая – при горизонтальном транспортировании. Это можно объяснить физико-механическими свойствами транспортируемых корнеплодов. Аналогично, с увеличением угла наклона β снижается удельный расход энергии $N_{уд}$, что, объясняется скоростью перемещения и снижением объемного веса транспортируемых корнеплодов, по сравнению их с находящимися в бункере питателя-дозатора. Кроме того, после прохождения корней сахарной

свеклы через горизонтальный и наклонный цепочно-планчатые транспортеры в бункер измельчающего аппарата, загрязненность снизилась на 2,7...3,2%. При скорости 0,5 м/сек независимо от угла наклонного транспортера питателя-дозатора наблюдались небольшие резонансные колебания цепи, что привело к дополнительному встряхиванию транспортируемой массы корней и более качественной очистке их от земли, мелких налипших камешков и растительных остатков.

УДК 631.363

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТРЕНИЯ И СОПРОТИВЛЕНИЯ СДВИГУ КОРНЕЙ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В ВОДЕ И ПО СУХОЙ ПОВЕРХНОСТИ

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

А.И. Попов, канд. пед. наук, доцент,

Н.А. Брусенков, студент

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
г. Тамбов, Российская Федерация*

Аннотация: обоснована необходимость определения физико-механических свойств кормов, определены коэффициенты трения и сопротивления сдвигу корней сахарной свеклы в воде и по сухой поверхности.

Abstract: the necessity of determining the physical and mechanical properties of feed is substantiated, and the coefficients of friction and shear resistance of sugar beet roots in water and on a dry surface are determined.

Ключевые слова: животноводство, механические свойства кормов.

Keywords: animal husbandry, mechanical properties of feed.

Введение

Анализ машинных технологий показывает, что машины и оборудование, необходимые для оснащения существующих, реконструируемых и вновь строящихся животноводческих ферм в России выпускаются лишь частично. Поэтому новое перспективное кормоприготовительное оборудование, позволяющее в процессе переработки повысить содержание химических элементов и перевариваемость животными потребляемой кормовой смеси, требует дальнейшего усовершенствования и освоения в производстве. Следовательно, необходимы дальнейшие исследования по изучению физико-механических свойств кормов с целью выявления наиболее эффек-

тивных конструктивных и режимных параметров кормоприготовительных машин [1].

Основная часть

Для исследования коэффициентов трения и сопротивления сдвигу корнеклубнеплодов плодов в воде и по сухой поверхности проводили на приборе, конструктивно-технологическая схема которого представлены на рисунке 1 [2].

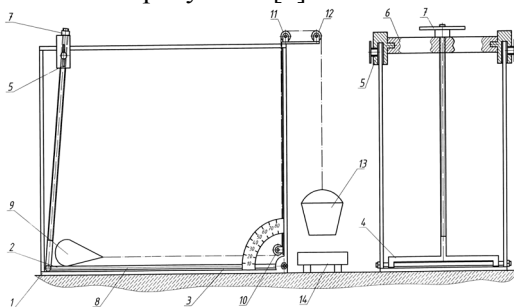


Рисунок 1 – Конструктивно-технологическая схема прибора

Исследование поведения корней сахарной свеклы в воде и по сухой поверхности проводили на описанном приборе в соответствии с разработанной частной методикой. Результаты исследований коэффициента трения покоя в зависимости от вида исследуемой поверхности сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Коэффициент трения покоя сахарной свеклы

Название	Параметры сахарной свеклы				Вид движения корнеплода			
	Плотность, кг/м ³	Диаметр, мм	Длина, мм	Загрязненность, %	по сухой поверхности (вдоль продольной оси)		в воде (вдоль продольной оси)	
					стальная неокрашенная	стальная окрашенная	стальная неокрашенная	стальная окрашенная
Сахарная свекла из бурта	1034	190...195	110...115	8...10,5	30°	27...28°	28°	30...31°
Сахарная свекла отмытая	715			1,5...1,8	28°	26°	29°	32...33°

Примечание: головка корнеплода направлена вниз вдоль продольной оси

В результате проведенных исследований было установлено, что корень сахарной свеклы с длиной по продольной оси 190-195 мм и диаметром 110–115 мм на стальной неокрашенной сухой поверхности находится в спокойном состоянии до угла 28-30° наклона сменной поверхности прибора, а при угле 31° корнеплод начинает плавно скользить

Заключение

На стальной неокрашенной поверхности корень сахарной свеклы находился в воде в спокойном состоянии до угла 28-29° наклона сменной поверхности прибора, а при угле 30° корнеплод начинал плавно скользить. Это можно объяснить смещением центра тяжести головки сахарной свеклы в сторону движения, а также наличием на корнеплоде почвенных примесей, способствующих некоторому «прилипанию» корнеплода к сменной поверхности прибора.

На стальной окрашенной сухой поверхности корень сахарной свеклы находился в спокойном состоянии до угла 26...28° наклона сменной поверхности прибора, а при угле 29° корнеплод начинал плавно скользить.

На стальной окрашенной поверхности корень сахарной свеклы находился в воде в спокойном состоянии до угла 30...33° наклона сменной поверхности прибора, а при угле 34° корнеплод начинал плавно скользить. Это можно объяснить тем, что вода оказывала некоторое сопротивление на начало движения корнеплода по наклонной поверхности.

Список использованной литературы

1. Брусенков, А.В. Анализ состояния технического обеспечения животноводческих ферм и комплексов / А.В. Брусенков, В.П. Капустин // Наука в центральной России: научно-производ. периодич. журнал. – Тамбов: Изд-во ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии. – 2017. – №3(27). – С. 5–10.
2. Пат. №2745203 РФ, МПК G01B 5/24. Прибор для определения угла естественного откоса сыпучих материалов / А.В. Брусенков, В.П. Капустин, А.С. Иванов. – №2020124402; заяв. 23.07.2020; опубл. 22.05.2021. Бюл. №9.

Секция 5 «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ АПК»

УДК 658.51

ПРИМЕНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

В.Н. Василенко¹, д-р техн. наук, профессор,

С.Е. Корчагин², директор,

Л.Н. Фролова¹, д-р техн. наук, профессор

Р.А. Своеволин¹, аспирант

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет
инженерных технологий»,*

АНО «Траектория перемен», г. Воронеж, Российская Федерация

Аннотация: Обеспечение конкурентоспособности пищевой и перерабатывающей промышленности требует построения как более рациональной структуры, так и повышения её технологического уровня. Для этого современному пищевому предприятию предстоит изыскать и привести в действие как новые, так и нераскрытые внутренние резервы эффективной организации управления, более полного использования всех видов ресурсов, задействовать методы стимулирования труда. Решению этих задач может помочь опыт освоения передовых методов управления производством студентами инженерных специальностей в процессе обучения, в первую очередь основанных на философии и методологии Кайдзен\Lean\Бережливого производства.

Abstract: Ensuring the competitiveness of the food and processing industry requires building a more rational structure and increasing its technological level. To achieve this, modern food enterprises need to identify and implement both new and untapped internal reserves for effective management, more efficient use of all types of resources, and labor incentives. The experience of mastering advanced production management methods by engineering students during their education, primarily based on the philosophy and methodology of Kaizen\Lean\Lean Manufacturing, can help solve these challenges.

Ключевые слова: бережливое производство, инструменты, менеджмент, проблемы, производство

Keywords: lean production, tools, management, problems, production.

Подготовка высококвалифицированных кадров нового качества, которые умеют выявлять потери и знают с помощью каких инструментов их устранить, требует внедрения новых образовательных технологий в учебный процесс. Одним из эффективных инструментов для введения студентов в курс бережливого управления в нашей стране является «Фабрика процессов», как инновационная

форма для подготовки кадров нового качества, удовлетворяющих запрос работодателя и отвечающих современным требованиям.

Фабрика процессов – это образовательная производственная площадка, на которой происходит имитация производственного процесса, в котором участники получают практический опыт применения инструментов Бережливого производства, а также изучают, как улучшения технологических, логистических и бизнес-процессов, а также отдельных операций влияют на операционные и экономические показатели деятельности производства в целом.

Таким образом, обязательными требованиями к преподавателям Фабрики процессов, являются: непосредственно производственный опыт; практическое участие в трансформации производственных процессов на реальных предприятиях; знание основ операционного менеджмента; владение инструментами статистического анализа; понимание и применение глубинных (по Дж.Эдварсу) знаний о природе управления изменениями.

Формирование Бережливого мышления руководителей и сотрудников, совершенствование управленческих навыков требует преобразования непосредственно образовательного процесса на основе системы общечеловеческих ценностей, подходов и инструментов трансформация менталитета, современного взгляда на модель человеческой личности.

Бережливые технологии могут и должны применяться непосредственно в образовательном процессе. Построение сквозных программ, интеграция методов и инструментов Бережливого производства непосредственно в тело специальных и общих дисциплин не только развивает целостное восприятие и компетенции учащихся, но и значительно повышает эффективность самого образовательного процесса. В свою очередь, это требует от профессорско-педагогического состава как пересмотра учебно-методических комплексов, адаптации их к быстроменяющимся внешним глобальным вызовам, так и личного погружения в саму суть философии Бережливого производства, глубокого понимания механизмов интеграции методов и инструментов Бережливого производства во все аспекты деятельности общества. Таким образом, методы бережливого производства и ценностно-ориентированного подхода эффективно применяются в различных контекстах и, несомненно, их необходимо системно применять в образовательном процессе,

не только как теоретический материал, но и как комплексный практический инструмент повышения эффективности образования и развития профессиональных компетенций.

Список использованной литературы

1. Новый взгляд на Дом Тойоты / Сергей Корчагин. - [б.м.]: Издательские решения, 2019. – 5с ISBN:978-5-4496-5549-3
2. Современный взгляд на Производственную систему / Сергей Корчагин. - [б.м.]: Издательские решения, 2019. – 22с ISBN 978-5-0050-7271-9
3. «Производственная система «Росатома» (ПСР), <https://www.rosatom.ru/about/system/>
4. Производственная система ОСК, <https://www.aosk.ru/press-center/news/osk-perezapuskayet-proizvodstvennyuyu-sistemu/>
5. Создание корпоративных и региональных Центров компетенций / Сергей Корчагин. https://leannext.ru/centry_competenc

УДК 3786619.001.895(470.57)

ИННОВАЦИОННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ ВЕТЕРИНАРНЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

3.3. Ильясова, канд. биол. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Башкирский ГАУ», г. Уфа,
Республика Башкортостан, Российская Федерация*

Аннотация: Подготовка ветеринарных врачей в Республике Башкортостан направлена на формирование высококвалифицированных специалистов, готовых внедрять инновационные решения в практику своей профессиональной деятельности.

Abstract: The training of veterinarians in the Republic of Bashkortostan is aimed at developing highly qualified specialists who are ready to implement innovative solutions in the practice of their professional activities.

Ключевые слова: сельское хозяйство, ветеринария, инновационные направления подготовки.

Keywords: agriculture, veterinary science, innovative areas of training.

Ветеринарное образование в Республике Башкортостан характеризуется использованием инновационных подходов и технологий, направленных на повышение качества подготовки специалистов. Среди ключевых инновационных направлений подготовки ветеринарных специалистов выделяются:

Цифровые платформы и виртуальные симуляторы. Одним из важных элементов современного образовательного процесса являются цифровые технологии. Учебные заведения республики ис-

пользуют специализированные программы и виртуальные лаборатории, позволяющие моделировать реальные ситуации и процессы. Использование современных онлайн-курсов, интерактивных лекций и симуляционных тренажёров позволяет студентам изучать анатомию животных, диагностику заболеваний и хирургические операции без прямого контакта с животными. Это повышает эффективность учебного процесса и снижает риски ошибок на практике. Например, в Башкирском государственном аграрном университете применяют систему виртуального обучения для отработки навыков диагностики инфекционных заболеваний животных. Студенты изучают типичные признаки инфекций, проводят визуальное обследование животного и выбирают наиболее подходящие способы лечения.

Дистанционное обучение и смешанные форматы. Современные условия требуют гибкости в организации учебного процесса. Именно поэтому многие учебные заведения предлагают курсы дистанционного формата, доступные в любое время суток. Смешанная форма обучения объединяет традиционные аудиторные занятия с самостоятельным освоением материала через электронные ресурсы. Интеграция дистанционной формы обучения с очными занятиями помогает оптимизировать учебный процесс, позволяя студентам самостоятельно осваивать теоретический материал и проводить лабораторные исследования в удобное время. Например, заочная форма обучения, реализуемая посредством системы дистанционного обучения, даёт возможность слушателям проходить лекции, слушать вебинары, участвовать в видеоконференциях, сдавать тесты и общаться с преподавателем онлайн. Это особенно актуально для студентов, совмещающих учёбу с работой или проживающими в удалённых районах Республики Башкортостан.

Научно-исследовательская деятельность. Внедрение практики научного подхода развивает способность молодых специалистов критически мыслить и применять полученные знания на практике. Исследовательские проекты позволяют студентам углублённо изучить специфические проблемы ветеринарии и предложить собственные пути их решения. Например, Башкирский государственный аграрный университет проводит ежегодные студенческие конференции, где студенты представляют свои научные разработки, направленные на совершенствование методик борьбы с заболеваниями животных. Студенты участвуют в научных проектах, разраба-

тывая новые методы диагностики болезней, профилактики и лечения сельскохозяйственных животных. Такая практика способствует развитию исследовательских компетенций и формированию профессиональных навыков.

Современные методы диагностики и терапия. Современная ветеринария невозможна без высокотехнологичных инструментов и оборудования. Поэтому будущие врачи учатся работать с современными приборами и аппаратурой, используемыми в диагностике и лечении животных. Башкирский ГАУ располагает современной клинической базой, оснащённой УЗИ-аппаратом, рентгенографическим оборудованием и системой анализа крови. Благодаря этому студенты имеют возможность освоить современную технику диагностики заболеваний и выбирать эффективные терапевтические схемы. Эти знания помогают будущим специалистам эффективно решать практические задачи в области животноводства и охраны здоровья животных.

Заключение

Подготовка ветеринарных врачей в Республике Башкортостан направлена на формирование высококвалифицированных специалистов, готовых внедрять инновационные решения в практику своей профессиональной деятельности.

Список использованной литературы

1. Борисевич, М. Н. Компьютерные тестирующие программы при подготовке и аттестации ветеринарных специалистов / М. Н. Борисевич // Современные научно-практические достижения в ветеринарии : Сборник статей МНПК. – Киров: Вятский ГАТУ, 2021. – С. 50–54.
2. Ильясова, З. З. Особенности преподавания ветеринарной микробиологии и микологии на современном этапе / З. З. Ильясова // Актуальные проблемы преподавания социально-гуманитарных, естественно-научных и технических дисциплин в условиях модернизации высшей школы : Материалы международной научно-методической конференции, Уфа, 04–05 апреля 2014 года. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2014. – С. 113–115.
3. Рахимжанова, Д. Т. Информационные технологии в подготовке ветеринарных специалистов / Д. Т. Рахимжанова // Трансформация АПК: цифровые и инновационные технологии в производстве и образовании : Сборник материалов Национальной НПК с международным участием. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2022. – С. 300–303.

РОБОТИЗАЦИЯ И ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ АПК

И.И. Гируцкий, д-р техн. наук, доцент

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

Аннотация: Перспективы и эффективность роботизации сельскохозяйственного производства напрямую связаны с наличием и подготовкой квалифицированных кадров для эксплуатации, обслуживания и разработки роботизированных комплексов различного назначения.

Abstract: The prospects and effectiveness of agricultural robotization are directly related to the availability and training of qualified personnel for the operation, maintenance, and development of robotic systems for various purposes.

Ключевые слова: Робот, управление, эффективность, эксплуатация, кадры.

Keywords: Robot, control, efficiency, operation, personnel.

Введение

Одним из факторов повышения конкурентоспособности сельскохозяйственного производства является его цифровизация. А фундаментом цифровизации является интеллектуализация и роботизация управления технологическими процессами биотехнических систем сельскохозяйственного производства. Современный этап процесса развития науки и техники связан с усложнением алгоритмов управления, расширенным использованием баз знаний с переводом интеллектуальных возможностей человека на компьютеризированное устройство управления. При этом исключение оператора из управления технологическим оборудованием позволяет осуществлять круглосуточно технологические процессы доения, кормления и т.п., что соответствует биологической природе животных и растений. При этом изменяются и параметры технологического оборудования. Благодаря круглосуточной работе существенно снижается его производительность и металлоемкость, снижается численность занятых работников. В Республике Беларусь и Российской Федерации накоплен значительный опыт по применению доильных роботов и доильных залах на молочно-товарных комплексах. С точки зрения технологических функций доильный робот в отличие от компьютеризированных доильных залов осуществляет дополнительно подготовку и стимуляцию вымени, а, главное, автоматическое надевание доильных стаканов на соски вымени коровы, что полностью исключает оператора из процесса доения. Про-

веденные в РФ исследования показывают, что при использовании доильных роботов, себестоимость 1 кг молока лежит в диапазоне 18... 25 руб. в зависимости от конкретных условий хозяйства [1,2]. При этом в доильных залах («елочка», «тандем») себестоимость 1 кг молока составляет 16...22 руб. [3]. Технологический эффект роботизации доения заключается в повышении продуктивности коров на 7...28% за лактацию по сравнению с доильными залами с двухразовым доением. При этом товарность молока достигает до 94%, благодаря снижению числа соматических клеток благодаря высокой гигиене [1]. Примером эффективной роботизации является и компьютеризированное оборудование круглосуточной раздачи жидких кормов в цехах откорма свиноводческих комплексов [4]. Разработка и эффективная эксплуатация подобных высокотехнологичных интеллектуальных систем требует качественной подготовки агроинженеров по программно-техническим средствам автоматизации и основам робототехники [6-8].

Основная часть

Известная аксиома успеха в век научно-технического прогресса, заключающаяся в решении двуединой задачи – разработке новых технологий и быстрому внедрению их в производство, делает обязательной интеграцию науки (разработка) и образования (обучение грамотному использованию новых технологий). Такой подход требует достаточно сложных и длительных, не только структурных, но и психологических изменений в нашей сложившейся системе практически независимого функционирования науки, образования и производства. Для учебно-научного процесса агроинженерного университета кардинальные изменения в технологиях управления и робототехники должны сопровождаться адаптацией профессорско-преподавательского состава через участие в реальных проектах и адекватным развитием соответствующей лабораторной базы. На кафедре автоматизированных систем управления создана лаборатория для практического обучения студентов (рис.1). Первоочередные задачи, решаемые при развертывании полигона программно-технических средств цифровизации производства:

- формирование информационной и программно-технической среды для подготовки специалистов, проведения научных исследований и разработок проектов в области автоматизации производства по принципу «снизу-вверх», от изучения отдельных датчиков и

исполнительных механизмов, до создания локальных автоматизированных систем управления отдельными технологическими процессами и установками;

- разработка методического обеспечения для обучения новым технологиям управления в рамках учебно-научного процесса агроинженерного университета, включая курсовое и дипломное проектирование, подготовку кандидатов и докторов наук, а также для повышения квалификации сотрудников научно-исследовательских и проектных организаций и специалистов агропромышленных предприятий;



Рисунок 1 Фрагмент лаборатории по программно-техническим средствам и основам робототехники

В качестве программно-аппаратной базы лаборатории приняты учебные стенды «Станция водоснабжения» и «Мехатроника» фирмы Festo. В качестве устройства управления используется ПЭВМ с лицензионной системой программирования FluidSIM® (рис.2). Стенды и методическое обеспечение позволяют приобрести практические навыки последовательного построения систем автоматизации от отдельных датчиков и исполнительных механизмов до создания комплексных проектов. Стенды позволяют изучить принципы действия и исследовать статические и динамические характеристики таких средств измерения как оптические, индуктивные и емкостные датчики конечного положения, ультразвуковой датчик уровня, датчики давления и расхода, а также современные испол-

нительные механизмы. Стенд «станция водоснабжения» доукомплектован средствами контроля энергопотребления, что позволяет разрабатывать алгоритмы управления с использованием критерия энергоэффективности [5].

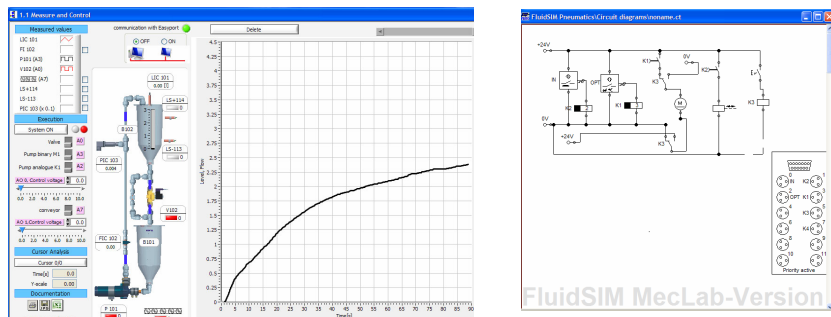


Рисунок 2 Фрагменты проектов, создаваемых с использованием программно-технических средств учебных стендов «станция водоснабжения» и «мехатроника»

Заключение

От своевременности проведения модернизации лабораторий программно-технических средств автоматизации и переподготовки профессорско-преподавательского состава существенно зависит качество агроинженерного образования, востребованность выпускников и, в значительной мере, эффективность использования высокотехнологического оборудования на предприятиях агропромышленного комплекса. Разнообразные датчики и исполнительные механизмы, микропроцессорные контроллеры и компьютеры в промышленном исполнении и основанные на нем системы автоматизации различных уровней становятся необходимым элементом успешно функционирующего производства. Темпы этих перемен зависят от качества подготовки будущих специалистов.

Список использованной литературы

1. https://agvu.vurgau.ru/images/Agricultural_Journal/2022/01_2022/7_01_2022.pdf (дата обращения : 01.09.2025).
2. <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitel'naya-otsenka-ekonomicheskoy-effektivnosti-ispolzovaniya-doinnyh-robotov-v-ooo-pokrovskoe-vologodskoy-oblasti> (дата обращения : 01.09.2025).
3. <https://repo.vsam.by/bitstream/123456789/19697/1/t-2017-1921-74075.pdf> (дата обращения : 01.09.2025).
4. Гируцкий, И.И. Роботизированное оборудование для откорма свиней с возможностью дистанционного контроля с использованием глобальной сети Интернет/ И.И. Гируцкий // Вестник ВНИИМЖ, №3(7), 2012. – С. 62–66.

5. Гируцкий, И.И. Физическое моделирование различных вариантов водоснабжения с оценкой энергозатрат / И.И. Гируцкий, А.Н. Ермаков, Д.Д. Слимаков // Вестник Тульского государственного университета. Автоматизация: проблемы, идеи, решения: сб. научных трудов национальной научно-техн. конференции с международным участием: «АПИР-27», 9-11 ноября 2022 года. Тула: Изд-во ТулГУ, 2022. – С. 200–205.

6. Гируцкий, И.И. Подготовка специалистов по автоматизированным системам управления для предприятий АПК/ И.И. Гируцкий// Вышэйшая школа. №2, 2002 г., С. 21–24.

7. Гируцкий И.И. , Загинайлов В. И., Судник Ю.А. Инновационная технология подготовки специалистов по компьютеризации сельхозпроизводства. Механизация и электрификация сельского хозяйства. № 8, 2005. – Ч. 2–4.

8. Гируцкий, И.И. Подготовка инженеров по мехатронике /И.И. Гируцкий, А.Н. Ермаков, Д.Д. Слимаков// Вестник Тульского государственного университета. Автоматизация: проблемы, идеи, решения: сб. научных трудов национальной научно-техн. конференции с международным участием: АПИР-27», 9-11 ноября 2022 года. Тула: Изд-во ТулГУ, 2022. – С. 185–189.

УДК 378.091:001.895](477:4)(063)

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИНЦИПА ОТКРЫТОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ В РАМКАХ СИНЕРГИЧЕСКОГО ПОДХОДА

Т.А. Непарко¹, канд. техн. наук, доцент,

Н.И. Болтянская², канд. техн. наук, доцент,

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

² Мелитопольский государственный университет, г. Мелитополь

Аннотация: в статье обозначены принципы открытой модели образования в рамках синергетического подхода.

Abstract: the article outlines the principles of an open education model within the framework of a synergetic approach.

Ключевые слова: система образования, открытая модель, принципы, синергетический подход.

Keywords: education system, open model, principles, synergetic approach.

Введение

Рассматривая современную систему образования можно с уверенностью говорить о необходимости изучения подходов к построению открытого образования. Актуальность развития открытого образования особенно остро проявляется сегодня [1,2].

Основная часть

Согласно синергетическому подходу, большинство систем существующих в мире открыты для обмена энергией и

информацией, в связи с этим они находятся в постоянном изменении. Подобно этому система аграрного образования также должна находиться в постоянном взаимодействии с другими системами и быть при этом саморазвивающейся, стремящейся к открытости и преодолению построенных рамок и ведущая за собой придание обучению творческого характера. Иными словами, сущность данного подхода состоит в том, что в окружающей нашей среде присутствуют разные частицы, в частности люди, думающие и действующие в одинаковой идейной плоскости. В результате чего между ними происходит взаимодействие, кооперирующее их в самоорганизующиеся системы [3,4]. Реализация принципа открытости образования в рамках синергического подхода предполагает ориентацию в образовании на соискателя высшего образования как субъекта образовательной деятельности.

Это утверждение выражается в следующих положениях:

1) Современное образование как средство освоения мира обязано обеспечить интеграцию разных способов его освоения и тем самым увеличить творческий потенциал человека для свободных и осмысленных действий, целостного открытого восприятия и осознания мира.

2) Развитие возможно только в открытых системах, постоянно обменивающихся с внешней средой энергией, веществом, информацией.

3) Открытость систем как исходный принцип предполагает качественно новые подходы в обществоведении, смысл которых состоит в том, чтобы за исходное начало бралась не система как целое в ее статическом состоянии, а человек с его неповторимостью как постоянный источник стихийности, неупорядоченности и в то же время – источник развития.

4) Основой реализации образования, открытого будущего, служит новый тип социальных отношений, предполагающий взаимную помощь, взаимную координацию, сотрудничество и сотворчество.

5) Становление и развитие современной модели образования невозможны без диалога и совместного творческого поиска специалистов в разных областях знаний.

Таким образом, синергетический подход вбирает в себя основные замыслы и принципы построения открытой системы образования, где человек или субъект образования является

главным элементом системы, приводящей ее к неизбежному развитию благодаря постоянному обмену информацией с внешней средой. На основе всего вышеперечисленного в рамках синергетического подхода можно выделить следующие принципы открытой модели образования:

- открытость образования будущего;
- интеграцию всех способов освоения человеком мира;
- развитие и включение в процессы образования синергетических представлений об открытости мира, целостности и взаимосвязи человека, природы и общества;
- свободное использование различных информационных систем, которые сегодня играют не меньшую роль в образовании, чем непосредственное общение с преподавателем;
- личностная направленность процесса обучения;
- психологическая установка соискателя на сверхзадачу, в связи с чем образование находится в процессе постоянного поиска и изменения, все время формируя новые ориентиры и цели;
- изменение роли преподавателя: переход к совместным действиям в новых нетривиальных ситуациях в открытом, переменном, необратимом мире.

Заключение

Становление новой парадигмы образования, позиционирование принципа непрерывности образования на протяжении всей жизни вызвало необходимость создания принципиально новой и доступной системы образования – системы открытого образования.

Список использованной литературы

1. Ковалев, А.В. Специфика и проблемы организации самостоятельной работы студентов / А.В. Ковалев, Т.Н. Кузьмина // Техничко-технологическое обеспечение инноваций в агропромышленном комплексе: матер. III Межд. научно-практ. конф. молодых ученых – Мелитополь: МелГУ, 2025. – С. 729–738.
2. Непарко, Т.А. Аграрное образование в условиях цифровизации сельского хозяйства / Т. А. Непарко, В. Б. Ловкис // Техничко-технологическое обеспечение инноваций в агропромышленном комплексе: матер. II Межд. научно-практ. конф. молодых ученых. – Мелитополь: МГУ, 2024 – С. 667–675.
3. Nesterenko, S. Main directions of educational work, means and forms of their implementation / S. Nesterenko, N. Boltianska // Техничко-технологическое обеспечение инноваций в агропромышленном комплексе: материалы II Межд. научно-практ. конф. – Мелитополь: МГУ, 2023. – С. 463–466.
4. Непарко, Т. А. Роль университета в становлении студента как специалиста / Т.А. Непарко, Е.И. Подашевская // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции: сб. статей VI Межд. научно-практ. конф. – Минск: БГАТУ, 2023. – С. 398–400.

РАЗРАБОТКА ТРЕНАЖЕРА ПО ИЗУЧЕНИЮ ОСНОВ ФИЗИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ НА ОСНОВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ

И.А. Серебряков¹, канд. техн. наук,

Е.Д. Апанель², учащийся

¹*Белорусский национальный технический университет,*

²*УО «Национальный детский технопарк»,*

г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация: В статье описан разработанный и изготовленный тренажер по изучению основ электричества, который может быть полезен при изучении дисциплин, связанных с электрооборудованием сельскохозяйственной техники и грузового автотранспорта.

Abstract: The article describes a developed and manufactured simulator for studying the basics of electricity, which can be useful in studying disciplines related to electrical equipment of agricultural machinery and trucks.

Ключевые слова: электрооборудование, учебный тренажер, учебный стенд.

Keywords: electrical equipment, training simulator, training stand.

Введение

Подготовка специалистов для обслуживания и ремонта современной сельскохозяйственной техники немыслима без понимания ими основ электричества и знаний в области электрооборудования. Для изучения данных материалов учебными планами учреждений высшего образования, учреждений профессионального образования предусмотрены соответствующие дисциплины. Для повышения качества изучения данных дисциплин был разработан и представлен тренажер по изучению основ электричества и электротехники.

Основная часть

Разработанный тренажер представляет собой стенд, на который крепятся таблички с элементами электрических цепей. Основной частью стенда является перфорированная панель размерами 600*800 мм, в отверстия которой входит ответная часть табличек. Каждая табличка отражает собой определенный элемент электрической цепи (резистор, лампочка, предохранитель и т.д.). На каждой табличке есть наклейка, где указано название элемента, его описание, назначение, а также подписаны контактные соединения для его включения в цепь. Элементы соединяются в цепь с помощью маркированных проводов-крокодилов.

Конструкция стенда подразумевает быструю и легкую сборку электрической цепи. Детали, из которых состоит тренажер, не являются дорогостоящими. Стенд удобный и безопасный в эксплуатации, его легко перемещать.

Важным этапом было создание подробной инструкции по использованию тренажера, а также по проведению практических занятий на нем. Она поможет избежать проблем во время его эксплуатации. В настоящий момент разработано 2 учебных модуля для практических занятий на тренажере. Первый учебный модуль по теме «Основы протекания электрического тока», включает в себя таблицу с расшифровкой условных обозначений элементов цепи, правила пользования мультиметром, пример порядка составления электрической цепи, правила ее составления и подключения элементов, а также электрические схемы для сборки на стенде.

Выполнив лабораторную работу в этом модуле, учащийся будет знать условные обозначения элементов цепи, которые используются в тренажере, уметь обращаться с мультиметром и знать, как собирать электрическую цепь таким образом будет подготовлен к выполнению лабораторных работ из модуля Б.

Второй учебный модуль по теме «Устройство автомобильных электрических схем» включает в себя 4 лабораторные работы с более высоким уровнем сложности, по сравнению с модулем А. Лабораторные работы модуля Б:

1. «Предохранители и защита цепей».

Работа с предохранителями способствует закреплению теоретических и практических знаний о принципах защиты электрических цепей от коротких замыканий и перегрузок. Обучающийся будет знать, что такое предохранитель, допустимый ток, токовая характеристика предохранителя.

2. «Принцип работы электромагнитного реле».

Работа с электромагнитным реле поможет ученику усвоить учебный материал по теме взаимодействия магнитного поля и электрического тока, а также закрепить свои знания о том, как создается магнитное поле с помощью тока и влияет на работу устройства. Ученик будет знать, что такое реле, где и для чего оно применяется.

3. «Работа с лампами и светотехникой».

Выполнив данную лабораторную работу, ученик узнает об особенностях работы с автомобильной светотехникой. За занятие необходимо собрать два варианта цепи, включающей в себя реле и автомобильные лампочки разной мощности.

4. «Электронные компоненты электрических цепей».

В данной лабораторной работе изучается проводимость электрического тока диодом и падение напряжения на нем. Также изучаются основы подключения и регулирования тока с помощью транзисторов.

Заключение

Использование тренажера поможет учащимся улучшить усвоение учебного материала, позволит на практике закреплять усвоение тем, связанных с электрооборудованием. Инструкция и комплектация тренажера будут предоставляться всем желающим, что обеспечит его доступность для различных образовательных учреждений. Кроме того, стенд может быть использован в научно-практической работе студентов при прототипировании электрических и электронных компонентов, разработке схем электрооборудования и т.д.

Список использованной литературы

1. Апанель, Е.Д. Разработка тренажера по изучению основ электротехники на основе автомобильных компонентов / И.А. Серебряков, Е.Д. Апанель // Российская наука в современном мире: Сборник статей LXXII международной научно-практической конференции / Москва: «Научно-издательский центр «Актуальность.РФ», 2025. – С. 83–84.

УДК 378.147:621.3

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОХОЖДЕНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ СТУДЕНТОМ УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

М.А. Прищепов д-р техн. наук, профессор

А.А. Жидович, магистрант,

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

Аннотация: Подготовка специалиста по профессии электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования в объеме знаний и умений соответствующих III-IV разрядам данной профессии и теоретических знаний в объеме 3 курса бакалавриата.

Abstract: Training of a specialist in the profession of an electrician for the repair and maintenance of electrical equipment in the amount of knowledge and skills corresponding to the III-IV categories of this profession and theoretical knowledge in the amount of the 3rd year of a bachelor's degree.

Ключевые слова: опыт, обучение, стажировка, инструктаж.

Keywords: Practice, Training, Internship, Briefing.

Введение

В целях повышения практикоориентированности подготовки инженеров технического профиля особое внимание уделяется прохождению производственной практики на промышленных предприятиях или предприятиях агропромышленного комплекса – заказчиках кадров. Вместе с тем анализ системы подготовки инженерных кадров показал наличие определенных проблем: невысокая привлекательность инженерной профессии в обществе; недостаточная обеспеченность образовательного процесса высококвалифицированными преподавателями и рост среднего возраста преподавателей высшей научной квалификации; невысокая эффективность с организациями – взаимодействия учреждений образования заказчиками кадров при формировании профессиональных компетенций выпускников; недостаточная эффективность в инженерных кадрах.

Основная часть

Для решения данных проблем, студенту перед прохождением производственной практики нужно поставить четкую и понятную задачу:

- После прибытия на промышленное предприятие первым делом пройти вводный инструктаж у инженера по охране труда;
- Непосредственный руководитель производственной практики должен прикрепить практиканта за опытным работником электротехнического персонала не ниже V разряда и с опытом работы не менее 2 лет по данной специальности;
- Практикант должен всюду следовать за своим наставником, выполнять его поручения и внимательно наблюдать за его действиями, вникать в производственный процесс и режимы работы рабочей машины, вышедшей из строя, в случае непонятной ситуации, обо всем расспрашивать наставника.
- Изучать электрические принципиальные схемы и учиться их собирать, учиться подключать асинхронный электродвигатель на разные соединения обмоток Y и Δ , учиться замерять токи, потребляемые электродвигателем при разных типах соединения обмоток.
- Научиться базовой настройке микроконтроллеров и преобразователей частоты, которые все чаще внедряются в технический процесс в различных сферах (вентиляция, отопление, электропривод и т.д.)

Выполнение данных рекомендаций позволит студенту легче освоить базовые умения по профессии, укрепит теоретические

знания, даст представление о технологических процессах работы на предприятии, научит производить текущий ремонт оборудования и позволит приобрести практические навыки монтажа оборудования и проверки его работоспособности, а также технических параметров на испытательных стендах. Все эти знания несомненно повысят практикоориентированность и интерес к профессии инженера технического профиля и помогут в дальнейшем обучении специалиста.

Заключение

Результатами применения данных рекомендаций прохождения производственной практики станут: степень соответствия компетенций молодых специалистов требованиям современных технологических укладов, степень обеспечения субъектов хозяйствования высококвалифицированными инженерными кадрами, степень интеграции системы инженерного образования с производственным сектором экономики.

Список использованной литературы

1. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2025 г. / Нац. комис. по устойчивому развитию Респ. Беларусь ; редкол.: Л. М. Александрович [и др.]. – Минск : Юнипак, 2021. – 202 с.
2. Информационные технологии и управление : материалы 55 науч. конф. аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 6–10 мая 2023 г. / Белорус. гос. ун-т информатики и радиоэлектроники ; редкол.: Л. Ю. Шилин [и др.]. – Минск : БГУИР, 2023. – 103 с.
3. Агапов, Е. П. Методы исследования в социальной работе : учеб. пособие / Е. П. Агапов. – 3-е изд. – М. : Дашков и К° ; Ростов н/Д : Наука-Спектр, 2024. – 223 с.
4. Идеологическая и воспитательная работа в учреждениях высшего образования: традиции и инновации [Электронный ресурс] : материалы заоч. науч.-метод. конф., 15–17 мая 2023 г., в рамках XXI Респ. выст. науч.-метод. лит., пед. опыта и творчества учащейся молодежи «Я – грамадзянін Беларусі» / Респ. ин-т высш. шк. – Минск : РИВШ, 2023. – 156 с.

УДК 378.014.3:62

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ: МЕТОДОЛОГИЯ ОБОСНОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВА И СУЩНОСТИ

Н.Г. Серебрякова, канд. пед. наук, доцент,

А.П. Мириленко, канд. техн. наук, доцент,

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

Аннотация: в статье представлена методология, позволяющая на практике реализовать компетентностный подход в инженерном образовании. Обосновывается

количество и содержание профессиональных компетенций. Методика основана на чётких принципах, процессном подходе и международных стандартах, которые определяют задачи и ответственность специалистов.

Abstract: The article presents a methodology for the practical implementation of a competence-based approach in engineering education. It justifies the number and content of professional competencies. The methodology is based on clear principles, a process-oriented approach, and international standards that define the tasks and responsibilities of specialists.

Ключевые слова: инженерное образование, профессиональные компетенции.

Keywords: engineering education, professional competencies.

Введение

Современное инженерное образование ставит перед собой задачу подготовки выпускников, соответствующих требованиям рынка труда и ожиданиям работодателей и государства. Для этого образовательный процесс должен быть ориентирован на формирование профессиональных (профильных) компетенций, которые позволят выпускникам эффективно выполнять производственные задачи сразу после окончания вуза. Однако действующие образовательные стандарты содержат только перечни универсальных и общепрофессиональных компетенций, не раскрывая специфику профильных. В результате каждый университет самостоятельно определяет набор профильных компетенций, опираясь на собственное видение требований отрасли. Отсутствие единых подходов и практических рекомендаций делает эту задачу особенно актуальной.

Основная часть

В педагогической практике существуют различные методы моделирования компетенций, среди которых наиболее распространён метод анкетирования. Однако он имеет как преимущества, так и недостатки: количество и формулировки компетенций в разных вузах значительно различаются и остаются субъективными из-за отсутствия единых правил их обоснования. Международный проект TUNING лишь рекомендует минимизировать количество компетенций.

Предлагаемая методика основывается на следующих принципах: иерархия требований – приоритетное определение ключевых профессиональных компетенций, которые должны формироваться в рамках основной образовательной программы; простота – формулировки компетенций должны быть максимально лаконичными и понятными, без излишней сложности; однозначность толкования – компетенции должны чётко восприниматься как преподавателями, так и работодателями, чтобы гарантировать соответствие выпуск-

ника производственным задачам; консенсус – учёт интересов всех заинтересованных сторон: работодателей, вузов, выпускников, общества и государства; межатраслевой подход – компетенции должны отвечать требованиям различных отраслей, заинтересованных в специалистах данного профиля; комплексность – итогом обучения должна стать не просто совокупность отдельных компетенций, а способность выпускника эффективно решать профессиональные задачи в целом.

Основные положения: профессиональные компетенции должны обеспечивать востребованность выпускника на рынке труда и основываться на соответствующих профессиональных стандартах; требования к компетенциям должны учитывать международный опыт, в частности стандарты в области проектирования, производства и управления качеством; формирование компетенций целесообразно осуществлять на основе процессного подхода, что позволяет эффективно выполнять основные этапы производственной деятельности; содержание образовательной программы должно логично вытекать из структуры и перечня профессиональных компетенций; обоснование компетенций должно опираться на международные стандарты (ISO), так как они систематизируют мировой опыт, разработаны на основе консенсуса и создают доверие к качеству образования.

Определение количества и формулировок компетенций.

Процессный подход – один из ключевых принципов управления качеством, поскольку мировой опыт показывает, что желаемый результат достигается эффективнее, когда деятельность и ресурсы рассматриваются как процесс. Поэтому обоснование количества компетенций целесообразно осуществлять с позиции процессного подхода.

Эффективность профессиональной деятельности специалиста определяется качеством выполнения каждого этапа работы. Если выпускник способен эффективно выполнять все этапы, его можно считать компетентным. Таким образом, обоснование количества этапов профессиональной деятельности как относительно самостоятельных, но взаимосвязанных процессов позволяет определить необходимое количество базовых компетенций (аналогично тому, как ISO 9001 рекомендует разбивать производственную деятельность на отдельные процессы и управлять ими).

Заключение

Предложенная методика позволяет обосновать количество и содержание профессиональных компетенций для профильной инже-

нерной подготовки, обеспечивая соответствие требованиям рынка труда и международным стандартам.

Список использованной литературы

1. Серебрякова, Н.Г. Современные концепции инженерного образования: анализ в рамках компетентностного подхода / Н.Г. Серебрякова // Высшая школа: наукова-метадіагностична і публіцистична часопис. – 2017. – №6 (122). – С. 23–27.
2. Серебрякова, Н.Г. Образовательные стандарты подготовки инженеров-механиков/ Н.Г. Серебрякова, А.М. Карпович // Профессиональное образование. 2018. № 2, С. 3–11.
3. Серебрякова, Н. Г. Принципы проектирования стандартов системы инженерного образования / Н. Г. Серебрякова // Образовательные технологии (г. Москва). – 2022. – № 1. – С. 52–63.
4. Серебрякова, Н. Г. Образовательные технологии и контроль результатов обучения в новой концепции инженерного образования / Н. Г. Серебрякова // Образовательные технологии (г. Москва). – 2022. – № 2. – С. 67–78.
5. Приоритет инфосферы в современном инженерном образовании/ Н.Г. Серебрякова // Педагогический журнал. – 2023. – № 10. – С. 7–18.
6. Концептуальные основы системы инженерного образования нового поколения / Серебрякова Н.Г., Высшая школа, – 2023, № 3

УДК 004.89:378.147:519.876.5: 004.8

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ ЗАДАЧИ ВЫБОРА УНИВЕРСИТЕТА В ЗАДАЧЕ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЧАТ-БОТА ДЛЯ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ

Н.Г. Серебрякова, канд. пед. наук, доцент,

Г.П. Лукашевич, студент,

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

Аннотация: Многокритериальная оптимизация (МКО) используется для принятия решений в условиях, когда необходимо учитывать несколько конфликтующих критериев. Цель исследования – предложить иностранному абитуриенту оптимальный вариант, соответствующий его предпочтениям.

Abstract: Multi-criteria optimization (MCO) is used to make decisions in situations where several competing considerations must be addressed. The goal is to offer international applicants an option that best suits their preferences.

Ключевые слова: многокритериальная оптимизация, чат-бот, иностранные студенты.
Keywords: multi-criteria optimization, chatbot, international students.

Введение

В контексте выбора университета иностранными студентами МКО позволяет ранжировать вузы на основе таких факторов, как престижность (*QS*-рейтинг), стоимость обучения, уровень жизни в

городе, стоимость проживания в общежитии, количество программ на английском языке и доступность стипендий.

Основная часть

Для того чтобы сравнение университетов было справедливым, каждый критерий был нормализован по методу Min-Max по формуле:

$$\text{Normalized Value} = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$$

Для сравнения университетов была применена нормализация данных с использованием метода Min-Max.

Принцип максимизации, применяемый в проекте, подразумевает выбор университета с наивысшими значениями по ключевым критериям, таким как QS-рейтинг, количество программ на английском языке, что повышает привлекательность вуза для иностранных студентов, стремящихся к высокому качеству образования.

Алгоритмы многокритериальной оптимизации в боте используют нормализацию Min-Max для расчёта весов, обеспечивая точные рекомендации, соответствующие предпочтениям студентов. Данные критерии агрегируются из QS World University Rankings и Numbeo, гарантируя достоверность.

Аддитивный критерий

Аддитивный критерий рассчитывается сумма всех нормализованных значений критериев:

$$\text{Аддитивный критерий} = \sum_{i=1}^n \text{Normalized Value}_i$$

Аддитивный критерий с весовыми коэффициентами:

$$\text{Аддитивный критерий с весовыми коэффициентами} = \sum_{i=1}^n w_i \cdot \text{Normalized Value}_i$$

(4)

Мультипликативный метод

Мультипликативный метод учитывает произведение всех нормализованных значений.

$$\text{Мультипликативный метод} = \prod_{i=1}^n \text{Normalized Value}_i$$

Метод идеальной точки

Этот метод основан на вычислении евклидова расстояния до идеальной точки где Ideal Point- максимальное значение i-го критерия:

Алгоритм вычисляет евклидово расстояние от каждого Метод идеальной точки особенно эффективен в условиях многокритериального выбора. Даже незначительное отклонение от идеальных значений может существенно повлиять на итоговый результат, особенно если оно происходит по критерию с высоким приоритетом для студента. Алгоритм также позволяет визуализировать «отставание» каждого вуза от идеального, что делает рекомендации прозрачными и понятными для пользователя.

Метод Max-Min

Метод оценивает минимальное значение среди нормализованных критериев для каждого университета, вычисляется по формуле:

$$\text{Max-Min метод} = \min_{i=1}^n \text{Normalized Value}_i$$

В результате применения метода Max-Min и других методов оценки был сформирован рейтинг университетов, который позволяет иностранным студентам выбрать наиболее подходящий университет на основе комплексного анализа множества критериев. Такой подход позволяет учитывать различные аспекты и обеспечивать всесторонний и объективный выбор учебного заведения. МГТУ, БГУ, КазНУ, ЛТУ оказались лучшим университетом по методу Max-Min благодаря своему минимальному значению критерия, что свидетельствует о его преимуществах и сбалансированности по всем оценочным параметрам.

Для наглядности результатов многокритериальной оптимизации (МКО) в проекте создан рисунок, построенный с использованием matplotlib, который отображает итоговые рейтинги десяти университетов, рассчитанные методом взвешенной суммы с учётом критериев QS-рейтинга, стоимости обучения и качества жизни.

Методы МКО, усиленные ИИ, обеспечивают объективное и персонализированное ранжирование университетов, упрощая процесс выбора для иностранных студентов. В дальнейшем возможно расширение критериев (например, карьерные перспективы выпускников) и интеграция более сложных моделей машинного обучения.

Также планируется внедрение адаптивных моделей, способных подстраиваться под предпочтения студентов на основе их поведения и предыдущих выборов. Это позволит системе «обучаться» и со временем предлагать всё более точные рекомендации. Дополнительно можно включить такие параметры, как уровень удовлетворённости выпускников, наличие международных стажировок и участие вузов в научных проектах. Развитие технологий обработки естественного языка (NLP) позволит анализировать отзывы студентов и автоматизировать выявление скрытых факторов привлекательности вуза. Интеграция с государственными образовательными платформами даст доступ к официальной статистике.

Заключение

Приведенные решения сделают поспособствуют переводу системы из рекомендательной в полноценную интеллектуальную платформу для поддержки принятия решений в международном образовании. Возможно также внедрение мультиагентных систем для моделирования поведения разных типов студентов с учётом их культурных и социальных особенностей.

Список использованной литературы

1. Серебрякова, Н.Г. Анализ цикла дисциплин «Компьютерные науки» в инженерном образовании / Н.Г. Серебрякова // Вышэйшая школа: навукова-метадычны і публіцыстычны часопіс. – 2020. – №4 (138). – С. 39–43.
2. Серебрякова, Н.Г. Дидактические средства развития концептуально-ориентированного мышления студентов/ Н.Г. Серебрякова // Журнал педагогических исследований (г. Москва). – 2024. – № 6.
3. Серебрякова, Н.Г. Приоритет инфосферы в современном инженерном образовании/ Н.Г. Серебрякова // Педагогический журнал. – 2023. – № 10. – С. 7–18.

УДК 159.9.07

УРОВНИ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТА СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

И.Ф. Толкач, канд. искусствоведения, доцент

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

Аннотация: Статья посвящена изучению эмоционального интеллекта будущих инженеров. Определены уровни развития эмоционального интеллекта по шкалам осознания своих чувств, управления своими чувствами, осознания чувств других, управления чувствами других. Выявлен интегральный показатель развития эмоционального интеллекта студентов.

Abstract: The article is dedicated to the study of the emotional intelligence of future engineers. Levels of emotional intelligence development are determined by the scales of self-awareness, self-management, awareness of others, and management of others. The integral indicator of the development of students' emotional intelligence is revealed.

Ключевые слова: эмоциональный интеллект, будущие инженеры, студенты.

Keywords: emotional intelligence, future engineers, students.

Введение

Среди всех видов интеллекта именно эмоциональному интеллекту в настоящее время уделяется особое внимание. Умение распознавать и управлять своими эмоциями и, как следствие, справляться со стрессом является важными навыками, предъявляемыми к современному специалисту. Этим обусловлен интерес к данной теме, ее своевременность и актуальность.

Основная часть

Изучение эмоционального интеллекта студентов инженерных специальностей проводилось с помощью методики «Тест эмоционального интеллекта» автора М. Манойловой [1]. В исследовании приняли участие 22 студента агромеханического факультета Белорусского государственного аграрного технического университета.

Методика М. Манойловой состоит из 40 утверждений, которые выявляют интегральный показатель эмоционального интеллекта, а также результаты по шкалам: осознание своих чувств, управление своими чувствами, осознание чувств других, управление чувствами и эмоциями других. Каждый показатель имеет разделение на высокий, средний и низкий уровни. Утверждения студенты оценивают по частоте обращения: никогда, редко, иногда, чаще всего, всегда.

Данные результатов тестирования представлены в таблице 1.

Как видно из таблицы, интегральный показатель эмоционального интеллекта у большей половины опрошенных находится на высоком уровне. Самые высокие показатели по шкалам отмечены по шкале управления своими чувствами (91% продемонстрировали высокий уровень). Так, будущие инженеры умеют открыто, свободно и искренне выражать свои чувства в любых ситуациях, выражать эмоциональную поддержку партнерам, контролировать эмоции в конфликтных ситуациях. Также высоко студенты оценивают свое умение управлять эмоциями и чувствами других людей (45% – высокий уровень, 32% – средний уровень). Они умеют подбадривать собеседников, подают ясные невербальные сигналы, делегируют полномочия, помогают другим распознавать собственные эмоции.

Таблица 1. Уровни и интегральный показатель эмоционального интеллекта будущих инженеров (количество студентов, %)

	низкий уровень	средний уровень	высокий уровень
Осознание своих чувств	36	46	18
Управление своими чувствами	-	9	91
Осознание чувств других	45	41	14
Управление чувствами и эмоциями других	23	32	45
Интегральный показатель ЭИ	18	27	55

В меньшей степени студенты умеют осознавать свои чувства (18% – высокий уровень, 46% – средний уровень). Респонденты отмечают недоверие к собственным чувствам, трудности в выражении чувств, опору на мнение других людей, безэмоциональность публичных выступлений. Самые низкие значения студенты выявили по шкале осознания чувств других. 45% студентов имеет низкий уровень, 41% – средний уровень. Респондентам сложно сосредотачиваться на чувствах других, выслушивать собеседников, обращать внимание на психологическое состояние людей.

При этом среднее значение эмоционального интеллекта в данной группе студентов составляет 6,8 балла (из максимально возможных 10 баллов) и находится на границе среднего и высокого уровня. Средние значения по шкалам распределены следующим образом. Наибольший результат выявлен по шкале управления своими чувствами – 8,4 балла (высокий уровень). По шкале управления чувствами и эмоциями других среднее значение 6,4 балла находится на границе среднего и высокого уровня. Наименьшие результаты студенты показали по шкалам осознания чувств других (5,0 баллов – средний уровень) и осознания своих чувств (4,8 балла – граница низкого и среднего уровня).

Заключение

Итак, проведенное исследование выявило у студентов инженерных специальностей преобладание высокого и среднего уровня эмоционального интеллекта. При этом среднее значение в группе респондентов находится на границе среднего и высокого уровня. Несмотря на достаточно высокие результаты в целом, обращают на себя внимание низкие значения по шкалам осознания своих чувств и чувств других. Очевидно, что для улучшения качества межличностно-

го взаимодействия и стрессоустойчивости, более гармоничного личностного развития необходимо формирование дополнительных навыков, повышающих уровень эмоционального интеллекта.

Список использованной литературы

1. Тест эмоционального интеллекта, МЭИ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://psytests.org/eq/mei-run.html>. – Дата доступа: 14.02.2025.

УДК 378.4

РОЛЬ КУРАТОРА В МОТИВАЦИИ СТУДЕНТОВ К УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Д.С. Праженик, ст. преподаватель,

В.В. Носко, ст. преподаватель,

В.В. Маркевич, ст. преподаватель

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

Аннотация: данная статья посвящена кураторству в высшем учебном заведении.

Abstract: this article is dedicated to curatorship in higher education institutions.

Ключевые слова: куратор, студенты, сессия.

Keywords: curator, students, session.

Введение

Кураторство – одна из профессиональных функций преподавателя высшего учебного заведения, это педагогическая работа со студентами. Кураторство, как профессиональная сфера деятельности преподавателя ВУЗа, его обязательными профессиональными качествами должны быть ответственность, эрудиция, педагогическая интуиция, педагогическая рефлексия [1].

Куратор знакомит с правами и обязанностями, правилами поведения в университете и правилами внутреннего распорядка, проводит контроль текущей успеваемости студента.

Основная часть

В работе куратора очень важно формирование мотивации к обучению и научной деятельности у студентов. Личная мотивация студента к учебе является мощным стимулом посещения занятий и лекций, успешной сдачи зачетов и экзаменов [2]. Воспитательная работа куратора подразумевает профилактику асоциального поведения студентов, необходимость личностного и профессионального роста.

Студентам 11 м группы АМФ БГАТУ для опроса были предложен ряд вопросов.

Результаты исследования: первый вопрос анкетирования касался учебной работы: «Какие моменты учебной работы куратора студенты считают наиболее важной?»

1. Ознакомление с расписанием занятий, регламентом сессии.
2. Оповещение студентов об академической задолженности по учебным дисциплинам.
3. Ознакомление студентов с приказами по учебной деятельности.
4. Присутствие куратора на экзаменах, зачетах, которые представляют сложности для студентов?».

Все студенты (100 %) ответили, что очень важно ознакомить студента с изменением расписания, 100 % опрошенных считают необходимым оповещать о студенческой задолженности и знакомить с новыми приказами, только 50 % опрошенных считают необходимым присутствие куратора на зачетах и экзаменах.

Таким образом, студенты считают очень важной помощь куратора в образовательном процессе студентов.

Второй вопрос касался работы кураторов с родителями студентов «Считаете ли вы необходимым проведение кураторами следующих видов работы:

1. Проведение родительских собраний, с целью оповещения родителей о проблемах с учебой и поведении студентов.
2. Регулярные телефонные звонки родителям по поводу академической неуспеваемости.

На данный вопрос большинство студентов ответили негативно: только 10 % студентов согласны с проведением родительских собраний, все студенты против звонков кураторов родителям (100 %).

Таким образом, работу кураторов с родителями студенты считают нежелательной.

Третий вопрос анкеты касался работы куратора с администрацией студгородка и заселением студентов в общежитие «Считаете ли вы важной работу куратора по следующим направлениям:

1. Ознакомление студентов с изменениями условий заселения студентов в общежития.
2. Контроль заселения студентов в общежитие.
3. Дежурство кураторов в общежитии?»

На данный вопрос анкеты 100 % опрошенных отметили, что кураторы должны знакомить с изменениями требований при заселении в общежитие, все студенты (100 %) хотят, чтобы куратор помогал с заселением в общежитие, дежурства в общежитии с целью контроля проживания студентов одобрили 10 % опрошенных.

Таким образом, участие куратора в заселении студентов в общежитии студентов считают необходимым.

Заключение

Согласно проведенному анализу ответов студентов были получены следующие результаты: студенты нуждаются в кураторах. Кураторы быстро улаживают проблемы с заселением в общежитие, конфликты с другими преподавателями и студентами, оперативно оповещают об изменениях в расписании и регламенте сессии. При этом студенты негативно относятся к работе кураторов с родителями, считают себя взрослыми людьми, которые могут решить свои проблемы сами.

Список использованной литературы

1. Акутина, С.П. Современные модели кураторства в высшем образовании. Вестник Нижегородского университета имени Н.И. Лобачевского. / С.П. Акутина, Т.Т. Щелина // Серия: Социальные науки. – 2016. – № 1(41). – с. 173...178.
2. Мандель, Б.Р. Кураторство: проблемы, размышления, полемика / Б.Р. Мандель // Alma mater (Вестник высшей школы). – 2014. – № 3. – С. 45...51.

УДК 621.74.07

ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ 3D-СКАНИРОВАНИЯ, МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПЕЧАТИ ДЛЯ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

А.Д. Куц¹, инженер,

М.Д. Матюшенко², учащийся

¹*Белорусский национальный технический университет,*

²*УО «Национальный детский технопарк»,*

г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация: В статье рассматриваются теоретические и практические аспекты интеграции технологий 3D-сканирования, параметрического моделирования и аддитивного производства в процесс конструкторско-технологического проектирования деталей машин. Проанализированы возможности применения 3D-сканирования для реверс-инжиниринга и контроля геометрии существующих объектов.

Abstract: This article examines the theoretical and practical aspects of developing 3D scanning, parametric analysis, and additive manufacturing technologies in the design and engineering process of machine parts. The potential for using 3D scanning for reverse engineering and analysis of existing objects is analyzed.

Ключевые слова: 3D-сканирование, проектирование, реверс-инжиниринг, 3D-печать, аддитивные технологии.

Keywords: 3D scanning, design, reverse engineering, 3D printing, additive manufacturing.

Введение

Современное машиностроение характеризуется возрастающими требованиями к сложности, точности и эффективности производимых деталей. Традиционные методы проектирования, основанные на последовательном цикле «эскиз → 2D-чертеж → 3D-модель → прототип», зачастую не способны гибко реагировать на быстрые изменения и оптимизацию конструкции. На смену им приходит интегрированный цифровой цикл, ключевыми элементами которого являются 3D-сканирование, компьютерное моделирование (CAD) и аддитивное производство (3D-печать). Синергия этих технологий формирует новую парадигму конструкторско-технологического проектирования, обеспечивающую непрерывность и гибкость на всех этапах жизненного цикла изделия.

Основная часть

Технология 3D-сканирования позволяет с высокой точностью преобразовать физический объект в его цифровую копию – полигональную модель (сетку). В контексте проектирования деталей машин это открывает два основных направления:

1. Реверс-инжиниринг: в ситуации, когда отсутствует исходная конструкторская документация (например, для устаревших или импортозамещаемых деталей), 3D-сканирование является незаменимым инструментом. Отсканированная модель служит основой для создания параметрической CAD-модели, пригодной для дальнейшего анализа, модификации и производства (Рисунок 1).

2. Контроль геометрии и метрология: Сравнение 3D-скана изготовленной детали с эталонной CAD-моделью позволяет быстро и наглядно выявить отклонения, деформации и брак. Цветовые карты отклонений дают полную картину качества изготовления, что критически важно для ответственных узлов.

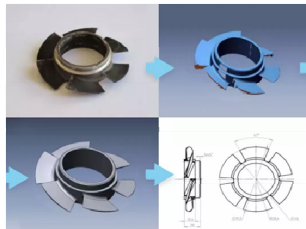


Рисунок 1 – Пример процесса реверс-инжиниринга

Полигональная модель, полученная в результате сканирования, сама по себе не пригодна для серьезных инженерных расчетов и изменений. Ее необходимо преобразовать в параметрическую CAD-модель. Параметрическое моделирование позволяет создавать модели, управляемые набором параметров и зависимостей. Это дает конструктору возможность быстро вносить изменения в конструкцию, модифицируя не саму геометрию, а управляющие ей числовые значения и формулы. Топологическая и генеративная оптимизация позволяют задать целевую функцию (например, минимизацию массы при сохранении прочности) и граничные условия (точки крепления, нагрузки). Алгоритмы автоматически генерируют геометрию, оптимальную с точки зрения распределения материала.



Рисунок 2 – Пример изменения формы детали в процессе оптимизации

Полученные в результате сложные формы зачастую невозможно изготовить традиционными методами, но они идеально подходят для 3D-печати. На этапе моделирования конструктор закладывает технологические особенности будущего производства: добавляет уклоны для литья, определяет ориентацию на платформе 3D-принтера для минимизации поддержек, оптимизирует структуру заполнения для экономии материала и времени печати (рисунок 2).

Интеграция 3D-сканирования, моделирования и печати в единый рабочий процесс приводит к значительному синергетическому эффекту: сокращение сроков проектирования, снижение себестоимости, повышение эффективности жизненного цикла, инновационность конструкций.

Заключение

Комплексное применение технологий 3D-сканирования, параметрического моделирования и аддитивного производства представляет собой мощный инструмент модернизации конструктор-

ско-технологического проектирования в машиностроении. Эта триада технологий формирует сквозной цифровой поток данных, который не только ускоряет и удешевляет процесс создания новых деталей, но и кардинально меняет сам подход к проектированию, смещая фокус с технологических ограничений на функциональную оптимальность. Внедрение данного подхода позволяет предприятиям выйти на новый уровень конкурентоспособности за счет сокращения издержек, повышения гибкости производства и выпуска инновационной продукции.

Список использованной литературы

1. Гибсон Я., Розен Д., Штукер Б. Аддитивные технологии. Машиностроение, 2016.
2. Липов А.М. Реверс-инжиниринг в машиностроении: методы и средства. – М.: Академия, 2019.

УДК 658.386:63:001.895

О ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ДЛЯ ИННОВАЦИОННОГО АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

С.В. Жилич, ст. преподаватель

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

Аннотация: Подготовка кадров для инновационного АПК – это сложная, многогранная задача, требующая комплексного подхода, который включает в себя обновление образовательных программ, развитие новых компетенций и форм обучения.

Abstract: The training of personnel for the innovative agro-industrial complex is a complex, multifaceted task requiring a comprehensive approach that includes the updating of educational programs, the development of new competencies, and new forms of learning.

Ключевые слова: кадры, инновации, агропромышленный комплекс.

Keywords: personnel, innovation, agro-industrial complex.

Введение

В условиях динамично развивающегося агропромышленного комплекса (АПК), где внедрение инновационных технологий становится неотъемлемой частью производственных процессов, ключевую роль играет подготовка квалифицированных кадров. Речь идет не только о традиционных профессиях, таких как агрономы, механизаторы и зоотехники, но и о специалистах, способных интегрировать новейшие достижения науки и техники в сферу сельского хозяйства. Подготовка кадров для инновационного АПК – это сложная, многогранная задача, требующая комплексного под-

хода, который включает в себя обновление образовательных программ, развитие новых компетенций и форм обучения.

Основная часть

Современный аграрный сектор требует специалистов, обладающих не только традиционными знаниями в области сельского хозяйства, но и навыками работы с высокотехнологичными инструментами. Образовательные учреждения должны активно адаптировать свои программы к потребностям инновационного АПК, внедряя в учебный процесс темы, связанные с цифровыми технологиями, биотехнологиями, агроинженерией и другими передовыми направлениями. Рассматривая образование, как основу подготовки кадров, следует отметить, что уже на этапе получения среднего профессионального образования необходимо обучать не только основам сельского хозяйства, но и навыкам работы с современными технологиями – от беспилотных летательных аппаратов для мониторинга полей до автоматизированных систем управления производственными процессами. Университеты и академии должны обеспечить подготовку специалистов, которые смогут разрабатывать и внедрять инновационные технологии в АПК. Программы подготовки агрономов, инженеров, зоотехников должны включать курсы по робототехнике, генетике растений и животных, агроинформатике, использованию больших данных и интеллектуальных систем управления. На уровне магистратуры и аспирантуры внимание должно быть сосредоточено на научных исследованиях в области новых технологий и методов, таких как прецизионное сельское хозяйство, создание устойчивых сортов растений и пород животных, а также разработка инновационных решений для повышения эффективности и устойчивости сельскохозяйственного производства. С развитием технологий меняется и сам процесс обучения [1]. В условиях, когда скорость изменений в аграрной отрасли стремительно растет, необходимо использовать гибкие формы образования, которые позволяют быстро адаптироваться к новым требованиям. Важным инструментом является внедрение онлайн-курсов, платформ и мобильных приложений, которые позволяют аграрным специалистам обучаться в удобное время, получать актуальные знания и навыки, а также обмениваться опытом с коллегами по всему миру [2]. Образование должно быть тесно связано с реальной практикой. Стажировки и практические занятия в передо-

вых АПК помогут студентам освоить новейшие технологии и научиться их эффективно применять. Включение в учебный процесс симуляторов сельскохозяйственных процессов, которые могут моделировать реальные условия работы на поле или в теплице, позволяет студентам безопасно и эффективно освоить необходимые навыки. Одним из ключевых аспектов подготовки кадров для инновационного АПК является развитие цифровых компетенций. Современные технологии и роботизация уже активно применяются в сельском хозяйстве [2]. Для эффективного использования этих технологий необходимы специалисты, способные интегрировать их в процессы управления, мониторинга и анализа. Инновационный агропромышленный комплекс будет продолжать развиваться в направлении устойчивости, эффективности и цифровизации. В ближайшие десятилетия потребность в высококвалифицированных кадрах, обладающих знаниями в области новых технологий, будет лишь расти. Подготовка таких специалистов станет залогом успешной трансформации сельского хозяйства и повышения его конкурентоспособности на глобальной арене.

Заключение

Таким образом, подготовка кадров для инновационного АПК – это стратегически важная задача, которая требует комплексного подхода, активного взаимодействия образования и науки. Создание современных образовательных и научных программ, развитие новых компетенций, адаптация новых форм обучения обеспечит подготовку квалифицированных специалистов, которые смогут эффективно работать в условиях быстро развивающегося аграрного сектора и обеспечат устойчивое развитие сельского хозяйства в будущем.

Список использованной литературы

1. Жилич, С. В. Изучение инновационных методов подготовки инженерных кадров для АПК / С. В. Жилич // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 23-24 ноября 2023 г. - Минск : БГАТУ, 2023. – С. 529–531.
2. Аккредитация в образовании. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://akvobr.ru/kadry_dla_sh_perspektivy.html. Дата доступа 25.09.2025.

Научное издание

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АПК

Сборник научных статей
Международной научно-практической конференции,
посвященной 70-летию образования
агротехнического факультета

(Минск, 30–31 октября 2025 года)

Ответственный за выпуск *В. Б. Ловкис*
Компьютерная верстка *Т. А. Непарко*
Дизайн обложки *Д. А. Пекарского*

Подписано в печать 22.10.2025. Формат 60×84^{1/16}.

Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 31,85. Уч.-изд. л. 24,90. Тираж 60 экз. Заказ 610.

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.