МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

БЕЛОРУССКИЙ РЕСПУБЛИКАНСКИЙ
ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ГРАНТ БРФФИ

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Сборник научных статей
Международной научно-практической конференции

(*Минск, 24–25 ноября 2022 года*)

Минск
БГАТУ
2022

УДК УДК 631.17(06)

Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : сборник научных статей Международной научно-практической конференции (Минск, 24–25 ноября 2022 года) / редкол.: В. П. Чеботарев [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2022. – 660 с. – ISBN 978-985-25-0182-8.

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 I и II ступени получения высшего образования, а также всем заинтересованным лицам.

Редакционная коллегия:

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

Назаров Ф. И., канд. техн. наук, доцент, и. о. заведующего кафедрой технологий и механизации животноводства БГАТУ;

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

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

Кольга Д. Ф., канд. техн. наук, доцент кафедры технологий и механизации животноводства БГАТУ;

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

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

ISBN 978-985-25-0182-8 © БГАТУ, 2022

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

1. **АВТОМАТИЗАЦИЯ И ЦИФРОВИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ – КАК ИННОВАЦИИ ДЛЯ АПК РЕСПУБЛИКИ** *(Н.Г. Бакач, канд. техн. наук, доцент, Д.И. Комлач, канд. техн. наук, доцент, РУП НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь)* 29

2. **СОВРЕМЕННОЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ПЕРЕДОВЫЕ ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ И ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И КОМПЛЕКСОВ** *(В.А. Ружьев[1], канд. техн. наук, доцент, А.А. Крутов[1], соискатель, И.В. Кокунова[2], канд. техн. наук, доцент, В.Б. Ловкис[3], канд. техн. наук, доцент [1]ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, [2]ФГБОУ ВО «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия», г. Великие Луки, Российская Федерация, [3]БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 35

3. **ТЕХНИКА ХОЛДИНГА «МТЗ-ХОЛДИНГ» ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА** *(Н.И. Зезетко, главный конструктор, канд. техн. наук ОАО «Минский тракторный завод», г. Минск, Республика Беларусь)* 38

4. **МЕХАНИКО-ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДОЕНИЯ КОРОВ И УПРАВЛЕНИЯ СТАДОМ** *(В.О. Китиков[1], д-р техн. наук, профессор, Д.А. Григорьев[2], канд. техн. наук, доцент, В.С. Журко[3], старший преподаватель, К.В. Король[3], соискатель,ГНУ «Институт жилищно-коммунального хозяйства НАН Беларуси», БГАТУ, УО «Гродненский государственный аграрный университет».)* 45

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

1. **К ВОПРОСУ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ РЕШЕТ** (*В.П. Чеботарев, д-р техн. наук, профессор, В.Н. Еднач, канд. техн. наук, доцент, Д.Н. Бондаренко, старший преподаватель, А.А. Зенов, старший преподаватель, Д.А. Яновский, ассистент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 49
2. **КОЛЕСО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА С ВНУТРЕННИМ ПОДРЕССОРИВАНИЕМ** *(Н.Н. Романюк[1], канд. техн. наук, доцент, В.А. Эвиев[2], д-р техн. наук, профессор, В.А. Агейчик[1], канд. техн. наук, доцент, В.Н. Еднач[1], канд. техн. наук., доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь, [2]Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова», г. Элиста, Российская Федерация)* 51
3. **РАБОЧИЙ ОРГАН ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ УДОБРЕНИЙ** *(Н.Н. Романюк[1], канд. техн. наук, доцент, В.А. Агейчик[1], канд. техн. наук, доцент, С.О. Нукешев[2], д-р техн. наук, профессор, член-корреспондент НАН РК, В.Н. Еднач[1], канд. техн. наук, доцент, К.В. Гильдюк[1], студентка, [1]БГАТУ г. Минск, Республика Беларусь, [2]Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, г. Нур-Султан, Республика Казахстан)* 56
4. **ВЛИЯНИЕ УГЛА УСТАНОВКИ ДОЛОТА И ГЛУБИНЫ РЫХЛЕНИЯ НА ТЯГОВОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЯ** *(В.П. Чеботарев[1], д-р техн. наук, профессор, Д.А. Яновский[1], ассистент, Д.Г. Зубович[1], старший преподаватель, А.Н. Новик[2], преподаватель, [1]БГАТУ, [2]УО «Барановичский государственный университет», г. Минск, Республика Беларусь)* 61
5. **ВОЗМОЖНОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОДГОТОВКИ ПОЧВЫ ПОД ПОСАДКУ КАРТОФЕЛЯ** *(В.П. Чеботарев, д-р техн. наук, профессор, Д.Г. Зубович, старший преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 64
6. **ВАРИАНТ МОДЕРНИЗАЦИИ ВЫСАЖИВАЮЩИХ АППАРАТОВ КАРТОФЕЛЕСАЖАЛКИ Л-202** *(Г.Н. Портянко канд. техн. наук, доцент, Н.П. Гурнович канд. техн. наук, доцент, Г.А. Радишевски, канд. техн. наук, доцент, Е.Г. Гронская, ассистент, М.Н. Гурнович, старший преподаватель БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 66
7. **АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ГЛУБОКОЙ ПОСЛОЙНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ** *(Н.П. Гурнович, канд. техн. наук, доцент, Г.Н. Портянко, канд. техн. наук, доцент, Г.А. Радишевский, канд. техн. наук, доцент, Д.Ю. Филинский, магистрант БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 69

8. **ИНТЕНСИФИКАЦИЯ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПОЧВЕ ЗА СЧЕТ РАЦИОНАЛЬНОЙ РАССТАНОВКИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ В ПРОПАШНОМ КУЛЬТИВАТОРЕ-ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЕ ПРИ ОБРАБОТКЕ ГРЕБНЕВЫХ ПОСАДОК КАРТОФЕЛЯ** *(В.А. Ружьев[1], канд. техн. наук, доцент, В.Е. Герасимова[1], соискатель, В.П. Чеботарев[2], доктор техн. наук, профессор, В.Б. Ловкис[2], канд. техн. наук, доцент, [1]ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, [2]БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 72

9. **ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ДЕГРАДАЦИИ ПАСТБИЩ** *(С.А. Хазиев, докторант, «Научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства», Гульбахор, г. Ташкент, Республика Узбекистан)* 78

10. **ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОРПУСА ПЛУГА С ПЛАСТИНЧАТЫМ ПАСИВНЫМ ВИБРАЦИОННЫМ ОТВАЛОМ** *(В.П. Чеботарев, д-р техн. наук, профессор, Д.А. Яновский, ассистент, А.А. Зенов, старший преподаватель, Д.Н. Бондаренко, старший преподаватель, Ф.И. Назаров, канд. техн. наук, доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 81

11. **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ПРОГИБА ОТ ПАРАМЕТРОВ ПОЛОСЫ ПЛАСТИНЧАТОГО ОТВАЛА** *(В.П. Чеботарев, д-р техн. наук, профессор, Д.А. Яновский, ассистент, А.А. Зенов, старший преподаватель, Д.Н. Бондаренко, старший преподаватель, Ф.И. Назаров, канд. техн. наук, доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 83

12. **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ УГЛОВ И ВЕЛИЧИН ПРОГИБОВ ПО ДЛИНЕ ПОЛОСЫ ПЛАСТИНЧАТОГО ОТВАЛА** *(В.П. Чеботарев, д-р техн. наук, профессор, Д.А. Яновский, ассистент, А.А. Зенов, старший преподаватель, Д.Н. Бондаренко, старший преподаватель, Ф.И. Назаров, канд. техн. наук, доцент БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 86

13. **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВЕРХНОСТИ ПЛАСТИНЧАТОГО ОТВАЛА** *(В.П. Чеботарев, д-р техн. наук, профессор, Д.А. Яновский, ассистент, Д.Н. Бондаренко, старший преподаватель, А.А. Зенов, старший преподаватель БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 88

14. **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯГОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗУБОВОЙ БОРОНЫ** (*В.П. Чеботарев[1], д-р техн. наук, профессор, Д.А. Яновский[1], ассистент, Д.Н. Бондаренко[1], старший преподаватель, А.А. Зенов[1], старший преподаватель, В.В. Болвонович[2], директор [1]БГАТУ, [2]ООО «СелАгро», г. Минск, Республика Беларусь)* 91
15. **ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ЗЕРНА** (*В.П. Чеботарев, д-р техн. наук, профессор, Д.Н. Бондаренко, старший преподаватель, А.А. Зенов, старший преподаватель, Д.А. Яновский, ассистент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 93
16. **ДЕМПФЕРНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ТЕНЗОМЕТРИРОВАНИЯ** (*Д.А. Яновский, ассистент, А.А. Зенов, старший преподаватель, Д.Н. Бондаренко, старший преподаватель. БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 96
17. **ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ** (*Д.Ю. Филинский, магистрант, Н.П. Гурнович, канд. техн. наук, доцент, Г.Н. Портянко, канд. техн. наук, доцент, Г.А. Радишевский, канд. техн. наук, доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 98
18. **АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ОЧЕСЫВАЮЩИХ АППАРАТОВ ЛЬНОУБОРОЧНЫХ МАШИН И НАПРАВЛЕНИЯ ИХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ** *(Г.А. Радишевский, канд. техн. наук, доцент, С.Р. Белый, старший преподаватель, В.В. Лещук, магистрант, Е.В. Шамко, студент БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь* 101
19. **АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ КАМНЕУБОРОЧНЫХ МАШИН** *(Г.А. Радишевский, канд. техн. наук, доцент, Г.А. Гуринович, канд. техн. наук, доцент, Г.Н. Портянко, канд. техн. наук, доцент, С.Р. Белый, старший преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 104
20. **ЧИЗЕЛЬНЫЙ РАБОЧИЙ ОРГАН ДЛЯ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ВНУТРИПОЧВЕННОГО ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ** *(Н.Н. Романюк[1], канд. техн. наук, доцент, В.А. Агейчик[1], канд. техн. наук, доцент, С.О. Нукешев[2], д-р техн. наук, профессор, член-корреспондент НАН РК, В.Н. Еднач[1], канд. техн. наук, доцент, К.В. Гильдюк[1], студентка, [1]БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь, [2]Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, г. Нур-Султан, Республика Казахстан)* 107

21. **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ОРУДИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ С ВНЕСЕНИЕМ УДОБРЕНИЙ** *(Н.Н. Романюк[1], канд. техн. наук, доцент, В.А. Агейчик[1], канд. техн. наук, доцент, С.О. Нукешев[2], д-р техн. наук, профессор, член-корреспондент НАН РК, В.Н. Еднач[1], канд. техн. наук, доцент, П.Н. Логвинович[1], канд. техн. наук, доцент, К.В. Гильдюк[1], студентка, [1]БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь, [2]Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, г. Нур-Султан, Республика Казахстан)* 112

22. **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ КАРТОФЕЛЕКОПАТЕЛЯ КСТ-1,4** *(Д.Н. Бондаренко, старший преподаватель, А.А. Зенов, старший преподаватель, Д.А. Яновский, ассистент, А.О. Ясевич, студентка БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь* 119

23. **РАСЧЕТ КИНЕМАТИЧЕСКИХ И СИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОМЕХАНИЗМА ПОВОРОТА ФРОНТАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА С ШАРНИРНО-СОЧЛЕНЕННОЙ РАМОЙ** *(А.Н. Смирнов, канд. техн. наук, доцент, П.В. Авраменко, канд. техн. наук, доцент, К.А. Омелящик, студент БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 122

24. **СТУПЕНЧАТЫЙ ПЛУГ С ВЫРЕЗНЫМ ДИСКОМ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СКЛОНОВЫХ ПОЛЕЙ** *(Ф.М. Маматов, д-р техн. наук, профессор, Н.Ш. Рашидов, канд. техн. наук, доцент, А.А. Сафаров старший преподаватель, Каршинский инженерно-экономический институт, г. Қарши, Республика Узбекистан)* 126

25. **РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СМЕМЕННОГО ВОРОХА КОРМОВЫХ КУЛЬТУР** *(Т.Х. Раззаков[1], канд. техн. наук, доцент, С.Ж. Тоштемиров[1], канд. техн. наук, доцент, Л.Т. Эркаева[2], магистрант, [1]Каршинский инженерно-экономический институт, [2]Ташкентский государственный технический университет, г. Карши, Республика Узбекистан)* 131

26. **РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ ПОСЕВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ ХЛОПЧАТНИКА** *(С.Ж. Таштемиров, канд. техн. наук, доцент, Т.Х. Раззаков, канд. техн. наук, доцент, С.Ё. Хайдаров, студент, Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Республика Узбекистан)* 135

27. **АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКЦИИ КОЛЕСНО-ПАЛЬЦЕВЫХ ГРАБЛЕЙ-ВАЛКОВАТЕЛЕЙ** *(Э.В. Дыба[1], канд. техн. наук, доцент, В.В. Микульский[1], канд. техн. наук, старший научный сотрудник, Л.И. Трофимович[1], научный сотрудник, А.И. Пунько[2], канд. техн. наук, доцент, В.В. Остриков[2], студент, [1]РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», [2]БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 138

28. **ОБЗОР РАБОЧИХ КОНСТРУКЦИИ ГРАБЛЕЙ-ВАЛКОВАТЕЛЕЙ ГРЕБЕНЧАТОГО ТИПА** *(Э.В. Дыба[1], канд. техн. наук, доцент, В.В. Микульский[1], канд. техн. наук, старший научный сотрудник, Л.И. Трофимович[1], научный сотрудник, А.И. Пунько[2], канд. техн. наук, доцент, В.В. Остриков[2], студент, [1]РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», [2]БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 142

29. **ОБЗОР РАБОЧИХ ОРГАНОВ УНИВЕРСАЛЬНЫХ РАЗБРАСЫВАТЕЛЕЙ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ** *(Э.В. Дыба[1], канд. техн. наук, доцент, В.В. Микульский[1], канд. техн. наук, старший научный сотрудник, Л.И. Трофимович[1], научный сотрудник, А.И. Пунько[2], канд. техн. наук, доцент, А.Ч. Свидович[2], магистрант, [1]РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», [2]БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 145

30. **ПОВЫШЕНИЕ РАВНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ПРЕССОВАНИЯ СЕНА ПО ШИРИНЕ РУЛОНА** *(М.А. Новиков, д-р техн. наук, профессор, Н.П. Алдохина, канд. техн. наук, доцент, И.С. Иванов, магистрант, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)* 148

31. **ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОРПУСА КОМБИНИРОВАННОГО АГРЕГАТА ДЛЯ ПОСЕВА БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР** *(Ф.М. Маматов, д-р техн. наук, профессор, Г.Х. Эргашев, канд. техн. наук, доцент, Н.Б. Равшанова, магистр, Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Республика Узбекистан)* 151

32. **ПОЛЕВАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОЧВО-ОБРАБАТЫВАЮЩИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ** *(Н.Д. Лепешкин, канд. техн. наук, доцент, В.В. Мижурин, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь)* 155

33. **КОМБИНИРОВАННЫЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИЙ АГРЕГАТ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВЛАГОСБЕРЕГАЮЩЕГО И ВЛАГОНАКОПИТЕЛЬНОГО СЛОЯ ПОЧВЫ НА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ** *(Н.Д. Лепешкин, канд. техн. наук, доцент, В.В. Мижурин, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь)* 159

34. **МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЬ** *(Н.Д. Лепешкин, канд. техн. наук, доцент, В.В. Мижурин, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь)* 162

35. **DESIGN AND FABRICATION OF PEANUT THRESHING MACHINE (РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ МОЛОТИЛЬНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ АРАХИСА)** *(Muhammad Bello Garba, Ph.D*[1], Nuruddeen Abdullahi[2], Umar Ahmad Muhammad[3], [1]Department of Technical Education, Shehu Shagari University of Education, [2]Department of Technical Education, Shehu Shagari College of Education, [3]Department of Mechanical Engineering, Umaru Ali Shinkafi Polytechnic, Sokoto)* 165

36. **МАКЕТНАЯ УСТАНОВКА ГРАБЛЕЙ КОЛЕСНО-ПАЛЬЦЕВЫХ С РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ СДВОЕННОГО ТИПА** *(Э.В. Дыба, канд. техн. наук, доцент, Л.И. Трофимович, науч. сотрудник, П.В. Яровенко, ст. научный сотрудник, В.В. Микульский, канд. техн. наук, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь)* 171

37. **ОБЗОР И АНАЛИЗ ИЗВЕСТНЫХ ЛЕНТОЧНЫХ ВАЛКОВАТЕЛЕЙ** *(Э.В. Дыба, канд. техн. наук, доцент, Л.И. Трофимович, научный сотрудник, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь)* 175

38. **РЕЗУЛЬТАТЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ГРЕБЁНЧАТЫХ ГРАБЛЕЙ-ВАЛКОВАТЕЛЕЙ ГВГ-9,5** *(В.В. Микульский, канд. техн. наук, Э.В. Дыба, канд. техн. наук, доцент, Л.И. Трофимович, научный сотрудник, П.В. Яровенко, старший научный сотрудник, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь)* 180

39. **ЕМКОСТНОЙ ДАТЧИК ВЛАЖНОСТИ ЗЕРНА И ЕГО ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ** *(С.Е. Мозжаров[1], научный сотрудник, Т.З. Насиров[2], канд. физ.-мат. наук, доцент, [1]Институт технической акустики НАН Беларуси, г. Витебск, Республика Беларусь, [2]Ташкентский государственный технический университет, г. Ташкент, Республика Узбекистан)* 187

40. **АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ИСПЫТАНИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ** *(А.В. Бондарев, канд. техн. наук, доцент, С.А. Горелов, студент, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина» п. Майский, Белгородская область, Российская Федерация)* 191

41. **ТЯГОВОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ РЫХЛИТЕЛЯ С ТУКОПРОВОДОМ-РАСПРЕДЕЛИТЕЛЕМ** *(З.Л. Батиров, д-р техн. наук, доцент, И.Ж. Тоиров, канд. техн. наук, доцент, Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Республика Узбекистан)* 195

42. **ПАРАМЕТРЫ МАШИНЫ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ГРЕБНЕЙ С ОДНОВРЕМЕННЫМ ВНЕСЕНИЕМ УДОБРЕНИЙ** *(З.Л. Батиров, д-р техн. наук, доцент, Ф.Э. Бегимкулов, канд. техн. наук, доцент, Ё.Э. Махмудов, ассистент, Ф.И. Темиров, ассистент, Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Республика Узбекистан)* 199

43. **ОБОСНОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОГО РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ МАШИНЫ ДЛЯ ОБЪЕМНОЙ ОБРАБОТКИ ГРЕБНЕЙ ПЕРЕД СЕВОМ** *(Х.Г. Абдулхаев, PhD по техн. наукам, старший научный сотрудник, Наманганский инженерно-строительный институт, г. Наманган, Республика Узбекистан)* 203

44. **АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ЛЕМЕХА ПРИ ЗАТУПЛЕНИИ ЛЕЗВИЯ** *(К.К. Нуриев, д-р техн. наук, профессор, М.К. Нуриев, старший преподаватель, Гулистанский государственный университет, г. Гулистан, Республика Узбекистан)* 208

45. **ПРИМЕНИМОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО КРИТЕРИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ВЫСЕВАЮЩИХ АППАРАТОВ ПРОПАШНЫХ СЕЯЛОК** *(К.П. Дубина, канд. техн. наук, ассистент, А.Ю. Несмиян, д.т.н., профессор, А.П. Жигайлова, аспирантка, Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, г. Зерноград, Ростовской области, Российская Федерация)* 214

46. **ВНУТРИПОЧВЕННОЕ ВНЕСЕНИЕ ЖИДКОГО НАВОЗА РОТОРНЫМ РАПРЕДЕЛИТЕЛЕМ** *(В.Б. Ловкис, канд. техн. наук, доцент, Э.В Дыба, канд. техн. наук, доцент, А.В Пётух, магистрант, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 217

47. **ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОРСИНОК ЩЁТКИ ДЛЯ СЧЕСЫВАНИЯ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА** *(В.А. Бурдейко[1], м.пед.н., ст. преподаватель, В.Б. Ловкис[2], канд. техн. наук, доцент, [1]УО «Барановичский государственный университет», г. Барановичи, Республика Беларусь, [2]БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь* 219

48. **ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО АГРЕГАТА, СОВМЕЩАЮЩЕГО ПОЧВООБРАБОТКУ И ФИТО-САНИТАРНЫЕ РАБОТЫ** *(И.С. Немцев[1], аспирант, О.И. Теплинский[1], соискатель, В.П. Чеботарев[2], д-р техн. наук, профессор, В.Б. Ловкис[2], канд. техн. наук, доцент, [1]ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, Российская Федерация, [2]БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь* 223

49. **ОБОСНОВАНИЕ ПОТОКА СОРТИРУЕМЫХ ПЛОДОВ** *(А.Н. Юрин[1], канд. техн. наук, доцент, В.К. Клыбик[1], канд. техн. наук, доцент, А.В. Захаров[2], канд. техн. наук, доцент, А.Н. Юрина[3], инженер, [1]РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», [2]БГАТУ, [3]РУП «БелГИМ», Республика Беларусь)* 227
50. **ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОПТИЧЕСКОЙ СОРТИРОВКИ ЯБЛОК** *(А.Н. Юрин[1], канд. техн. наук, доцент, В.К. Клыбик[1], канд. техн. наук, доцент, А.В. Захаров[2], канд. техн. наук, доцент, А.Н. Юрина[3], инженер, [1]РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», [2]БГАТУ, [3]РУП «БелГИМ», Республика Беларусь)* 230
51. **ИССЛЕДОВАНИЕЯ ПРОЦЕССА РОБОТИЗИРОВАННОЙ ПРОПОЛКИ ПИТОМНИКОВ** *(А.Н. Юрин[1], канд. техн. наук, доцент, В.К. Клыбик[1], канд. техн. наук, доцент, А.В. Захаров[2], канд. техн. наук, доцент, А.Н. Юрина[3], инженер, [1]РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», [2]БГАТУ, [3]РУП «БелГИМ», Республика Беларусь)* 233
52. **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛИНИИ СОРТИРОВКИ ЯБЛОК ЛСП-4** *(А.Н. Юрин[1], канд. техн. наук, доцент, В.К. Клыбик[1], канд. техн. наук, доцент, А.В. Захаров[2], канд. техн. наук, доцент, [1]РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», [2]БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 235
53. **ОБОСНОВАНИЕ ДЕЛИТЕЛЯ ПОТОКА ПЛОДОВ ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СОРТИРОВКЕ** *(А.Н. Юрин[1], канд. техн. наук, доцент, В.К. Клыбик[1], канд. техн. наук, доцент, А.В. Захаров[2], канд. техн. наук, доцент, А.Н. Юрина[3], инженер, [1]РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», [2]БГАТУ, [3]РУП «БелГИМ», Республика Беларусь)* 238
54. **ПРОИЗВОДСТВО ЭЛИТНЫХ СЕМЯН В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СЕПАРАТОРА** *(Е.А. Городецкая, канд. техн. наук, доцент, Ю.К. Городецкий, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь Е.Т. Титова, канд. биол. наук, доцент Национальная академия наук Республика Беларусь, г. Минск, Республика Беларусь)* 241
55. **ОЦЕНКА РАБОТЫ ПРЯМОТОЧНОГО ВИБРОПНЕВМО-СЕПАРАТОРА ПРИ СОРТИРОВАНИИ СЕМЯН ЛЬНА** *(В.М. Поздняков, канд. техн. наук, доцент, Федерация профсоюзов Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь, С.А. Зеленко, старший преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 243
56. **ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ В СУШКЕ СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА** *(К.В. Казаков, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», г.Белгород, Российская Федерация)* 246

57. **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ИМПРЕТАЦИЯ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ ПЛОДА ДЫНИ ЛЕЗВИЕМ** *(О. Рахматов, д-р техн. наук, профессор, С.С. Тухтамишев, старший преподаватель, Гулистанский государственный университет, г. Гулистан, Республика Узбекистан)* 248
58. **ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КОНТРОЛЯ МИКРОКЛИМАТА ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ХРАНЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ** *(А.З. Киямов, д-р философии по техническим наукам (PhD), Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Республика Узбекистан)* 253
59. **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАБОТЫ ПРОПАШНЫХ КУЛЬТИВАТОРОВ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ВЛАГО-ОБЕСПЕЧЕННОСТИ КОРНЕОБИТАЕМОГО СЛОЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ** *(А.Б. Калинин, д-р техн. наук, доцент, И.З. Теплинский, канд. техн. наук, профессор, В.А. Калинина, соискатель, Ю.И. Смирнова, соискатель. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)* 255
60. **К ПРОЕКТИРОВАНИЮ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ШТАНГ ПОЛЕВЫХ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ** *(И.С. Крук, канд. техн. наук, доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 260

Секция 2 «МОБИЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ»

1. **ПРИМЕНЕНИЯ ШИН НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ НА ТРАКТОРАХ** *(Г.И. Гедроить, канд. техн. наук, доцент, С.В. Занемонский, старший преподаватель, В.С. Леванюк, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 263
2. **ПРИМЕНЕНИЯ «ПЛАВАЮЩИХ» ПОДШИПНИКОВ СЛОЖНОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ТУРБО-КОМПРЕССОРА ДВИГАТЕЛЯ Д-245.5** *(А.В. Захаров[1] канд. техн. наук, доцент, А.Н. Юрин[2], канд. техн. наук, доцент, Л.Г. Сапун[1] канд. техн. наук, доцент, И.О. Захарова[1] ассистент, [1]БГАТУ, [2]РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь)* 267
3. **РАЗВИТИЕ «ЗЕЛЕНОЙ» ЭНЕРГЕТИКИ КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ МОБИЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ** *(А.А. Клименко, студентка, С. М. Мартыненко, студент, И.В. Хмара, канд. с.-х.наук, доцент, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина», г. Краснодар, Российская Федерация)* 269

4. **СНИЖЕНИЕ ДЫМНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЯ Д-243 ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ** (*В.А. Белоусов[1], канд. техн. наук, доцент, А.В. Гордеенко[1], канд. техн. наук, доцент, В.Г. Костенич[2], канд. техн. наук, доцент, А.В. Захаров[2], канд. техн. наук, доцент, Л.Г. Сапун[2], канд. техн. наук, доцент, [1]БГСХА, г. Горки, [2]БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 272
5. **АВТОНОМНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН** *(С.С. Пак, и.о. доцента, С.В. Ковешников, старший преподаватель, С.А. Гулямова, старший преподаватель,УО «Ташкентский государственный технический университет», г. Ташкент, Республика Узбекистан)* 275
6. **АНАЛИЗ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ СЫПУЧИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ГРУЗОВ** *(Г.И. Гедроить, канд. техн. наук, доцент, В.В. Михалков, старший преподаватель, И.И. Бондаренко, канд. техн. наук, доцент, В.В. Шамко, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 277
7. **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕРИЙНЫХ ВИБРОИЗОЛЯТОРОВ КАБИНЫ ТРАКТОРА «БЕЛАРУС»** *(А.Ф. Безручко, канд. техн. наук, доцент, Н.И. Зезетко, канд. техн. наук, доцент, И.И. Бондаренко, канд. техн. наук, доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 281
8. **ПОДБОР КОМПЛЕКТАЦИИ ТРАКТОРА И ПЛУГА ДЛЯ СИММЕТРИЧНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ В АГРЕГАТЕ** *(А.В. Захаров[1], канд. техн. наук, доцент, А.Н. Юрин[2], канд. техн. наук, доцент, Т.А. Варфоломеева[1], старший преподаватель, И.О. Захарова[1] ассистент, [1]БГАТУ, [2]РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь)* 283
9. **ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ КОЛЬЦЕВОГО УЗЛА ПОРШНЯ ДВИГАТЕЛЯ Д-243** *(А.В. Захаров[1], канд. техн. наук,доцент, А.Н. Юрин[2], канд. техн. наук, доцент, Л.Г. Сапун[1], канд. техн. наук,доцент, И.О. Захарова[1] ассистент, [1]БГАТУ, [2]РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь)* 286
10. **СНИЖЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ ГОЛОВКИ ПОРШНЯ ДВИГАТЕЛЯ** *(А.В. Захаров[1], канд. техн. наук, доцент, А.Н. Юрин[2], канд. техн. наук, доцент, Л.Г. Сапун[1], канд. техн. наук, доцент, И.О. Захарова[1] ассистент, [1]БГАТУ, [2]РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь)* 288

11. **ПРИМЕНЕНИЕ БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА В СОВРЕМЕННЫХ ДВИГАТЕЛЯХ** *(Г.И. Гедроить, канд. техн. наук, доцент, С.В. Занемонский, старший преподаватель, Т.А. Варфоломеева, старший преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 291
12. **НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ** *(Г.И. Гедроить, канд. техн. наук, доцент, С.В. Занемонский, старший преподаватель, А.Г. Белевич, старший преподаватель, В.В. Михалков, старший преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 294
13. **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ХОДОВЫХ СИСТЕМ ТРАКТОРНЫХ ПРИЦЕПОВ** *(Г.И. Гедроить, канд. техн. наук, доцент, С.В. Занемонский, старший преподаватель, А.Г. Белевич, старший преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 298
14. **БОРТОВОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ С ГИДРОПОДЖЕМНЫМИ МУФТАМИ** *(Ю.Д. Карпиевич[1], д-р техн. наук, профессор, И.И. Бондаренко[2], канд. техн. наук, доцент, Ю.А. Напорко[2], старший преподаватель, А.Д. Бондаренко[1], студент, Н.В.Павлючук[2], инженер, [1]БНТУ, [2]БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 301
15. **ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ПОВОРАЧИВАЮЩИЙ МОМЕНТ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА 4Х4 СО СДВОЕННЫМИ ЗАДНИМИ КОЛЕСАМИ** *(Т.А. Варфоломеева[1], старший преподаватель, С.А. Рынкевич[2], д.т.н., доцент, [1]БГАТУ, [2]БНТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 304
16. **СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ РАСХОДА ТОПЛИВА ТРАКТОРА «БЕЛАРУС 2022.5» ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ДАВЛЕНИЯ В ШИНАХ ЗАДНИХ СДВОЕННЫХ КОЛЕС** *(Т.А. Варфоломеева[1], старший преподаватель, С.А. Рынкевич[2], д-р техн. наук, доцент, С.В. Занемонский[1], старший преподаватель, А.В.Захаров[1], канд. техн. наук, доцент, [1]БГАТУ, [2]БНТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 307
17. **ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ ТЯГОВОГО КЛАССА 5** *(Т.А. Варфоломеева[1], старший преподаватель, С.А. Рынкевич[2], д-р техн. наук, доцент, С.В. Занемонский[1], старший преподаватель, [1]БГАТУ, [2]БНТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 310
18. **ПРЕИМУЩЕСТВО ПЕРЕХОДА НА ГАЗОМОТОРНОЕ ТОПЛИВО** *(И.И. Бондаренко, канд. техн. наук, доцент, А.Г. Белевич, старший преподаватель, С.В. Занемонский, старший преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 315

19. **ВАРИАНТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТОРОИДАЛЬНЫХ ГАЗОВЫХ БАЛЛОНОВ НА ТРАКТОРЕ «БЕЛАРУС-820»** *(И.И. Бондаренко, канд. техн. наук, доцент, А.Г. Белевич, старший преподаватель, С.В. Занемонский, старший преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 319
20. **КОМПЛЕКС ПО ПЕРВИЧНОЙ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКЕ ХМЕЛЯ** *(Ю.В. Иванщиков, канд. техн. наук, доцент, Ю.Н. Доброхотов, доцент, Р.В. Андреев, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО Чувашский государственный аграрный университет, г. Чебоксары, Российская Федерация)* 322
21. **СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕСУРСА ТНВД ЗОЛОТНИКОВОГО ТИПА УТН-5 И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ТИПА НД21/4 ДИЗЕЛЯ Д144 В ЭКСТРЕМАЛЬНО-ЖАРКИХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН** *(Т.М. Камолов, канд. техн. наук, Таджикский аграрный университет им. Ш. Шотемур, г. Душанбе, Республика Таджикистан)* 326
22. **ВЛИЯНИЕ УПРУГИХ СВОЙСТВ ОПОР ПОДШИПНИКОВ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ И НАГРУЗОЧНУЮ СПОСОБНОСТЬ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ** *(С. Худжавали[1], д-р техн. наук, Т.Х. Давлатали[2], канд. техн. наук, [1]Таджикский аграрный университет им. Ш. Шотемур, [2]Таджикский технический университет им. академика М.С. Осими, г. Душанбе, Республика Таджикистан)* 330
23. **ИЗНАШИВАНИЕ ПОСАДОЧНЫХ МЕСТ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ИХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ** *(И.Ж. Тоиров, канд. техн. наук, доцент, З.Л. Батиров, д-р техн. наук, доцент, Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Республика Узбекистан)* 339
24. **ОСОБЕННОСТИ ВЫПУСКНОЙ СИСТЕМЫ ДВИГАТЕЛЯ КАК ОСНОВНОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ И ЭКОЛОГИЯ** *(С.В. Алтухов, канд. техн. наук, доцент, Т.А. Алтухова, канд. техн. наук, доцент, А.Р. Сухаева, канд техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского», п. Молодежный, Российская Федерация)* 345
25. **МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ТВЕРДОСТИ, НАГРУЗКИ И КОНЦЕНТРАЦИИ ПРИСАДКИ НА ПАРУ ТРЕНИЯ** *(С.В. Стребков, канд. техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Российская Федерация)* 350
26. **ДИАГНОСТИКА ДИЗЕЛЕЙ ПО ПАРАМЕТРАМ ПНЕВМО-ПУЛЬСИРУЮЩЕГО ПОТОКА ПРИ РАБОТЕ НА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДАХ ТОПЛИВА** *(Ю.А. Шамарин[1], доцент, канд. техн. наук, И.И. Руденко[2], соискатель, [1]МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, [2]РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Российская Федерация)* 353

27. **ОБОСНОВАНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ГИБРИДНЫХ ТЯГОВО-ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ** *(Н.М. Тамбовский, магистр Д-М227 группы, Н.Н. Пуляев, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУВО Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», Российская Федерация)* 358
28. **МЕТОД ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГИДРОСТАТИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИИ МОБИЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ** *(Д.А. Жданко, канд. техн. наук, доцент, Д.И. Сушко, старший преподаватель, Г.И. Кошля, старший преподаватель, Е.И. Смольская, студент)* 362

Секция 3 ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

1. **ВНЕДРЕНИЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СФЕРЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА** (*Р.С. Гусак, СП ООО «Унибокс», г. Минск, Республика Беларусь, Н.Н. Быков, канд. техн. наук, доцент, Т.А. Непарко, канд. техн. наук, доцент БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 367
2. **ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ** *(А.С. Костаринов, аспирант, К.П. Андреев, канд. техн. наук, доцент, О.В. Терентьев, студент, ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Российская Федерация)* 370
3. **ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУКУРУЗЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ** *(С.Г. Русак, СП ООО «Унибокс», г. Минск, Республика Беларусь, Т.А. Непарко, канд. техн. наук, доцент, Н.Н. Быков, канд. техн. наук, доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 372
4. **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ** *(Т.А. Непарко, канд. техн. наук, доцент, Е.А. Городецкая, канд. техн. наук, доцент, О.В. Жаврид, магистрант, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 375
5. **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ В АПК** (*Т.А. Непарко, канд. техн. наук, доцент, П.С. Хмельницкий, магистрант, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 378
6. **АГРОТЕХНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПАХОТНЫХ АГРЕГАТОВ В СИСТЕМЕ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**
(Н.Н. Быков, канд. техн. наук, доцент, Т.А. Непарко, канд. техн. наук, доцент, А.П. Ляхов, канд. техн. наук, доцент, В.О. Сумар, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь) 381

7. **ТЕХНОЛОГИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ КАК СПОСОБ РАСШИРЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ** *(Н.И. Клостер, канд. с.-х. наук, доцент, В.Б. Азаров, д-р с.-х. наук, профессор, В.В. Лоткова, ассистент профессора, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина», г. Белгород, Российская Федерация)* 383
8. **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ БИОЛОГИЗАЦИИ В ТЕХНОЛОГИЮ ВОЗДЕЛЫВАНИЯЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР** *(В.Б. Азаров, д-р с.-х. наук, профессор, В.В. Лоткова, ассистент профессора ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина» г. Белгород, Российская Федерация)* 386
9. **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОУДОБРЕНИЯ «НАНОПЛАНТ» НА КАРТОФЕЛЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОРТА** *(Т.М. Дайнеко, канд. с.-х. наук, доцент БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 388
10. **МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫМ РЕЖИМОМ ТЕПЛИЦЫ С УЧЕТОМ ПРОГНОЗА ПОГОДЫ** *(А.Г. Сеньков, канд. техн. наук, доцент. А.И. Ермаков, магистрант, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 391
11. **ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ НУТА В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ** *(А.В. Зеленев, д-р с.-х. наук, доцент, А.И. Беленков, д-р с.-х. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация, Я.В. Ткаченко, аспирант, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», г. Волгоград, Российская Федерация)* 393
12. **МЕТОД И РЕЗУЛЬТАТЫ СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ПРАКТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО И ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ** *(М.В. Королевич, д-р физ.-мат. наук, доцент, В.М. Андрианов, д-р физ.-мат. наук, А.А. Шевченок, канд. техн. наук, доцент БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 396
13. **УСТАНОВЛЕНИЕ СПЕКТРО-СТРУКТУРНЫХ КОРРЕЛЯЦИЙ В ИНФРАКРАСНЫХ СПЕКТРАХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ МОЛЕКУЛ КЛАССА БРАССИНОСТЕРОИДОВ** *(В.М. Андрианов, д-р физ.-мат. наук, М.В. Королевич, д-р физ.-мат. наук, доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 398

14. **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИКОТОКСИНОВ ЗЕРНА И КОРМОВ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ** *(А.В. Кудина, канд. техн. наук, доцент, Л.Е. Процко, ассистент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь Е.П. Франко, канд. техн. наук, доцент Ресурсный центр ЭкоТехноПарк – Волма УО «Республиканский институт профессионального образования», г. Минск, Республика Беларусь)* 401
15. **ПРИМЕНЕНИЕ СЕМЕНИ ЛЬНА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ФЛАКСОВ** *(Е.Г. Мартынова, канд. с.-х. наук, старший преподаватель, Е.А. Ляная, студент,ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Российская Федерация)* 403
16. **КЛЮЧЕВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ОВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ** *(Л.А. Неменущая, ст. научный сотрудник, ФГБНУ «Росинформагротех», р. п. Правдинский, Российская Федерация)* 406
17. **К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЧАСТОТЫ ЗВУКОВОЙ ВОЛНЫ ГАЗОСТРУЙНОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ** *(С.И. Старовойтов, д-р техн. наук, доцент, Б.Х. Ахалая, канд. техн. наук, доцент, В.М. Коротченя, канд. эконом. наук, Н.И. Беляева, инженер, ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, г. Москва, Российская Федерация)* 408
18. **АГРОТЕХНИЧЕСКИЙ И ХИМИЧЕСКИЙ МЕТОДЫ БОРЬБЫ С СОСУЩИМИ ВРЕДИТЕЛЯМИ НА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЕ В УСЛОВИЯХ УП «АГРОКОМБИНАТ «ЖДАНОВИЧИ»** *(Е.В. Стрелкова, канд. с.-х. наук, доцент БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 411
19. **НЕЙРОСЕТЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ АГРОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР** *(Тереньтев С.Е., канд. с.-х. наук, доцент, А.Г. Никифоров д-р техн. наук, профессор, Рудаков Н.А. аспирант, ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА, г. Смоленск, Российская Федерация)* 415
20. **К ВОПРОСУ О РАДИОСТИМУЛЯЦИИ В ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКЕ ЗЕРНА** (*Р.Т. Тимакова, д-р техн. наук, канд. с.-х. наук, доцент, профессор, Р.В. Ильюхин, аспирант, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», г. Екатеринбург, Российская Федерация)* 418
21. **БИОГУМУС – РЕЗЕРВ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ КУКУРУЗЫ** *(В.Н. Рыбина, канд. с.-х. наук, доцент, А.И. Денисенко, канд. с.-х. наук, доцент, М.С. Чижова, канд. с.-х. наук, доцент, Н.Н. Румянцева магистр агрономии, Луганский государственный аграрный университет, г. Луганск)* 421

22. **РОЛЬ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ В РЕГУЛИРОВАНИИ СТРУКТУРЫ СОРНОГО КОМПОНЕНТА АГРОФИТОЦЕНОЗА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ** *(В.А. Николаев, канд. с.-х. наук, доцент, Л. И. Щигрова, аспирант, М. А. Воронов, аспирант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация)* 423
23. **ВЗАИМОСВЯЗЬ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ НА ТЕХНИЧЕСКИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КАЧЕСТВ ПРИ СМЕШАННЫХ ПЕРЕВОЗКАХ С.-Х. ГРУЗОВ** *(Е.А. Криштанов, канд. техн. наук, доцент, А.И. Фомичев, к.т.н., доцент, А.А. Устинов, соискатель, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, В.Б. Ловкис, канд. техн. наук, доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 427
24. **ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ГЕРБИЦИДОВ В СИСТЕМЕ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ** *(В.Д. Полин канд. с.-х. наук, доцент кафедры земледелия и методики опытного дела, А.А. Ананьев аспирант каф. земледелия и методики опытного дела ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный» университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Российская Федерация)* 430
25. **ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕВОЗКИ ЖИДКИХ ГРУЗОВ АВТОЦИСТЕРНАМИ** *(В.Я. Тимошенко, канд. техн. наук, Г.И. Кошля, старший преподаватель, Д.И. Сушко, старший преподаватель, Н.Д. Янцов, канд. техн. наук, доцент БГАТУ, Минск, Республика Беларусь)* 432
26. **ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕВОЗКИ ЖИДКОСТЕЙ ЦИСТЕРНАМИ** *(В.Я. Тимошенко, канд. техн. наук, Г.И. Кошля, старший преподаватель, Д.И. Сушко, старший преподаватель, Т.М. Чумак, старший преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 435
27. **МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПЛОТНОСТИ ПОЧВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ДВИЖИТЕЛЕЙ МАШИН** *(Н.Д. Янцов, канд. техн. наук, доцент, А.Г. Вабищевич, канд. техн. наук, доцент, Г.И. Кошля, старший преподаватель, Д.А. Бурак, магистрант БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 438
28. **УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ВЫГРУЗНОГО ШНЕКА** *(Д.С. Праженик, старший преподаватель, В.В. Носко, старший преподаватель, П.А. Губар, студент, А.С. Вороненко, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 442

29. **3D МОДЕЛИРОВАНИЕ МАЛОГАБАРИТНЫХ ГРАБЛЕЙ** (*Н.Д. Янцов, канд. техн. наук, доцент, А.Г. Вабищевич, канд. техн. наук, доцент, П.В. Авраменко, канд. техн. наук, доцент, А.А. Бакиров, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 444
30. **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕЛЬТАЛЕТОВ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР** *(Н.Н. Быков, канд. техн. наук, А.Э. Шибеко, канд. эконом. наук, доцент, Н.В. Кецко, старший преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 447
31. **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ДВИЖИТЕЛЕЙ МТА НА ПОЧВУ** *(Н.Н. Быков, канд. техн. наук, Н.В. Кецко, старший преподаватель , БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 450
32. **БУКСОВАНИЕ И СОПРОТИВЛЕНИЕ КАЧЕНИЮ ТРАКТОРА ПРИ ПЕРЕМЕННОМ ХАРАКТЕРЕ ТЯГОВОЙ НАГРУЗКИ** *(А.П. Ляхов, канд. техн. наук, доцент, А.Ф. Станкевич, старший преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 453
33. **МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПЛУГА** *(А.В. Нагорный, старший преподаватель, Н.С. Счастный, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 455
34. **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ОЧИСТКИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА** *(Д.С. Праженик, старший преподаватель, В.В. Носко, старший преподаватель, П.А. Губар, студент, А.С. Вороненко, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 458
35. **БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ДУШИЦЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (ORIGANUM VULGARE L)** *(Н.Н. Вечер, канд. биол. наук, Н.Н. Быков, канд. техн. наук, В.Н. Кецко, старший преподаватель, Т.М. Чумак, старший преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 460
36. **КОРРОЗИОННОЕ РАЗРУШЕНИЕ ТЕХНИКИ: ОБЗОР** *(К.А. Забара, старший преподаватель, Шемякин А.В., д-р техн. наук, профессор, В.В. Терентьев, канд. техн. наук, доцент, К.П. Андреев, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Российская Федерация)* 464
37. **ПОНЯТИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ** *(А.С. Костаринов, аспирант, Т.В. Мелькумова, ассистент, А.В. Шемякин, д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Российская Федерация)* 467

38. **ВЫРАЩИВАНИЕ СЕМЯН САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ПО ОДНОГОДИЧНОМУ ЦИКЛУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ШТЕКЛИНГОВ** *(С.С. Калиева[1], К. Конысбеков[2], Б.У. Слейменов[3], Ж.Б. Бакенова[4], [1]Казахский национальный аграрный исследовательский университет, (Алматы), [2]Казахский НИИ земледелия и растениеводства, (Алмалыбак), [3]ТОО Казахский НИИ почвоведения и агрохимии им У.У. Успанова, [4]Казахский национальный аграрный исследовательский университет)* 469

39. **ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕЛИОПОДОГРЕВАТЕЛЯ ВОЗДУХА ПРИ ДОСУШИВАНИИ СЕНА АКТИВНЫМ ВЕНТИЛИРОВАНИЕМ** *(Н.К Абдильдин, канд. тех. наук, доцент, Э.С. Кульшикова, ст. преподаватель, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Республика Казахстан)* 473

40. **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ ВОД ДЛЯ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР** *([1] А.Е. Дуанбекова, [2]П.С. Султанбекова, [1] Е.С. Саркынов,[1] Г. Каримова, [1]Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Республика Казахстан, [2]Южно-Казахстанский университет имени М. Ауезова, г. Алматы, Республика Казахстан)* 477

41. **БЕЛКОВЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЛУГОВ** *(В.Л. Сельманович, канд. с.-х. наук, доцент, БГАТУ, В.В. Сысоев, председатель комитета по сельскому хозяйству и продовольствию Минского областного исполнительного комитета, г. Минск, Республика Беларусь)* 481

42. **ПЕРСПЕКТИВЫ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ** *(А.А. Емельяненко магистрант, О.В. Гордеенко, канд. техн. наук, доцент, УО «БГСХА»)* 484

43. **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ** *(С.Б. Бекбосынов, канд. техн. наук, асс. профессор, А.Б. Токмолдаев, канд. техн. наук, асс. профессор, Н.К. Абдильдин, канд. техн. наук, асс. профессор, «Казахский национальный аграрный исследовательский ниверситет», Алматы, Республика Казахстан)* 487

44. **АГРОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ: КАТАЛИЗАТОР ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В НИГЕРИИ** *(Muhammad Bello Garba, PhD Department of Technical Education Shehu Shagari University of Education, Sokoto)* 490

45. **НАПРАВЛЕНИЯ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ПЕСТИЦИДОВ ИЗ-ЗА СНОСА ПРИ ОБРАБОТКАХ В ВЕТРЕНУЮ ПОГОДУ** *(И.С. Крук, канд. техн. наук, доцент, А.А. Анищенко, аспирант, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 495

46. **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПАДЕНИЯ ИСПАРЯЮЩЕЙСЯ КАПЛИ ПЕСТИЦИДА** *(И.С. Крук, канд. техн. наук, доцент, Ю.В. Чигарев, д-р физ.-мат. наук, профессор, А.А. Анищенко, аспирант, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 498

СЕКЦИЯ 4 ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

1. **ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПЕРЕНОСНОГО МАНИПУЛЯТОРА ДОЕНИЯ ДЛЯ ДОИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ «МОЛОКОПРОВОД»** *(В.И. Борозенцев, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО Белгородский государственный аграрный университет, г. Белгород, Российская Федерация)* 502
2. **ОБОСНОВАНИЕ МОДЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЙ СМЕСИТЕЛЯ** *([1]С.М. Ведищев, д-р техн. наук, профессор, [123]А.И. Завражнов, д-р техн. наук, профессор, академик РАН, [1]А.В. Прохоров, канд. техн. наук, доцент, А.Г. Павлов, канд. с.-х. наук, доцент, [1]ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, [2]ФГБОУ ВО Мичуринский государственный аграрный университет, г. Мичуринск, [3]ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», г. Тамбов, Российская Федерация)* 505
3. **СМЕСИТЕЛИ КОМБИКОРМОВ** *([1]С.М. Ведищев, д-р техн. наук, профессор, [123]А.И. Завражнов, д-р техн. наук, профессор, академик РАН, [1]А.В. Прохоров, канд. техн. наук, доцент, А.Г. Павлов, канд. с.-х. наук, доцент [1]ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, [2]ФГБОУ ВО Мичуринский государственный аграрный университет, г. Мичуринск, [3]ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», г. Тамбов, Российская Федерация)* 507
4. **ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПЛЮЩЕНИЯ ЗЕРНА ЗА СЧЁТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ ПЛЮЩИЛКИ** *(А.Д. Герасименко, аспирант, П.А. Патрин, канд. техн. наук, доцент, Д.С. Рудаков, учебный мастер, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет» г. Новосибирск, Российская Федерация)* 509
5. **ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЙ МЕТОД БЕСКОНТАКТНОЙ ОЦЕНКИ МАССЫ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА** *(И.И. Гируцкий, д-р техн. наук, профессор, С.И. Немирович, м.т.н., ассистент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 513

6. **ДИАГНОСТИКА ДОИЛЬНОГО АППАРАТА ПОАНАЛИЗУ ТЕРМОГРАФИЧЕСКОГО СНИМКА** *(И.И. Гируцкий, д-р техн. наук, доцент, Ю.А. Ракевич, аспирант, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 516
7. **ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛ ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ЗЕРНОВКУ В СЕПАРИРУЮЩЕМ КАНАЛЕ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКИ** *(А.И. Голиков, аспирант, А.А. Мезенов, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет», г. Новосибирск, Российская Федерация)* 518
8. **АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ КОЛОНН ОХЛАЖДЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАННЫХ КОРМОВ** *(А.А. Голикова, аспирант, А.А. Мезенов, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет», г. Новосибирск, Российская Федерация)* 520
9. **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ВТОРИЧНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ** *([1]М.А. Керимов, д-р техн. наук, профессор, [2]В.И. Ветушко, старший преподаватель, [3]Бузиту Нкука Дави Жервен, магистрант, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)* 523
10. **РАЗРБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ МАНИПУЛЯТОРА УСТАНОВКИ ПРЕДДОИЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ВЫМЕНИ** *([1]М.А. Керимов, д-р техн. наук, профессор, [2]Д.В. Барабанов, аспирант, [1]ФГБОУ ВО СПбГАУ, г. Санкт-Петербург, [2]ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА, г. Иваново, Российская Федерация)* 526
11. **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОСЕТРОВОДСТВА В УСЛОВИЯХ ЗАМКНУТОГО ВОДОИСПОЛЬЗОВАНИЯ** *(Л.Ю. Коноваленко, старший научный сотудник, ФГБНУ «Росинформагротех», пос. Правдинский, Московской обл., Российская Федерация)* 529
12. **ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ГЕРМЕТИЧНОСТИ КОЛЛЕКТОРА ДОИЛЬНОГО АППАРАТА** *([1]А.В. Китун, д-р техн. наук, профессор, [2]Ю.А. Крупенин, старший преподаватель, [2]П.Ю. Крупенин, канд. техн. наук, доцент ([1]БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь, [2]УО «БГСХА», г. Горки, Республика Беларусь)* 531
13. **ДОБАВКИ ИЗ МЕСТНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ БАЛАНСИРОВАНИЯ ЗЕРНОФУРАЖА** *(В.А. Люндышев, канд. с.-х. наук, доцент, В.В. Шамко, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 534
14. **ТОЧНОЕ СВИНОВОДСТВО – ТЕХНОЛОГИИ XXI ВЕКА** *(И.Н. Казаровец, канд. с.-х. наук, доцент, А.С. Пырх студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 536

15. **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПТИЦЕВОДСТВЕ** *(И.Н. Казаровец, канд. с.-х. наук, доцент, А.С. Пырх, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 539
16. **ИННОВАЦИОННОЕ БУДУЩЕЕ ЭФФЕКТИВНОЙ БОРЬБЫ С БОЛЕЗНЯМИ В ПТИЦЕВОДСТВЕ** *(И.Н. Казаровец, канд. с.-х. наук, доцент, А.С. Пырх, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 543
17. **ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА МЕТАНОВОГО БРОЖЕНИЯ** *(А.В. Мачкарин, канд. техн. наук, доцент, А.В. Рыжков, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Российская Федерация)* 546
18. **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕАДАПТИРОВАННОГО ИНОКУЛЯТА ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ НАВОЗА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В БИОГАЗ** *(И.В. Мирошниченко, к.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», п. Майский, Российская Федерация)* 549
19. **МОСТОВОЙ АГРЕГАТ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА С ЛИНЕЙНЫМ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ** *(А. Мухаммадиев, д-р техн. наук, профессор, Р.Ф. Юнусов, доцент, Т.М. Байзаков, канд. техн. наук, доцент, А.А. Махмудов, студент, «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» – Национальный исследовательский университет, г. Ташкент, Республика Узбекистан* 552
20. **ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИНКУБАЦИИ ЯИЦ** *(С.А. Костюкевич, канд. с.-х. наук, доцент, Д.Ф. Кольга, канд. техн. наук, доцент, А.С. Пырх, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 558
21. **КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МОЛОКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИИ СОДЕРЖАНИЯ КОРОВ** *(С.А. Костюкевич, канд. с.-х. наук, доцент, Д.Ф. Кольга, канд. техн. наук, доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 560
22. **ЭКСТРУДИРОВАНЫЕ ЗЕРНОВЫЕ КОРМА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ КОРМЛЕНИЯ ЖИВОТНЫХ** *(А.А. Романович, канд. техн. наук, доцент, А.Ю. Храброва, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 562
23. **ОБЗОР ЭКСТРУДИРОВАНЫХ ЗЕРНОВЫХ КОРМОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ КОРМЛЕНИЯ ЖИВОТНЫХ** *(А.А. Романович, канд. техн. наук, доцент, А.Ю. Храброва, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 565

24. **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ЭКСТРУЗИИ ЗЕРНОВЫХ КОРМОВ** *(А.А. Романович, канд. техн. наук, доцент, А.Ю. Храброва, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 568
25. **УДАЛЁННЫЙ КОНТРОЛЬ РОБОТА ДЛЯ УДАЛЕНИЯ НАВОЗА НА МОЛОЧНО-ТОВАРНОЙ ФЕРМЕ** *(Д.Д. Слимаков, магистрант, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 571
26. **КАЧЕСТВО ТВОРОЖНОГО ПРОДУКТА С СУХОФРУКТАМИ** *(П.К. Федорова, студент, О.Н. Пастух, канд. с.-х. наук, доцент, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Российская Федерация)* 573
27. **АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ** *(А.В. Брусенков, канд. техн. наук, доцент, И.И. Данилин, магистрант 2 курса. ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, Российская Федерация)* 576
28. **ПРАВИЛЬНО ОРГАНИЗОВАННАЯ КОРМОВАЯ БАЗА КАК ЗАЛОГ БУДУЩЕГО** *(А.В. Брусенков, канд. техн. наук, доцент, В.А. Лутовинов, магистрант 2 курса, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, Российская Федерация)* 578
29. **ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ НА МИНИКОМБИКОРМОВЫХ ЗАВОДАХ** *(С.С. Блёскин, аспирант, Е.А. Пшенов, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет» г. Новосибирск, Российская Федерация)* 581
30. **ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ ГРЕНЫ ТУТОВОГО ШЕЛКОПРЯДА НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТУТОВОГО ШЕЛКОПРЯДА** *(Д.А. Исматуллаева, канд. с.-х. наук, старший аучный сотрудник Д.А. Азимова, докторант, Научно-исследовательский институт шелководства, г. Ташкент, Республика Узбекистан)* 584
31. **ПРОИЗВОДСТВО БИОГАЗА НА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ РБ** *(Д.Ф. Кольга, канд. техн. наук, доцент, С.А. Костюкевич, канд. с.-х. наук,, доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 588
32. **УСТАНОВКА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОМПОСТОВ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ** *(Д.Ф. Кольга, канд. техн. наук, доцент, С.А. Костюкевич, канд. с.-х. наук, доцент, С.В. Кишкевич, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 591
33. **БЕСПОДСТИЛОЧНЫЙ НАВОЗ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ** *(Д.Ф. Кольга, канд. техн. наук, доцент, С.А. Костюкевич, канд. с.-х. наук, доцент, И.М. Тусиков студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 594

34. **ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЖИДКОГО НАВОЗА ПРИ ЕГО ХРАНЕНИИ** *(И.И. Скорб, старший преподаватель, И.М. Швед, старший преподаватель, БГАТУ г. Минск, Республика Беларусь)* 596
35. **ВНЕДРЕНИЕ IT ТЕХНОЛОГИЙ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ** *(И.И. Скорб, старший преподаватель, И.М. Швед, старший преподаватель, БГАТУ г. Минск, Республика Беларусь)* 598
36. **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ СТРУИ НА УДАЛЕНИИ ОТ СОПЛА** *(И.М. Швед, старший преподаватель, И.И. Скорб, старший преподаватель, БГАТУ г. Минск, Республика Беларусь)* 601
37. **ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА ВОЗДУХА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВАКУУММЕТРИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ В ДОИЛЬНОМ АППАРАТЕ** *(С.Н. Бондарев, ассистент, А.В. Китун, д-р техн. наук, профессор, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 603
38. **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА** *(Д.Г. Зубович, старший преподаватель, В.Д. Зубович, студент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 606
39. **ОТ ТРУДОСБЕРЕГАЮЩЕГО К ЗЕМЛЕСБЕРЕГАЮЩЕМУ И «УМНОМУ» СЕЛЬСКОМУ ХОЗЯЙСТВУ** *(Д.У. Камбарова, ассистент, Р.З. Олимжонов, ассистент, «Ташкентский государственный технический университет имени И. Каримова», г. Ташкент, Республика Узбекистан)* 609
40. **СПОСОБЫ ОХЛАЖДЕНИЕ МОЛОКА** *(Л.П. Швец, студент, Ф.И. Назаров, канд. техн. наук, доцент «БГАТУ», г. Минск, Республика Беларусь)* 611
41. **К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ КОМПЛЕКСА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ В ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ** *(С.Б. Бекбосынов канд. техн. наук, А.Б. Токмолдаев канд. техн. наук, А.Е. Байболов канд. техн. наук, А. Омаров магистрант, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», г. Алматы, Республика Казахстан)* 613

42. **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ УПРОЧНЕНИЯ НОЖЕЙ КОРМОСМЕСИТЕЛЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКИ** *(И.Н. Кадин, аспирант, А.В. Бондарев, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», п. Майский, Белгородская область, Российская Федерация)* 616

Секция 5 «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ АПК»

1. **ПРОБЛЕМАТИКА АДАПТАЦИИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ К ТРЕБОВАНИЯМ СОВРЕМЕННОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО УКЛАДА** *(Н.Г. Серебрякова, канд. пед. наук, доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 619
2. **ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАМОТНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СПЕЦИАЛИСТА АПК** *(А.И. Попов, канд. пед. наук, доцент, Г.В. Мозгова, канд. пед. наук, доцент, Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов, Российская Федерация)* 621
3. **ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНОВЛЕНИЯ ПРИ СМЕШАННОЙ ФОРМЕ ОБУЧЕНИЯ** *(А.И. Попов, канд. пед. наук, доцент, Н.В. Майстренко, канд. пед. наук, доцент, Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов, Российская Федерация)* 625
4. **МУЗЕЙНАЯ ПЕДАГОГИКА В ПРОЦЕССЕ ВОСПИТАНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ АПК** *(А.И. Попов, канд. пед. наук, доцент, Г.А. Соседов, канд. пед. наук, доцент, Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов, Российская Федерация)* 627
5. **КЕЙС-МЕТОД – В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ** *(С.А. Костюкевич, канд. с.-х. наук, доцент, Д.Ф. Кольга, канд. техн. наук, доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 630
6. **ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИН УЧЕБНОГО ПЛАНА В АГРАРНОМ ВУЗЕ** *(В.В. Баскакова, старший преподаватель, А.В. Голочалова, ассистент, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина», п. Майский, Российская Федерация)* 633
7. **РЕАЛИЗАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ПРОЕКТОВ В РАМКАХ ПРОФОРИЕНТАЦИОННОЙ РАБОТЫ ВУЗА** *(А.В. Голочалова, ассистент, В.В. Баскакова, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина», п. Майский, Российская Федерация)* 635
8. **ОЦЕНКА МЕЖЛИЧНОСТНЫХ ОТНОШЕНИЙ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ** *(И.Ф. Толкач, к. искусст., доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 638
9. **ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ** *(Н.В. Дакуко, старший преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 640

10. **АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ** *(А.А. Нехайчик, старший преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 642
11. **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА В ВУЗЕ В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИЙ** *(А.А. Нехайчик, старший преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 645
12. **ОБЗОР МИРОВОГО ОПЫТА ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ** *(О.Ю. Дегтярева, юрисконсульт, Н.В. Болбас, студент, БГУИР, г. Минск, Республика Беларусь)* 648
13. **НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ С ОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ** *(А.В. Григоров, канд. пед. наук, профессор, заслуженный тренер БССР, Ю.В. Старовойтова, старший преподаватель БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 651
14. **УПРАВЛЯЕМАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ОСНОВ ЭКОЛОГИИ** *(Н.А. Близнюк, канд. с.-х. наук, доцент, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 652
15. **ОСОБЕННОСТИ СТУДЕНЧЕСКОГО ВОЗРАСТА** *(Н.Г. Серебрякова, канд. пед. наук, доцент, Д.С. Праженик, старший преподаватель, В.В. Носко, старший преподаватель, Т.М. Чумак, старший преподаватель, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 654
16. **АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ДЛЯ ЦИФРОВОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА** *(А.И. Попов[1], канд. пед. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, Российская Федерация, Т.А. Непарко, канд. техн. наук, доцент, Е.И. Подашевская, преподаватель БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь)* 657

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

УДК 631.171/62-529

АВТОМАТИЗАЦИЯ И ЦИФРОВИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ – КАК ИННОВАЦИИ ДЛЯ АПК РЕСПУБЛИКИ

Н.Г. Бакач, канд. техн. наук, доцент,
Д.И. Комлач, канд. техн. наук, доцент
РУП НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь,
bakachng@yandex.by

Аннотация. В статье представлены результаты научных исследований РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» в области автоматизации и цифровизации технологических процессов производства сельскохозяйственной продукции.

Ключевые слова. Сельское хозяйство, автоматизация, продукция, технология, оборудование, импортозамещение.

Abstract. The article presents the results of scientific research of RUE «SPC NAS of Belarus for agricultural mechanization» in the field of an automation and a digitalization of technological processes of the agricultural production.

Keywords. An agriculture, an automation, products, a technology, an equipment, import substitution.

Уровень инновационности сельского хозяйства определяется автоматизацией технологических процессов производства сельскохозяйственной продукции в агропромышленном комплексе. При этом большая роль в данном направлении в настоящее время отводится применению цифровых технологий, отвечающих современным требованиям производства растениеводческой и животноводческой продукции [1].

Сегодня значимость цифровых технологий в жизнедеятельности человека, и особенно, для производства сельскохозяйственной продукции – ощутима. Ведь сельское хозяйство – это, во-первых, продовольственная безопасность страны. Но в тоже время сегодня сельхозпроизводители при производстве растениеводческой и животноводческой продукции сталкиваются с различными проблемами.

Во-первых, это климатические факторы, такие как осадки, температура и влажность, которые играют важную роль в жизненном цикле сельского хозяйства.

Во-вторых, каждая сельскохозяйственная культура или животное требуют определенного питания и ухода, без которых невозможно получить высококачественную продукцию.

В-третьих, это урбанизация и старение населения в сельских районах и другие.

Поэтому отрасль ищет пути их решения, где одним из путей является использование цифровых и сенсорных технологий, спутниковой навигации, технологии позиционирования, а также Интернета вещей для мониторинга и оптимизации процессов сельскохозяйственного производства.

Сегодня можно уже констатировать, что многие сельхозпроизводители используют отдельные элементы цифровых технологий, в основном, импортного производства. В тоже время, следует отметить, что ученые Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства работают по созданию цифровых и автоматизированных систем отечественного производства.

Производство растениеводческой продукции, в основном, включает технологические операции, где для их выполнения сочетаются энергосредство и сельскохозяйственная машина. При этом сельхозпроизводители не всегда могут их рационально сочетать, неся определенные материальные затраты. Например, не каждый имеющийся в хозяйстве трактор может агрегатироваться с имеющейся сельскохозяйственной машиной, особенно, это может быть ощутимо для почвообрабатывающих машин. Не эффективное сочетание снижает производительность и качество работ. Поэтому для автоматизированного комплектования рациональных машинно-тракторных агрегатов, нормирования работ самоходных и стационарных машин, экономического расчета технологической операции учеными НПЦ разработано онлайн-приложение «Agronaut» (рисунок 1), которое размещено в открытом доступе (www.agronaut.by). Кроме того, в приложении сформированы отдельные модули для прогнозирования метеоусловий, формирования оптимальных транспортных маршрутов, расчета расхода материальных ресурсов, просмотра и анализа результатов расчетов.

Следовательно, если у нас сформирован машинно-тракторный агрегат, требуется отследить за его эффективной работой. Для этого разработана система дистанционного мониторинга машинно-тракторных агрегатов. Данная система позволяет в режиме реального времени определять состав МТА, отображать маршрут движения с указанием пройденного пути, общее временя работы, от-

клонение расхода топлива от установленного по норме для данного вида работ, максимальную и среднюю скорости движения агрегата, а также расчет обработанной площади и другие параметры. Взаимодействие с сельскохозяйственным оборудованием осуществляется по стандарту SAE J1939 и ISO 11783 «ISOBUS».



Рисунок 1 – Фрагмент из онлайн-приложения «Agronaut»

Для ухода за пропашными культурами учеными НПЦ разработана автоматическая управляемая навесная система, обеспечивающая ориентацию пропашного культиватора по рядкам относительно трактора с помощью систем технического зрения и автоматического управления (рисунок 2). В основу работы аппаратно-программного обеспечения положена концепция использования оптического сигнала для получения визуальной информации о положении растений в рядке, которая передается на блок управления, а тот, в свою очередь, посредством гидроцилиндров смещает культиватор в нужную сторону.

Например, при обработке сахарной свёклы система технического зрения способна на основе использования технологии искусственных нейронных сетей глубокого обучения четко определять листья свёклы, а специально разработанный алгоритм выявления центра междурядья направляет подвижную часть культиватора в требуемую сторону для нивелирования неточности хода трактора.

Проведенные исследования показали, что точность отслеживания защитной зоны растений на опытных посевах сахарной свёклы находится в пределах ±2,0…2,3 см, а использование автоматической управляемой навесной системы со скоростью 7–8 км/ч обес-

печивает уничтожение в защитной зоне рядка не менее 91 %, находящихся там сорняков.



Рисунок 2 – Вид автоматической управляемой навесной системы, навешенной на трактор, при агрегатировании с пропашным культиватором

Одними из трудоемких процессов при производстве сельскохозяйственной продукции является подготовка овощей и фруктов к реализации, где, в основном, используется физический труд. При этом максимальным фактором рыночной стоимости произведенной продукции, является ее внешний вид. Поэтому учеными НПЦ совместно с программистами Объединенного института проблем информатики создано программное обеспечение для оптической системы распознавания некондиционных клубней картофеля, где с помощью видеокамеры, полученные изображения клубней картофеля обрабатываются и формируются в образы, с последующим распознаванием и подачей сигнала исполнительному устройству системы автоматической инспекции для удаления некачественного картофеля. Удаление некачественного картофеля происходит под струей сжатого воздуха. Апробация данного программного обеспечения проходила на созданном макетном образце, состоящего из рамы, вальцово-падающего конвейера, механизмов привода, системы распознавания, включающей видеокамеру и персональный компьютер, и пневматическую систему отделения (рисунок 3) [2]. Данная система позволяет повысить качество технологического процесса сортировки картофеля и сократить затраты ручного труда на предпродажную доработку клубней.

Еще одним из результатов совместной работы в данном направлении является создание линии по сортировке яблок, где отли-

чительной особенностью является использование в конструктивно-технологической схеме оптического сортировщика, обеспечивающего получение изображений движущихся яблок, распознавание и обработку полученных изображений, формирование изображений в образы с последующей классификацией яблок по сортам, выдачу исполнительному устройству пакета данных, содержащего номер распознанного класса текущего яблока и номер его позиции на конвейере, куда и происходит его транспортирование.



Рисунок 3 – Макетный образец автоматической сортировальной машины

В области животноводства учеными НПЦ совместно с Полиэфир АГРО, в рамках импортозамещения, разработан отечественный программно-аппаратный комплекс системы идентификации и контроля физиологического состояния животных (рисунок 4), который обеспечивает централизованный компьютерный учет и систематизацию параметров, контроль над физиологическими показателями каждого животного в стаде, группировку их по различным показателям, отслеживание динамики влияния факторов и мероприятий, управляет процессами воспроизводства стада.

Система основана на непрерывном мониторинге активности коровы и предназначена для идентификации изменений в нормальном поведении животного для определения моделей активности, относящихся к периоду половой охоты. Мониторинг активности коровы осуществляется при помощи транспондера, который определяет не только движение коровы, но и ее общее состояние и поведение, сохраняя данные в памяти. Данные об активности транспондер передает на приемник.



Рисунок 4 – Схема системы определения двигательной активности коровы

Данная система позволяет отделять животных от стада по заданным оператором признакам (осеменение, проверка на стельность, перевод коров из одной зоотехнической группы в другую, зооветеринарные мероприятия), вести учет, планирование и контроль молочной продуктивности, отелов, осеменений и проверок на стельность, осуществлять контроль нарушений воспроизводительной функции у животных (гинекологическая диспансеризация), проводить анализ структуры и физиологического состояния стада и другие. На основе анализа отчетов и графиков система формирует предложения в виде простых и однозначных рекомендаций к конкретному действию.

Следует отметить, что использование в сельском хозяйстве цифровых и автоматизированных систем для технологических процессов позволяет производить сельскохозяйственную продукцию со все более высокой эффективностью и все более низким воздействием на окружающую среду и, главное, независящим от влияния человеческого фактора.

Список использованной литературы

1. Бакач, Н.Г. Технический прогресс в сельском хозяйстве Республики Беларусь и 75-летняя роль в нем НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства/ Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы междунар. научн.-техн. конф., посвящ. 75-летию образования РУП «НПЦ

НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» (Минск, 20–21 октября 2022г.) – Минск: Белорусская навука, 2022. – С. 19–26.

2. Курилович М.И., Голдыбан В.В. Основные требования к системам отделения некондиционных клубней картофеля/ Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы междунар. научн.-техн. конф., посвящ. 75-летию образования РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» (Минск, 20–21 октября 2022г.) – Минск: Белорусская навука, 2022. – С. 76–78.

УДК 631.171

СОВРЕМЕННОЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ПЕРЕДОВЫЕ ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ И ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И КОМПЛЕКСОВ

В.А. Ружьев[1], канд. техн. наук, доцент, А.А. Крутов[1], соискатель,
И.В. Кокунова[2], канд. техн. наук, доцент,
В.Б. Ловкис[3], канд. техн. наук, доцент

[1]ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация,
[2]ФГБОУ ВО «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия», г. Великие Луки, Российская Федерация,
[3]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь
[1]ruzhev_va@mail.ru, [2]i.kokunova@yandex.ru, [3]dekanat_amf@bsatu.by

Аннотация. Стремительный научно-технический прогресс в развитии микроэлектроники, информационной и телекоммуникационной техники, создание мощных персональных компьютеров с большим объемом памяти, разработка географических информационных систем (ГИС), эффективное использование ГИС-технологий при автоматическом управлении рабочими процессами машин, оборудования и навигационными устройствами, широкое использование сети Интернет создают условия для применения в сельском хозяйстве качественно новых технологических решений.

Abstract. Rapid scientific and technological progress in the development of microelectronics, information and telecommunications technology, the creation of powerful personal computers with a large amount of memory, the development of geographic information systems (GIS), the effective use of GIS technologies in the automatic control of the working processes of machines, equipment and navigation devices, widespread use Internet networks create conditions for the use of qualitatively new technological solutions in agriculture.

Ключевые слова: интеллектуальное оборудование, цифровые технологии, точное земледелие, производственная эксплуатация.

Key words: intelligent equipment, digital technologies, precision farming, production operation.

Введение. Системные изменения, происходящие в структуре с.-х. предприятий и в организации труда, повышение конкурентоспособности производимой продукции за счет более эффективного менеджмента и снижения себестоимости производства, переход к ресурсосберегающему типу хозяйствования, все более возрастающие требования к уровню экологической безопасности с.-х. производства и снижению негативного влияния производственных процессов на окружающую среду в рамках развития стратегии адаптивно-ландшафтного земледелия и повышения устойчивости с.-х. производства требуют инноваций в современных аграрных технологиях [1, 2, 3].

Основная часть. Новинки применения геоинформационных систем в точном земледелии от российского производителя с.-х. техники впечатляют. Остановимся на некоторых прогрессивных решениях, не имеющих конкуренции на рынке интеллектуального оборудования.

Система ночного видения RSM Night Vision – использует технологию инфракрасного излучения, которая лежит в основе практически всех современных систем ночного видения. Однако, RSM Night Vision не нужна дополнительная инфракрасная подсветка, т.к. система может использовать для этого свет штатных фар трактора, комбайна или опрыскивателя. Система состоит из видеокамеры, real-time-контроллера обработки видео и монитора, отображающего изображение с улучшенной видимостью

RSM NightVision – это специальный объектив камеры, видеокамера высокого разрешения (960 твл, или более 1280×960 px) уникальная микросхема для обработки видеосигнала, уникальные алгоритмы обработки видеоизображения. Нанесение специального состава на стенки объектива позволяет сделать изображение более четким и контрастным.

Многочисленные цифровые фильтры убирают лишние шумы, представляя все детали изображения очень четкими. Фильтры аппаратно снимают фильтр ближнего инфракрасного диапазона и программно увеличивают инфракрасную составляющую. Проработка всего спектра и алгоритмы обработки видеопотока создают отличный результат. Комплекс этих решений делает его уникальным, в сравнении с решениями конкурентов.

Использование системы RSM NightVision позволяет оператору видеть ночью на расстоянии дальше (до 1500 м), при этом скорость

движения может быть увеличена на 50 %. Соответственно производительность может быть увеличена до +30 %. Эти параметры значительно превосходят существующие аналоги. Эта технология сделает процесс опрыскивания и сбора урожая в поле ночью более безопасным для диких животных и людей.

Система контроля глубины обработки RSM Soil Control позволяет точно измерять глубину обработки и передавать данные в режиме real-time в виде уведомлений в систему дистанционного мониторинга. Это позволяет исправить ошибки технологического процесса вовремя и экономить ресурсы предприятия.

Универсальность системы RSM Soil Control позволяет использовать беспроводные датчики как на посевном, так и на почвообрабатывающем оборудовании (удобно устанавливать и безопасно эксплуатировать).

RSM Smart Tag – беспроводная умная метка, работающая по технологии Bluetooth, легко позволяет идентифицировать любое прицепное или навесное оборудование. Система построена на базе ПО Agrotronic. С момента регистрации в приложении можно проводить мониторинг прицепного оборудования: его месторасположение, количество отработанных часов и простоев, рассчитывать амортизацию.

Система RSM Router построена на базе системы Agrotronic с применением уникальных протоколов межмашинного общения, которые передают карты-задания непосредственно в бортовую систему сельхозмашин, что не требует постоянного нахождения машин в зоне действия сетей сотовой связи.

RSM Router представляет собой алгоритм, который исходя из заданных характеристик поля, машин, участвующих в уборке, расстояния до элеватора и т.д., выстраивает максимально эффективный маршрут движения каждой единицы техники и рассчитывает оптимально необходимое количество каждой единицы [3, 4].

Основная цель данной системы повысить эффективность уборки за счет координации работы участников через передачу карт-заданий на бортовой компьютер машин.

Заключение. Реализация стратегии точного сельского хозяйства направлена на повышение эффективности аграрной отрасли экономики, снижение материальных затрат и себестоимости производимой продукции, уменьшение техногенного воздействия на ок-

ружающую среду и создание реальных условий для соблюдения установленных экологических требований и нормативов в рамках производственного процесса.

Список использованной литературы

1. Ружьев, В.А. Информационно-навигационные системы управления точными агротехнологиями / В.А. Ружьев, К.В. Кожевников // Вестник студенческого научного общества. – 2013. – № 1. – С. 436–439.

2. Ружьев В.А., Кокунова И.В. Экологические аспекты применения точного земледелия: сб. мат. XXVII Межд. экологического форума «День Балтийского моря» (Санкт-Петербург, 22-23 марта 2016 г.). – СПб.: Издательство ООО «Свое издательство», 2016. – С. 38–39.

3. Ружьев, В.А. Моделирование управлением смешанными перевозками при оптимизации эффективности логических систем / В.А. Ружьев, Р.Ю. Максименко // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения: мат. Межд. науч.-практ. конф. профессорско-преподавательского состава (Санкт-Петербург, 28-30 января 2016 г.). – СПб.: СПбГАУ, 2016. – С. 435–437.

4. Ловкис, В.Б.К вопросу энергетической оценки эффективности технологий производства продукции растениеводства / В.Б. Ловкис, В.А. Колос, В.А. Ружьев // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межведомственный тематический сборник. – Минск: «Белоруская навука», – Выпуск 55.– 2022. – С. 292–296.

УДК 629.36.017

ТЕХНИКА ХОЛДИНГА «МТЗ-ХОЛДИНГ» ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Н.И. Зезетко, главный конструктор, канд. техн. наук

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

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

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

Ключевые слова: трактор, двигатель, расход топлива, экологические показатели.

Key world: tractor, engine, fuel consumption, environmental indicators.

Введение. Трактор является основным энергетическим средством в сельскохозяйственном производстве. Мощность двигателей и энергонасыщенность тракторов постоянно увеличиваются, расширяются их функциональные возможности [1]. ОАО «МТЗ» входит в восьмерку крупнейших мировых производителей тракторов, а каждый 10-й трактор в мире – это трактор «БЕЛАРУС». В последние десятилетия на ОАО «МТЗ» значительно расширена номенклатура тракторов.

Основная часть. На заводах холдинга «МТЗ-Холдинг» серийно выпускаются колесные тракторы от 6 до 350 л.с., т.е. от 0,2 тягового класса до 8-го. Ведутся разработки одновременно по нескольким направлениям – от глубокой модернизации и изменений конструкций существующей линейки до создания новых моделей тракторов [2].

За последние годы в линейке малогабаритных тракторов добавились новые модели в диапазоне мощности от 30 до 74 л.с. Так, внедрены в производство модели БЕЛАРУС-451/651 с двигателем мощностью 49 и 65 л.с. Так же собраны опытные образцы тракторов БЕЛАРУС-541 на базе итальянской трансмиссии Карраро, испытания которых прошли во Вьетнаме и Индонезии. Малогабаритные тракторы разработаны для рынков стран Центральной и Юго-Восточной Азии, Ближнего Востока, Африки, Латинской Америки и других стран с жарким климатом. В этих странах существуют идентичные требования к эксплуатируемой технике: простота конструкции, надежность и ремонтопригодность и не очень жесткие требования к уровню эмиссии отработавших газов двигателей. Поэтому на таких тракторах установлены двигатели с механическим насосом подачи топлива и без сложной системы очистки отработавших газов, усиленная трансмиссия, адаптированная для работы в затопленных рисовых чеках.

Установлен металлический капот и задние крылья вместо пластиковых, вместо кабины установлен тент-каркас. Первая промышленная партия уже отгружена в Египет и начаты поставки в Доминикану, Армению, Узбекистан, Польшу, Индию, Индонезию. Эти модели предназначены не только для работы в рисовых чеках, но и для выполнения сельскохозяйственных и транспортных работ в зонах влажного и сухого тропического климата [2].

Для стран таможенного союза, в рамках импортозамещения, планируется собрать трактор БЕЛАРУС-622.3 с четырехцилиндровым двигателем MMZ-4TDI, 2,1 л, производства ММЗ (вместо импортного Lombardini), мощностью 62 л.с. экологической ступени Stage IIIA, на базе серийной трансмиссии производства БЗТДиА, г. Бобруйск.

Для рынка Евро-Азиатского Экономического Союза (ЕАЭС) создана линейка тракторов БЕЛАРУС-952.4/1025.4/1523.4/2022.4 с двигателем Камминз-Кама российского производства (г. Набережные Челны), для установки которого проведена глубокая модернизация трансмиссии по обеспечению центрального привода перед-

него ведущего моста. Получены сертификаты на соответствие требованиям Технического Регламента Таможенного Союза [2].

Следующая новая модель это БЕЛАРУС-82.3. Это глубокая модернизация серийного трактора БЕЛАРУС-82.1. Модернизация проведена с учетом требований технического Регламента Таможенного Союза, действующего в странах ЕАЭС [1]:

- на тракторе установлен двигатель Д-243S2 мощностью 84 л.с экологической ступени Stage II, производства Минского моторного завода;
- установленный по правой стойке кабины глушитель улучшает обзорность;
- новое цветофактурное решение придало трактору новый вид;
- пластиковая облицовка нового дизайна с системой подъёма «аллигаторного» типа обеспечивает удобство обслуживания двигателя и его систем;
- светодиодные рабочие фары с увеличенным световым потоком лучше освещают рабочую зону в ночное время;
- современная панель приборов с цветным ЖК-дисплеем, электроуправляемые зеркала заднего вида с подогревом, кондиционер в стандартной комплектации, тонированные стёкла уменьшают утомляемость механизатора.

Трансмиссия получила глубокую модернизацию, применён встроенный привод ПВМ и установлен насос гидросистемы трансмиссии, это дало возможность установить:

- модернизированный привод ПВМ с многодисковой фрикционной муфтой включения вместо раздаточной коробки, промежуточной опоры и двух карданных валов обеспечивает повышение надежности и долговечности;
- муфта сцепления LUK лепесткового типа с диском с металлокерамическими накладками позволила снизить усилие на педаль и увеличить долговечность работы данного узла;
- система электрогидравлического включения ПВМ, блокировкой дифференциала и ВОМ позволила применить кнопочное управление;
- установленный дисковый ВОМ позволяет работать с агрегатами в режиме отбора большей мощности и имеет повышенную надёжность.

Следующая модель – трактор БЕЛАРУС-1222.3. Это модернизация серийного трактора БЕЛАРУС-1221.3. Модернизация проведена для улучшения условий труда оператора.

Трактор сертифицирован на соответствие требованиям Технического Регламента Таможенного Союза. Основные особенности модели:

- глушитель установлен по стойке кабины для улучшения обзорности;
- пластиковая облицовка «аллигаторного» типа обеспечивает удобство обслуживания двигателя и его систем;
- светодиодные рабочие фары с увеличенным световым потоком улучшают освещение рабочей зоны в ночное время;
- электрогидравлическая система фирмы BOSCH обеспечивает точные параметры глубины обработки, что улучшает качество обработки почвы и снижает нагрузку на тракториста;
- распределитель гидросистемы вынесен назад для удобства подключения внешних агрегатов, а также удобства обслуживания;
- применение гидростатического управления сцеплением и тормозами снижает усилие на педалях;
- наличие «мокрых» тормозов обеспечивает эффективную и долговечную работу тормозной системы трактора.
- новая кабина повышенной комфортности с профильными стеклами и модернизированной подвеской, комфортабельное сиденье с пневмоподвеской, современная панель приборов с цветным жидкокристаллическим дисплеем, электроуправляемые зеркала заднего вида с подогревом, магнитола, кондиционер – все это улучшает условия работы механизатора.

Что касается специальных моделей, то проведена модернизация садоводческого трактора БЕЛАРУС-921.3, установлена новая трансмиссия с гидронасосом трансмиссии и встроенным прямым приводом ПВМ. Это дало возможность установить дисковые гидромуфты для включения заднего ВОМ, ПВМ, блокировки дифференциала и применить электрогидравлическое управление клавишными выключателями, что значительно улучшает условия работы тракториста.

Для рынка Египта эта же модель трактора БЕЛАРУС-921 претерпела изменения для работы в условиях высоких температур и высокого солнечного воздействия. Установлены металлические задние крылья, металлический капот, металлический топливный бак, безопасный тент-каркас с металлической крышей, глушитель с выхлопом вниз. Возможна продажа трактора и в другие страны с тропическим и жарким климатом.

В кооперации с российскими и китайскими коллегами продолжается проект создания тракторов с электромеханическими трансмиссиями мощностью 300 и 350 л.с. Это направление считается перспективным, и в планах – расширение применения трансмиссий подобного типа на тракторы меньшей мощности.

Электромеханическая трансмиссия имеет значительные преимущества в сравнении с механической:

- обеспечивает широкий диапазон агротехнических скоростей агрегатов, повышая производительность путем оптимизации технологических и действительных скоростей;
- снижает расход топлива за счет обеспечения работы ДВС в экономичном режиме;
- снижает уровень вредных выбросов ДВС за счет работы в ограниченном частотном диапазоне с минимальным расходом топлива;
- уменьшение физических нагрузок оператора при управлении трактором;
- увеличивает ресурс двигателя и трансмиссии благодаря исключению передачи динамических нагрузок от ходовой системы на ДВС и неравномерности крутящего момента ДВС на узлы ходовой системы;
- позволяет отбирать всю мощность двигателя через электрическую ветвь на любых режимах и скоростях, что создает предпосылки к созданию и использованию навесных агрегатов и ВОМ с электроприводом;
- позволяет использовать трактор в качестве передвижной электростанции мощностью до 160 кВт в регионах с перебоями в электроснабжении;
- позволит в будущем устанавливать подобные трансмиссии на тракторах, работающих на топливных элементах, исключив двигатель внутреннего сгорания.

Это первый шаг к созданию электротрактора.

В следующем году планируется изготовить партию тракторов с электромеханической трансмиссией мощностью 300 л.с. для проведения масштабных испытаний в России. Три трактора отгружено в Китай под установку электромеханической трансмиссии мощностью 350 л.с производства компании CRRC, Китай.

Сегодня стало обычной практикой для сельхозпроизводителей использование технологий спутниковой навигации. Применение

навигационных систем на тракторах позволяет получить дополнительные функции по использованию трактора, что способствует повышению экономической составляющей хозяйства. На тракторы БЕЛАРУС по заказу возможна установка систем точного земледелия. На энергонасыщенных тракторах предпочтение отдается системе с гидравлическим управлением передними колесами, где можно добиться высокой точности движения. На тракторах менее 150 л.с. предпочтение за недорогой системой подруливания, которая устанавливается на рулевой колонке.

По желанию покупателя возможна установка системы удаленного автоматизированного мониторинга местоположения и контроля за эксплуатационными показателями тракторов с обеспечением возможности удаленной диагностики работы систем и контроля расхода топлива.

Что касается лесной тематики, то на Мозырском машиностроительном заводе организована сборка лесных машин – форвардера «БЕЛАРУС-SAMPO» МЛФ-46 и МЛФ-100 и харвестера «БЕЛАРУС-SAMPO» МЛХ-265, изготавливаемых из машинокомплектов фирмы SAMPO. Разработан, изготовлен и проходит испытания опытный образец полуприцепа лесовозного «БЕЛАРУС» ПЛ-10 грузоподъемностью 10 т с однобалочной рамой.

Для продолжения мощностной линейки тракторов, ведутся работы по созданию трактора БЕЛАРУС-5022 мощностью 500 л.с. При его разработке и изготовлении первых опытных образцов были применены узлы и детали импортного производства, но в связи с санкциями, приходится заново вести разработку и освоение ранее закупаемых узлов или искать производителей аналогичных узлов изготавливаемых в дружественных странах.

В рамках создания инновационной продукции, совместно с Национальной академией наук Беларуси, разработан экспериментальный образец автономного беспилотного трактора БЕЛАРУС-А3523i с электромеханической трансмиссией (рисунок 1). Проведены испытания при работе трактора с плугом, культиватором и косилкой. Управлять трактором уже научились, сейчас ведутся работы по насыщению трактора искусственным интеллектом.



Рисунок 1 – Автономный беспилотный трактор БЕЛАРУС-А3523i

Для ускорения процесса разработки, технологической проработки и изготовления, в 2021 г. на ОАО «МТЗ» начаты работы совместно с крупной российской группой IT-компаний «ЛАНИТ» по внедрению комплекса программных продуктов на базе программного обеспечения NX/Teamcenter фирмы Siemens. Суть проекта – цифровизация всего цикла – от проектирования до изготовления изделия на производстве.

Заключение. В 2020 г. ОАО «МТЗ» прошёл аккредитацию и получил статус научной организации. На базе ОАО «МТЗ», как научной организации, создана отраслевая лаборатория тракторостроения, которая объединила научно-технический центр, центр испытаний техники холдинга, исследовательские лаборатории завода, филиалы кафедр высших учебных заведений, действующих на заводе. В течение пяти ближайших лет в сотрудничестве с учеными на Минском тракторном заводе намечена реализация ряда масштабных перспективных проектов. В их числе – дальнейшая адаптация систем точного земледелия, удаленного мониторинга местоположения и контроля за эксплуатационными показателями техники, анализ схемотехнических решений, дальнейшее развитие конструкции беспилотного трактора и многое другое.

Список использованной литературы

1. Гедроить, Г.И. Развитие конструкции ходовых систем тракторов «БЕЛАРУС» мощностью 300...450 л.с. [Текст] / Г.И. Гедроить, Н.И. Зезетко, А.В. Медведь // Агропанорама. – 2017. – N 4. – С. 5–9. - Библиогр.: с. 9 (12 назв.).

2. ОАО «МТЗ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https:// belarus-tractor.com – Дата доступа: 10.10.2022.

УДК 631.171: [637.115:636.03+636.082]

МЕХАНИКО-ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДОЕНИЯ КОРОВ И УПРАВЛЕНИЯ СТАДОМ

В.О. Китиков[1], д-р техн. наук, профессор,
Д.А. Григорьев[2], канд. техн. наук, доцент,
В.С. Журко[3], старший преподаватель,
К.В. Король[3], соискатель

[1]ГНУ «Институт жилищно-коммунального хозяйства НАН Беларуси», г. Минск,
[2]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск,
[3]УО «Гродненский государственный аграрный университет», г. Гродно, Республика Беларусь.

Аннотация: Обосновано понятие и изложены общие принципы инжиниринга механико-информационной технологии доения коров и управления стадом как естественно сложившегося в ходе развития технического обеспечения молочно-товарной фермы объекта. Решаемые задачи направлены на повышение эффективности механико-информационного взаимодействия элементов триединой системы «человек-машина-животное».

Abstract: The concept and general principles of engineering the mechano-information technology of milking cows and herd management as a naturally formed in the course of development of technical support of dairy farms are substantiated. Problems to be solved are aimed at improving the efficiency of mechano-information interaction between the elements of the triune system «man-machine-animal».

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

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

Введение. Модернизация и техническое переоснащение рассматриваются как основной фактор развития молочного скотоводства Республики Беларусь. По программе реконструкции и модернизации построено и оснащено новым оборудованием более 3500 ферм, на которых содержится основное поголовье молочного скота. В результате около 70 % молока производится на молочно-

товарных фермах по современным технологиям. По данным министерства сельского хозяйства и продовольствия в период с 2013 по 2019 г. количество доильных установок и агрегатов сократилось с 13,3 до 10,8 тысяч штук, при одновременном сохранении поголовья коров на уровне 1450 тысяч голов [1]. Эффективное использование современного оборудования возможно только в условиях информационного единства технологических процессов в рамках взаимодействия элементов триединой системы «человек-машина-животное».

Основная часть. Доение коров на современной ферме выступает в качестве гравитационного центра всей технологии производства молока. Анализ генезиса развития информационно-технического обеспечения молочно-товарных ферм позволяет выделить ключевые направления формирования сложившихся подходов инжиниринга оборудования для доения коров и управления стадом:

- доильное оборудование оснащается системами автоматического управления, информационно и функционально связанными с другими элементами техничного обеспечения фермы;
- программный комплекс управления стадом, система идентификации и учета хозяйственно-биологических параметров коров интегрированы в доильную установку [2];
- организация поточно-цеховой системы, суточный и годовой трафик животных, другие ключевые процессы реализуются на основе организации технологии машинного доения коров [3].

В качестве одного из ключевых направлений развития рассматриваются используемые ведущими производителями доильного оборудования принципы цифровой алгоритмизации процесса с интерактивным взаимодействием, основанным на контроле состояния животного, параметров молокоотдачами и качества молока непосредственно в процессе доения [4].

Механико-информационная технология доения коров и управления стадом представляет собой технически и информационно единый, естественно сформированный в ходе эволюционного развития техники для оснащения доильного зала современных молочно-товарных ферм и комплексов объект. Единство механико-информационной технологии обеспечивается физической принадлежностью к выпускаемому доильному оборудованию систем идентификации, измерения хозяйственно-биологических парамет-

ров и мониторинга физиологического состояния коров [5]. При производстве оборудования для оснащения доильно-молочного блока такая интеграция является обязательным потребительским свойством и предполагается в базовой комплектации оборудования большинства производителей. При этом, ключевым преимуществом является логическая связь и единство всех элементов (см. рисунок 1).



Рисунок 1 – Построение механико-информационной технологии доения коров и управления стадом

Предлагаемый принцип обеспечивает последовательность и системность реализации задач по научному инжинирингу механико-информационной системы доения коров и управления стадом. Развитие исследуемой системы должно быть направлено на обес-

печение физиолого-этологической адаптивности оборудования и технологической адаптивности информационного обеспечения.

Заключение. Таким образом, развитие оборудования для молочно-товарных ферм и комплексов привело к созданию технологически единых механико-информационных систем доения коров и управления стадом, дальнейшее совершенствование которых должно быть направлено на повышение эффективности взаимодействия триединой системы «человек-машина-животное» путем физиолого-этологической адаптивности процессов и информационной адаптивности интенсивных технологий, основанных на принципах поточности и цикличности производства молока.

Список использованной литературы

1. Сельское хозяйство Р.Б. Статистический сборник / Национальный статистический комитет Р.Б. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/cd8/cd 8827937d14602dc05d3c32081c 0b47.pdf. – Дата доступа: 10.09.2022.

2. Журко, В.С. Сравнение систем учета хозяйственно-биологических параметров коров при определении половой охоты. / В. С. Журко, Д. А. Григорьев, К. В. Король // Сельское хозяйство - проблемы и перспективы: сборник научных трудов / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь; Учреждение образования "Гродненский государственный аграрный университет". – Гродно, 2022. –Т. 56: Зоотехния. – С. 54–64.

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

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

5. Комлач Д.И. Выявление половой охоты у коров средствами программно-аппаратного комплекса ИКФС «Майстар» / Д.И. Комлач, В.В. Азаренко, Д.А. Григориев, С.А. Гецман, Е.Л. Жилич, А.А. Кувшинов, Ю.Н. Рогальская, В.С. Журко // Механизация и электрификация сельского хозяйства: Межведомств. тематический сборник. – Минск: Беларуская навука, 2022. – С. 12–18.

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

УДК 631.362.3

К ВОПРОСУ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ РЕШЕТ

В.П. Чеботарев, д-р техн. наук, профессор,
В.Н. Еднач, канд. техн. наук, доцент,
Д.Н. Бондаренко, старший преподаватель,
А.А. Зенов, старший преподаватель, Д.А. Яновский, ассистент
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
cvp.shm@bsatu.by

Аннотация: В настоящее время в сельском хозяйстве одной из основных является проблема очистки зерна, убранного комбайнами.

Abstract: Currently, in agriculture, one of the main problems is the cleaning of grain harvested by combines.

Ключевые слова: зерно, решето, живое сечения, площадь.

Keywords: grain, sieve, living section, area.

Введение. На послеуборочную обработку и хранение зерна приходятся значительные затраты, связанные с его производством. Поступаемый с поля урожай должен подвергаться немедленной очистке, для выделения из вороха мелких семян сорных растений, легкой примеси в виде половы и мякины, а также разделения очищенного материала на различные фракции [1].

Основная часть. Одним из распространенных сепарирующих элементов для очистки зерна в семяочистительных машинах отечественного и зарубежного производства, являются пробивные плоские решета (рисунок 1). Из них наиболее распространенные полотна с прямоугольными и круглыми отверстиями, осуществляющими разделение семян по толщине и ширине. Основным показателем при изготовлении решет является шаг *t*.

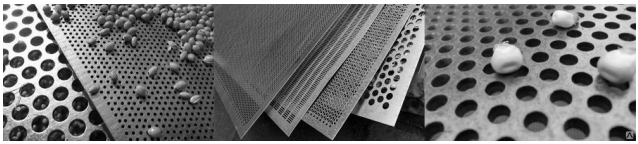


Рисунок 1 – Виды пробивных решет

Важным показателем любого решета является его живое сечение, под которым понимается отношение площади отверстий решета к общей его площади.

В настоящее время появились решета с шестигранными отверстиями (сито Фадеева), что по заявлению производителей увеличивает их удельную производительность [2]. Для проверки данного утверждения нами был проведен сравнительный анализ решет с круглыми и шестигранными отверстиями.

Среднее значение эффективности при исследовании штатных решет с круглыми отверстиями и сито Фадеева приведены в графике сравнения (рисунок 2). Из графика видно, что сито Фадеева обладают большими величинами удельной производительности, чем решета с круглыми отверстиями.

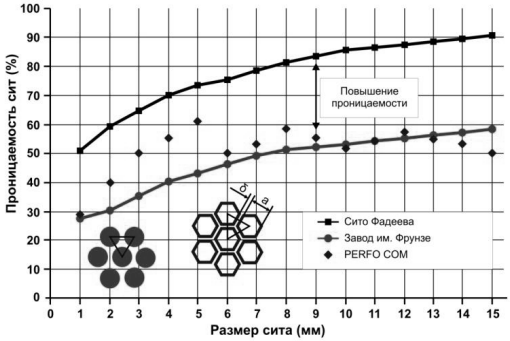


Рисунок 2 – График сравнение проницаемости сит

Таблица 1. Данные расчета пропускной способности решет

Показатели	Значения					
	a, мм	*t,* мм	$F_р$, мм^2	$f_я$, мм^2	$f_ж$, мм^2	в % ($f_ж$/ $F_р$)
Стандартное решето с круглыми отверстиями ГОСТ Р 58488-2019	ø 4	4,8	193766	12,566	116439,99	60,09
	ø 4	6	193766	12,566	75473,62	38,95
	ø 4	10,4	193766	12,566	25308,67	13,06
	ø 4	18	193766	12,566	8570,26	4,42
Сито Фадеева	шести-гранник 4	4,8	193766	12,00	111192,00	57,39
	шести-гранник 4	6	193766	12,00	72072,00	37,20

Примечание: a – размер ячейки, мм; t – шаг (расстояние между центрами ячеек), мм; (ГОСТ Р 58488-2019); $F_р$ – общая площадь решета, мм^2; $f_я$ – площадь одной ячейки, мм^2; $f_ж$ – площадь живого сечения, мм^2.

Однако в данном сравнении отверстия в решетах расположены с различным шагом *t*. Поэтому нами проведено теоретическое исследование решет, изготавливаемых согласно ГОСТ Р 58488-2019 РФ и сито Фадеева с одинаковым шагом *t* (таблица 1).

Размер решет при исследовании составил 697х278 мм.

Заключение. Сравнивания сито Фадеева и решета, производимые по ГОСТ Р 58488-2019 следует сделать вывод, что при равных условиях изготовления решета с круглым отверстиями ø 4 и *t*=4,8 мм и шестигранник со стороной 4 мм и *t*=4,8 мм (сито Фадеева), имеют пропускную способность 60,09 % и 57,39 % соответственно. Анализируя полученные данные можно сделать вывод, что при равном шаге *t* на живое сечение, а, следовательно, и на производительность, форма отверстий практически не влияет.

Список используемой литературы

1. Авдеев, А.В. Механизация послеуборочной обработки семян и увеличение производства зерна / А.В. Авдеев, Ю.А. Кремнев // Тракторы и с.-х. машины. – 2000. – №5. – С. 18–22.

2. Патент на полезную модель 201608753 UA МПК B07B 1/46. Сито Фадеева / Фадеев Л. В. (UA). – № 114008; Заяв.12.08.2016г; Опубл. 27.02.2017, Бюл. №4.

УДК 631.362

КОЛЕСО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА С ВНУТРЕННИМ ПОДРЕССОРИВАНИЕМ

Н.Н. Романюк[1], канд. техн. наук, доцент,
В.А. Эвиев[2], д-р техн. наук, профессор,
В.А. Агейчик[1], канд. техн. наук, доцент,
В.Н. Еднач[1], канд. техн. наук, доцент

[1]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь;
[2]Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова», г. Элиста, Российская Федерация

Аннотация: В статье предложена оригинальная конструкция колеса, способного улучшить плавность хода транспортных средств; уменьшить вибродинамические нагрузки на агрегаты трансмиссии и оказываемого давления на опорную поверхность; снизить уплотнение почвы при работе на машинно-тракторных агрегатах в полевых условиях.

Abstract: The article proposes an original wheel design that can improve the smooth running of vehicles; reduce the vibro-dynamic loads on the transmission units and the pressure exerted on the support surface; reduce soil compaction when working on machine-tractor units in the field.

Ключевые слова: колесо, подрессоривание, плавность хода, давление, опорная поверхность.
Keywords: wheel, springing, smooth running, pressure, bearing surface.

Введение. При выполнении различных сельскохозяйственных операций площадь, покрываемая колесами машинно-тракторных агрегатов (МТА), превышает площадь самого полях [1, 2]. С повышением удельной энергонасыщенности МТА, происходит усложнение машин и их функциональных возможностей, которое приводит к увеличению числа их узлов и массы, необходимой для развития требуемого тягового усилия. Повышение скорости движения, переезд тракторов поперек периодически повторяющихся борозд поля приводит к увеличению в 2–2,9 раза вертикальных вибродинамических нагрузок (по сравнению со статическими), которые передаются через движители на почву. При этом нагрузки возрастают с большими ускорениями, достигающими 0,1 – 0,4g [2, 3, 4]. Возросшие нагрузки приводят к дополнительному сдвигу, переупаковке частиц, разрушают структуру почвы, увеличивают ее плотность и количество пылевидных фракций.

Переуплотненные участки почвы создают повышенное сопротивление при последующих обработках, что ведет к увеличению расхода топлива и снижению производительности МТА. Разрушенная структура почвы не восстанавливается полностью, в результате чего интенсивно обрабатываемая почва с течением времени деградирует и, в конечном итоге, всё это ведёт к нарушению экологии агроландшафтов.

Целью исследований является разработка конструкции колеса, способного улучшить плавность хода транспортных средств; уменьшить вибродинамические нагрузки на агрегаты трансмиссии и оказываемого давления на опорную поверхность; снизить уплотнение почвы при работе на машинно-тракторных агрегатах в полевых условиях; повысить однородность упругих свойств по всему объему упругого колеса; обеспечить деформацию упругого колеса преимущественно в продольной плоскости колеса; уменьшить габаритные размеры; повысить поперечную жесткость колеса при боковом уводе, надежность, работоспособность транспортного средства и безопасность участников дорожного движения при различных параметрах дорожного полотна и для военных машин в условиях боевых действий, снизить эксплуатационные затраты на обслуживание транспортного средства.

Основная часть. На рисунке 1 представлена оригинальная конструкция колеса транспортного средства с внутренним подрессориванием (а) – поперечный разрез колеса; б) – общий вид сбоку колеса [5].

Колесо транспортного средства с внутренним подрессориванием состоит из раздельно выполненных диска колеса 1 и обода 2, соединенных между собой упругим элементом 3.

Упругий элемент 3 изготовлен из полимерного материала в виде замкнутого кольца с торцевой перфорацией, при этом поперечное сечение упругого элемента может отличаться от прямоугольного.

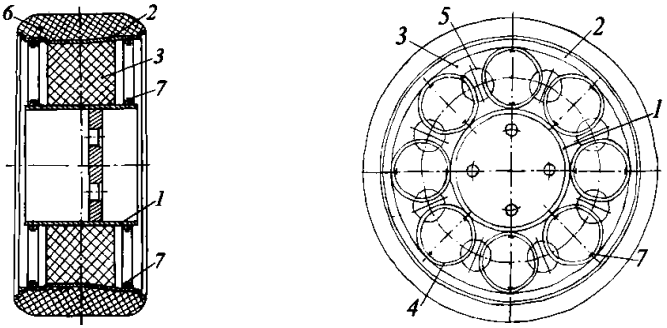


Рисунок 1 – Колесо транспортного средства с внутренним подрессориванием

С двух сторон колеса равномерно по расположенной на одинаковом расстоянии от диска 1 и обода 2 концентрической цилиндрической поверхности своими осями симметрии и вращения полых цилиндров установлены прямоугольного поперечного сечения изогнутые и соединенные в единое целое каждая в виде полого цилиндра по восемь плоских пружин 4 таким образом, что их оси симметрии и вращения полых цилиндров параллельны оси симметрии и вращения диска колеса 1. Внешняя цилиндрическая оболочка каждой изогнутой в виде полого цилиндра плоской пружины 4 касается внешней цилиндрической поверхности диска колеса 1 и внутренней цилиндрической поверхности обода 2 и закреплена на них с помощью винтов 7, при этом оси симметрии торцевых перфораций 5 упругого элемента 3 расположены равномерно по упомянутой концентрической цилиндрической поверхности между внешними цилиндрическими оболочками изогнутых в виде полого цилиндра соседних плоских пружин 4 и на одинаковом расстоянии между ними, а диаметр отверстия перфораций 5 в два раза меньше

внешнего диаметра изогнутой в виде полого цилиндра плоской пружины 4.

Крепление упругого элемента 3 к диску колеса 1 и ободу 2 колеса обеспечивается за счет адгезии материала упругого элемента 3 с материалами диска колеса 1 и обода 2 колеса, что предотвращает смещение упругого элемента 3 относительно диска 1 и обода 2. Для осуществления адгезии могут быть применены различные адгезивы, праймеры и т.п. На ободе 2 установлена шина 6, выполненная полностью из резины и кордового материала.

Колесо транспортного средства с внутренним подрессориванием работает следующим образом.

При деформации колеса под действием различных видов нагрузок, происходит деформация упругого элемента 3 и плоских пружин 4 колеса вплоть до соприкосновения внешними цилиндрическими поверхностями изогнутых в виде полого цилиндра соседних плоских пружин 4 друг с другом.

Практический интерес представляет применение колес с внутренним подрессориванием на транспортных средствах без подвески, что существенно упростит конструкцию ходовой части и уменьшит массу как неподрессоренных частей, так и всего транспортного средства в целом.

Также данные колесные движители могут применяться на транспортных средствах с установленной на них подвеской, что увеличит плавность хода такого транспортного средства, уменьшит вибродинамические нагрузки на агрегаты трансмиссии, уменьшит оказываемое давление на опорную поверхность, снизит уплотнение почвы при работе на машинно-тракторных агрегатах в полевых условиях. При качении колеса упругий элемент и амортизаторы гасят нагрузки, возникающие в продольной плоскости колеса, при этом осевые деформации упругого элемента предотвращаются изогнутыми в виде полого цилиндра плоскими пружинами 4.

Использование полимерного материала при изготовлении упругого элемента значительно увеличит срок службы шины 6, всего колеса в целом, а также элементов подвески транспортного средства.

Достигается уменьшение габаритных размеров, повышение поперечной жесткости колеса при боковом уводе, надежности, работоспособности транспортного средства и безопасности участников дорожного движения при различных параметрах дорожного полотна и

для военных машин в условиях боевых действий, снижение эксплуатационных затрат на обслуживание транспортного средства.

Так как оси симметрии торцевых перфораций 5 упругого элемента 3 расположены равномерно по концентрической цилиндрической поверхности между внешними цилиндрическими оболочками изогнутых в виде полого цилиндра соседних плоских пружин 4 и на одинаковом расстоянии между ними, а диаметр отверстия перфораций 5 в два раза меньше внешнего диаметра изогнутой в виде полого цилиндра плоской пружины 4, то это уменьшает вероятность трения частей деформированного упругого элемента 3 о торцы изогнутых плоских пружин 4.

Заключение. Представленная оригинальная конструкция колеса, которое способно улучшить плавность хода транспортных средств; уменьшить вибродинамические нагрузки на агрегаты трансмиссии и оказываемого давления на опорную поверхность; снизить уплотнение почвы при работе на машинно-тракторных агрегатах в полевых условиях; повысить однородность упругих свойств по всему объему упругого колеса; обеспечить деформацию упругого колеса преимущественно в продольной плоскости колеса; уменьшить габаритные размеры; повысить поперечную жесткость колеса при боковом уводе, надежность, работоспособность транспортного средства и безопасность участников дорожного движения при различных параметрах дорожного полотна и для военных машин в условиях боевых действий, снизить эксплуатационные затраты на обслуживание транспортного средства.

Список использованной литературы

1. Романюк, Н.Н. Повышение проходимости колесных тракторов совершенствованием конструкций движителей / Н.Н. Романюк [и др.] // Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. – Алматы. – 2019. – №1. – С. 264–270.

2. Романюк, Н.Н. Снижение уплотняющего воздействия на почву мобильных энергосредств : монография / Н.Н. Романюк // Минск : БГАТУ, 2020. – 200 с.

3. Бахтеев, Р. Х. Влияние колебаний колёсного трактора на величину давлений шины на почву : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Равиль Хамзинович Бахтеев. – М., 1985. – 167 с.

4. Романюк, Н.Н. Снижение уплотняющего воздействия на почву вертикальными вибродинамическими нагрузками пневмоколесных движителей : дис. … канд. техн. наук: 05.20.03, 05.20.01 / Н.Н. Романюк. – Минск: 2008. – 206 с.

5. Колесо транспортного средства с внутренним подрессориванием : патент 23686 С1 Респ. Беларусь, МПК B60B 9/00; B60B 9/08 / И.Н. Шило, Н.Н. Романюк, В.А. Агейчик, А.М. Хартанович; заявитель Белорус. Гос. аграр. Техн. ун-т. – № a20200265; заявл. 24.09.2020; опубл. 30.04.2022 // Афіцыйны бюл. / Нац. Цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2022. – № 2. – С. 42.

УДК 631.333

РАБОЧИЙ ОРГАН ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ УДОБРЕНИЙ

Н.Н. Романюк[1], канд. техн. наук, доцент,
В.А. Агейчик[1], канд. техн. наук, доцент,
С.О. Нукешев[2], д-р техн. наук, профессор, член-корреспондент НАН РК,
В.Н. Еднач[1], канд. техн. наук, доцент, К.В. Гильдюк[1], студентка
[1] УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь,
[2]Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, г. Нур-Султан, Республика Казахстан

Аннотация: В статье предложена оригинальная конструкция устройства для внесения жидких удобрений, способного обеспечить снижение тягового сопротивления рабочих органов при внесении жидких удобрений в почву, а также повысить равномерность их распределения по поверхности поля.

Abstract: The article proposes an original design of a device for applying liquid fertilizers, capable of reducing the traction resistance of working bodies when applying liquid fertilizers to the soil, as well as increasing the uniformity of their distribution over the surface of the field.

Ключевые слова: жидкие удобрение, внесение, машина, рабочие органы, равномерность распределения, оригинальная конструкция.

Keywords: liquid fertilizer, application, machine, working bodies, uniformity of distribution, original design.

Введение. Получение высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур невозможно без использования удобрений и агрохимикатов. Значительный эффект даёт использование жидких комплексных удобрений (ЖКУ) даже по сравнению с гранулированными.

Анализ отечественного и зарубежного опыта показывает, что наиболее рациональным способом использования жидкого навоза в качестве органического удобрения, является непосредственное внесение его на поля в переработанном виде, методом подпочвенного внесения [1].

Целью исследований является разработка конструкции устройства для внесения жидких удобрений, способного обеспечить снижение тягового сопротивления рабочих органов при внесении жидких удобрений в почву, а также повысить равномерность их распределения по поверхности поля.

Основная часть. Для решения поставленной цели нами поставлены следующие задачи исследований:

1. Провести патентные исследования и проанализировать технические средства для внесения жидких удобрений.

2. Разработать конструкцию устройства для внесения жидких удобрений, способного обеспечить снижение тягового сопротивления рабочих органов при внесении жидких удобрений в почву, а также повысить равномерность их распределения по поверхности поля.

Проведенный патентный поиск показывает, что известен рабочий орган агрегата для внутрипочвенного внесения жидких органических удобрений (ЖОУ), содержащий стрельчатую лапу, стойку, питательную трубку, установленную вдоль задней кромки стойки лапы, и отдельный дисковый нож, смонтированный на раме перед стойкой со стрельчатой лапой [2].

Недостатком известного и других подобных почвообрабатывающих рабочих органов является повышенное тяговое сопротивление.

Известно устройство для внесения жидких удобрений в почву, содержащее плоскорежущую стрельчатую лапу, стойку и трубу-питатель для подвода жидкости, установленную вдоль передней грани стойки, с окнами у основания. Перед стойкой установлен подводящий трубопровод с двумя боковыми окнами у основания, спереди и сверху, на которые установлены почвообтекатели [3].

Недостатком известного устройства является то, что устройство не может обеспечить жидкостную смазку всей поверхности лапы, и, соответственно, снижение тягового сопротивления в полной мере.

Известен рабочий орган для внесения жидких удобрений [4], содержащий плоскорежущую стрельчатую лапу, стойку и трубу-питатель для подвода жидкости, установленную вдоль передней грани стойки, с окнами у основания, причем труба-питатель в нижней части на стыке с поверхностью лапы имеет сплошное окно с выходом вперед, налево и направо с прикрепленными к верхней его кромке козырьками с углом раскрытия обеих боковин переднего козырька и задних боковин левого и правого козырьков относительно стенок трубы-питателя не более 30° и сплошной щелью между основанием козырьков и поверхностью лапы, а задняя стенка трубы-питателя в нижней ее части выполнена с наклоном вперед с упором о поверхность лапы перед окном, между носком лапы и трубой-питателем установлены под углом: раскосина цилиндрической формы и сменный нож, с креплением последнего сверху вдоль ее оси симметрии, при этом верхний конец раскосины выполнен раздвоенным, с креплением нижней ветви к трубе-питателю над кромкой окна, а верхняя ветвь со свободным пружинно-гибким

концом протянута по кривой вверх над уровнем кромки окна в одной продольно-вертикальной плоскости с трубой-питателем без касания с ней и выведена в сторону от нее по дуге окружности.

Недостатком известного устройства является то, что оно не может обеспечить жидкостную смазку всей поверхности лапы, т. к. удобрения в весьма незначительной степени поступают на её поверхность, а выступающие детали с выходом вперед, налево и направо с прикрепленными к верхней кромке окна козырьками с углом раскрытия обеих боковин переднего козырька и задних боковин левого и правого козырьков относительно стенок трубы-питателя создают существенное дополнительное тяговое сопротивление движению лапы в почве, при этом удобрения распределяются по обработанной лапой поверхности неравномерно, например, за стойкой их нет совсем.

На рисунке 1 представлена оригинальная конструкция рабочего органа для внесения жидких удобрений [5].

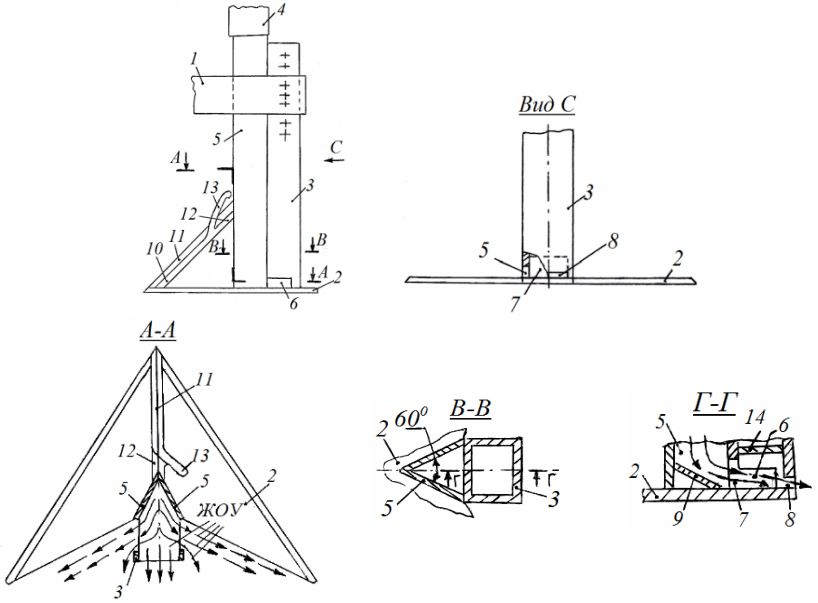


Рисунок 1 – Рабочий орган для внесения жидких удобрений

Рабочий орган для внесения жидких удобрений смонтирован на раме 1, которая с помощью гидронавески навешена к заднему

днищу цистерны. Рабочий орган содержит плоскорежущую стрельчатую лапу 2, к верхней поверхности которой присоединены при помощи сварки вертикальная стойка 3 в виде трубы профильной стальной, к перпендикулярной направлению движения агрегата наружной грани к ребрам передней стенки которой и к верхней поверхности стрельчатой лапы 2 крепятся с помощью сварки под углом 30° симметрично продольной вертикальной плоскости симметрии вертикальной стойки 3 и стрельчатой лапы 2 две вертикальные планки 5 толщиной 2-3 мм, которые поверхностями своих задних плоскостей вместе с наружной гранью передней стенки стойки 3 образуют емкость с внутренним сечением в виде равностороннего треугольника с обращенной вперед вершиной с углом 60° для подвода жидкости непосредственно к поверхности лапы 2 с помощью гибкой трубы-питателя 4.

Передняя стенка стойки 3 в своей нижней и центральной части не доходит до поверхности лапы 2 на 12-14 мм, образуя окно 7 длиной 34 мм для поступления с помощью внутренней пластинки 9 жидкости вовнутрь стойки 3 из образованной её передней гранью и внутренними поверхностями двух планок 5 емкости. Боковые стенки стойки 3 имеют окна 6 высотой 7-8 мм и длиной 30 мм, а задняя стенка имеет окно-щель 8 высотой 3-4 мм и длиной 34 мм, причем окна 6, 7 и 8 расположены симметрично продольной вертикальной плоскости симметрии стойки 3, лапы 2 и планок 5.

Между носком лапы 2 и ребром установлены под углом обеспечения скольжения корней и стеблей растений раскосина 10 цилиндрической формы и сменный нож 11 с креплением сверху вдоль оси симметрии раскосины 10, причем ее верхний конец имеет раздвоение с креплением нижней ветви 12 к ребру, образованному пересечением наружных плоскостей граней планок 5, а вторая ветвь 13 со свободным пружинно-гибким концом протянута по плавной кривой вверх до 100 мм над уровнем верхней лапы 2 без касания с планками 5 и выведена в сторону от них по дуге окружности с сектором до 2π (180°). В своей нижней части стойка 3 содержит внутреннюю перегородку 14, препятствующую поступлению жидких удобрений во внутреннюю полость стойки 3 снизу.

После перевода рамы 1 с рабочим органом с помощью гидросистемы в рабочее положение и заглубления последнего в почву в трубу-питатель 4 по гибкому шлангу из цистерны под напором по-

даются жидкие удобрения, которые поступают вовнутрь полой стойки 3, откуда через боковые окна 6 и заднее окно-щель 8 выбрасываются наружу на поверхность лапы 2 и обработанного ею поля. При этом передние наружные поверхности планок 5 отбрасывают за счет своего угла установки частицы почвы в сторону, в результате чего жидкие удобрения успевают оросить поверхность поля не только за вертикальной стойкой 3 через окно-щель 8, но и по сторонам вертикальной стойки 3.

Одновременно раскосина 10 делит центральную часть почвенного пласта, двигающегося от носка лапы 2 к планкам 5 на две половины, направляя основную массу по левую и правую стороны, сменный нож 11 обеспечивает разрезание растительных остатков, особенно, при работе на почвах с травяным покровом, обеспечивая минимальное повреждение дернины и предотвращая забивание рабочего органа. Вторая ветвь 13 раскосины 10 обеспечивает очистку рабочего органа от неразрезанных ножом 11 растительных остатков за счет сброса их в стороне от трубы-питателя 4 и стойки 3.

Заключение. На основании проведенных патентных исследований предложена оригинальная конструкция устройства для внесения жидких удобрений, способного обеспечить снижение тягового сопротивления рабочих органов при внесении жидких удобрений в почву, а также повысить равномерность их распределения по поверхности поля.

Список использованной литературы

1. Совершенствование устройства для внесения в почву жидких удобрений / Н.Н. Романюк [и др.] // Материалы 2 Междунар. науч.-практич. конф. «Актуальные проблемы и перспективы развития сельских территорий и кадрового обеспечения АПК», 9–10 июня 2022 г. / редкол. : А.В. Миранович [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2022. – С.155–159.

2. Агрегат для внутрипочвенного внесения жидких органических удобрений АВВ-Ф-2,8: Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – Минск, 1986.

3. А.с. СССР 1360620, МПК А01С 23/02, 1985.

4. Патент на изобретение РФ №2 365 084; МПК А01С 23/02, 2008.

5. Рабочий орган для внесения жидких удобрений : патент на изобретение 35697 В Респ. Казахстан, МПК А01С 23/02 / С.О. Нукешев (KZ); Н.Н. Романюк (BY); В.А. Агейчик (BY); Е.С. Ахметов (KZ); К.В. Гильдюк (BY); Х.К. Танбаев (KZ); заявитель Нукешев С.О. – № 2021/0190.1; заявл. 25.03.2021; зарегистрир. 03.06.2022 // Государственный реестр изобретений Респ. Казахстан. – 2022. – Бюл. №22.

УДК 631.51.013

ВЛИЯНИЕ УГЛА УСТАНОВКИ ДОЛОТА И ГЛУБИНЫ РЫХЛЕНИЯ НА ТЯГОВОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЯ

В.П. Чеботарев[1], д-р техн. наук, профессор,
Д.А. Яновский[1], ассистент, Д.Г. Зубович[1], старший преподаватель,
А.Н. Новик[2], преподаватель

[1]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
[2]УО «Барановичский государственный университет», г. Минск, Республика Беларусь
jda.shm@bsatu.by

Аннотация: в статье рассматривается влияние угла установки долота относительно дна борозды и глубины обработки на тяговое сопротивление глубокорыхлителя.

Abstract: the article discusses the influence of the angle of installation of the bit relative to the bottom of the furrow and the depth of processing on the traction resistance of the subsoiler.

Ключевые слова: глубокое рыхление, тяговое сопротивление.

Keywords: deep loosening, traction resistance.

Введение. Одним из факторов, сдерживающих рост урожайности с/х культур, является избыточное уплотнение почвы. Негативное следствие этого процесса – увеличение водной и механической эрозии почвы, дефляция. Применяемые в настоящее время орудия, направленные на устранение избыточного уплотнения почвы, характеризуются большим тяговым сопротивлением и соответственно высоким расходом топлива. В этой связи особую актуальность приобретает вопрос создания и внедрения новых рабочих органов, обеспечивающих снижение тягового сопротивления при глубоком безотвальном рыхлении.

Основная часть. На базе кафедры сельскохозяйственных машин была разработана конструкция рабочего органа для глубокого рыхления с возможностью изменения угла установки долота относительно дня борозды (рисунок 1). С целью определения оптимальных углов установки долото для достижения наибольшего эффекта в снижении тягового сопротивления был произведен теоретический анализ с составлением ортогонального плана и матрицы планирования.

Согласно [1] тяговое сопротивление долота глубокорыхлителя равно:

$$P_д = kb_д h,$$

где k – удельное сопротивление почвы резанию, кН; $b_д$ – ширина долота, м; h – глубина рыхления, м.



а) вид сбоку; б) вид сзади; 1 – стойка; 2 – долото; 3 – винтовой механизм для изменения угла установки долота относительно дна борозды

Рисунок 1 – Конструкция рабочего органа

При деформации почвы сдвигом удельное сопротивление почвы резанию равно:

$$k = \frac{\tau \cos\varphi_1 \sin(\alpha + \varphi)}{\cos^2(\alpha + \varphi + \varphi_1 / 2)},$$

где τ – напряжение чистого сдвига, Па; φ, φ_1 – угол внешнего и внутреннего трения, град; α – угол установки долота к дну борозды, град.

Для сокращения количества расчетов применялся ортогональный центральный композиционный план для двух факторов (таблица 1).

Таблица 1 – Факторы и уровни варьирования

Контролируемые переменные (факторы)	***α*** (угол установки долота)	***h*** (глубина рыхления)
Единица измерения	градусы	м
Верхний уровень (1)	35	0,3
Основной уровень (0)	30	0,35
Нижний уровень (-1)	25	0,4
Интервал варьирования	5	0,05

Матрица ортогонального центрального композиционного плана для двух факторов, влияющих на тяговое сопротивление долота глубокорыхлителя, приведена в таблице 2.

На основании полученных данных была построена поверхность отклика (рисунок 2)

Полученная поверхность отклика и двухфакторное уравнение позволяют сделать следующие выводы: увеличение угла установки

долота относительно дна борозды на 5° ведет к увеличению тягового сопротивления долота на 2 кН; увеличение глубины рыхления почвы долотом на 0,05 м ведет к увеличению тягового сопротивления долота на 0,3 кН.

Таблица 2 – Матрица планирования и результаты расчетов

№	x_0	$x_1(\alpha)$	$x_2(h)$	$y(P_\partial)$
1	1	-1	-1	0,35
2	1	-1	0	0,41
3	1	-1	1	0,47
4	1	0	-1	0,88
5	1	0	0	1,02
6	1	0	1	1,17
7	1	1	-1	3,88
8	1	1	0	4,52
9	1	1	1	5,17
$y = 1{,}0211+2{,}0567x_1+0{,}2833x_2+1{,}4433x_1^2+0{,}2925x_1y_2$				

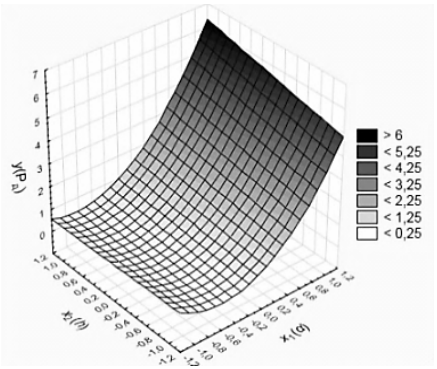


Рисунок 2 – Поверхность отклика по результатам расчетов

Заключение. Именно угол установки долота относительно дна борозды оказывает наибольшее влияние на его тяговое сопротивление, нежели глубина обработки, поэтому при проектировании орудий для глубокого рыхления с целью снижения их энергоемкости следует оперировать именно этим параметром.

Список использованной литературы

1. Маматов, Ф. М. Тяговое сопротивление глубокорыхлителя с тукопроводом-распределителем для трехслойного внесения удобрений / Ф. М. Маматов, З. Л. Батиров, Б. С. Мирзаев, М. С. Халилов. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2013. – № 11 (58). – С. 252–255.

УДК 631.333/82

ВОЗМОЖНОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОДГОТОВКИ ПОЧВЫ ПОД ПОСАДКУ КАРТОФЕЛЯ

В.П. Чеботарев, д-р техн. наук, профессор,
Д.Г. Зубович, старший преподаватель
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Введение. Одной из наиболее важных задач правильной подготовки почвы под посадку картофеля является создание рыхлого, мелкокомковатого пахотного слоя. Кроме этого ставится задача правильного внесения минеральных удобрений.

Основная часть. Уровень рентабельности производства картофеля зависит от способов и доз внесения минеральных удобрений. Удобрения играют важную роль в формировании высоких урожаев и хорошего качества клубней в конкретных почвенно-климатических условиях. Для этого требуется соблюдение оптимальных норм, сроков и способов внесения, использования наиболее пригодных видов и форм удобрений, которые определяются для каждого хозяйства в зависимости от гранулометрического состава и плодородия почв, планируемой урожайности и особенностей вносимых удобрений.

В Республике Беларусь применяются различные способы посадки картофеля, но наиболее широко – посадка в гребни. С тем, чтобы начать посадку в установленные агротехнические сроки, нарезаются гребни, в результате чего раньше появляются всходы, не требуется оснащение картофелепосадочных машин маркёрами.

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, так как усвояемость на таких почвах различная. Высота гребней H также зависит от почвенно-климатических условий (рис.1). 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.

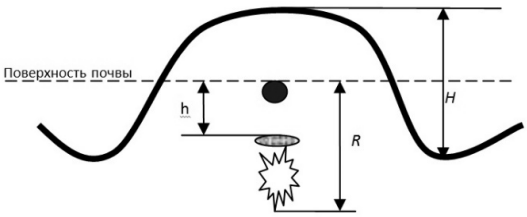


Рисунок 1 – Распределение минеральных удобрений в гребне

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. В результате этого оптимальные дозы удобрений при локальном способе внесения можно существенно снизить в сравнении с разбросным.

В нашей стране комбинированных машин для локального внесения минеральных удобрений с одновременной нарезкой гребней недостаточно, по этой причине республика недополучает урожая картофеля.

Допосевное локальное внесение удобрений с нарезкой гребней в республике можно проводить широко известными культаваторами-растениепитателями, такими как КОР-4, КОН-2,8, Farmet Fertis 4,5, STG 9-400, Amazone TL и др. В конструкции этих культиваторов не предусмотрено изменение глубины внесения удобрений.



Рисунок 2 – Культиватор-окучник растениепитатель КОР-4

Нами предлагается в технологии возделывания картофеля использовать культаватор-окучник растениепитатель КОР-4 (рис. 2), дооснастив его чизельными стойками с туковысевающим устройством. В результате этого культиватор сможет выполнять за один проход по полю глубокое рыхление зоны развития корневой систе-

мы картофеля *R* (рис.1), внесение полоски минеральных удобрений заданной ширины на требуемую глубину заделывания *h* локальным способом и нарезку гребней высотой *H*.

В зависимости от требуемой технологической операции при возделывании картофеля, машина может быть переоборудована и эксплуатироваться с ранней весны до поздней осени, начиная предпосевной обработкой почвы, нарезки гребней или формирования гряд с глубоким рыхлением корнеобитаемого слоя почвы с одновременным внесением минеральных удобрений локальным способом, заканчивая уходом за посадками.

Заключение. Совмещение технологических операций при возделывании картофеля и применение комбинированных универсальных сельскохозяйственных машин экономически целесообразно и выгодно. Во-первых, это позволяет сократить число проходов агрегата по полю, что снизит расход топлива и уменьшит уплотнение почвы колесами трактора. Во-вторых, – сократить время на обработку почвы, а значит, снизить затраты труда. В-третьих, – снизить металлоемкость и капиталоемкость. В-четвёртых, – уменьшить опасность отрицательного влияния удобрений на окружающую среду за счёт уменьшения дозы при локальном внесении.

Список использованной литературы

1. Зубович, Д.Г. и др. Энергосбережение при посадке картофеля// Изобретатель: Научно-технический журнал. – 2014. – №3. – С. 6–11.

2. Зубович, Д. Г. Снижение себестоимости производства картофеля / Д. Г. Зубович, В. Я. Тимошенко // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник науч. статей Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 8-9 июня 2016 г. – Минск: БГАТУ, 2016. – С. 333–335.

УДК 631.356.46

ВАРИАНТ МОДЕРНИЗАЦИИ ВЫСАЖИВАЮЩИХ АППАРАТОВ КАРТОФЕЛЕСАЖАЛКИ Л-202

Г.Н. Портянко, канд. техн. наук, доцент,
Н.П. Гурнович, канд. техн. наук, доцент,
Г.А. Радишевский, канд. техн. наук, доцент,
Е.Г. Гронская, ассистент, М.Н. Гурнович, старший преподаватель
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
Portyanko @ bsatu.by

Аннотация: в статье предложен вариант модернизации высаживающих аппаратов картофелесажалки Л-202 который позволит увеличить долговечность работы вычерпывающих ложечек и исключить посадку нескольких клубней в одно гнездо.

Abstract: the article proposes a variant of modernization of the planting machines of the potato planter L-202, which will increase the durability of the scooping spoons and eliminate the planting of several tubers in one nest.

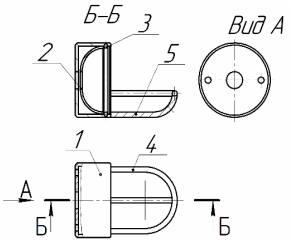
Ключевые слова: картофелесажалка, высаживающий аппарат, параметры настройки.
Keywords: potato planter, planting machine, setting parameters.

Введение. Основными недостатками этих аппаратов являются низкая надежность конструкции вычерпывающих ложечек, высокая материалоемкость, пропуски при посадке и высадка нескольких клубней в одно гнездо. Пропуски при посадке крупных и средних клубней не должны превышать 3...8 %, число двоек до 8 % [1].

Основная часть. Поставленная цель достигается путем установки одной тяговой цепи с шагом расположения пластин для крепления тридцати ложечек равным 76,2 мм вместо двух цепей с шагом расположения ложечек 152,4 мм, изменения конструкции ведущего и ведомого валов тяговой цепи и ложечек, установленных на ней с обеих сторон, а также изменения траектории их движения.

Ложечка модернизированного высаживающего аппарата (рисунок 1) состоит из корпуса *1*, сменного вкладыша *2*, стопорного кольца *3*, скобы *4* и поддерживающего прутка *5*.

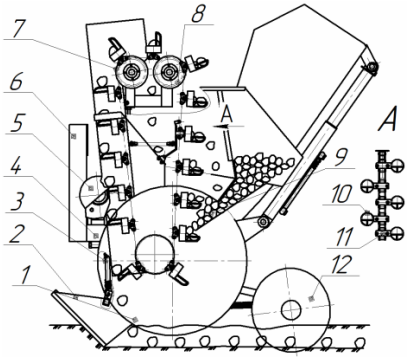
Сменный вкладыш *2* модернизированной ложечки имеет 3…4 типоразмера внутренней сферы R = 20…30 мм и выбирается он в зависимости от размеров высаживаемых клубней. Траектория движения ложечек модернизированного высаживающего аппарата изменена путём установки дополнительного блока ведомой звёздочки, так чтобы в верхней части аппарата получился горизонтальный участок движения тяговой цепи.



1 – стаканчик; 2 – вкладыш;
3 – кольцо стопорное; 4 – скоба;
5 – пруток
Рисунок 1 – Ложечка модернизированного высаживающего аппарата картофелесажалки Л-202

В процессе работы ложечки *10*, прикреплённые к тяговой цепи с обеих сторон, при помощи пластин *11*, заходят в питающий ковш *9* и заполняются клубнями (рисунок 2). При этом в каждую ложечку может попасть один или несколько клубней.

При подъёме ложечек и обкатывании цепи по горизонтальному контуру между дополнительной *8* и основной *7* ведомых звёздочек ложечки принимают вертикальное положение и клубни, оставшиеся в ложечке, перекатываются во вкладыш стаканчика. Внутренний объём вкладыша стаканчика рассчитан на приём только одного клубня. Он заполняется, а все остальные клубни, находящиеся в ложечке, выпадают из неё и попадают обратно в питающий ковш бункера *9* за счёт вибрации машины и вибропобудителя, установленного под рабочей ветвью тяговой цепи. После прохода основной ведомой звёздочки тяговая цепь заходит в клубнепровод и ложечки занимают перевёрнутое положение. Клубни, находящийся во вкладышах стаканчиков, выпадают из них и падают на предыдущие ложечки, движутся вместе с ними в зону сошника *2* и падают в подготовленное ложе. Закрывающие диски *12* образуют гребень.



1 – колесо ходовое; 2 - сошник; 3 – регулятор глубины; 4 – рама;
5 – муфта предохранительная; 6 – автосцепка; 7 – звездочка основная ведомая;
8 – звездочка дополнительная ведомая; 9 – ковш питающий бункера; 10 – ложечка;
11 – пластина; ложечки; 12 – диски закрывающие
Рисунок 2 – Схема технологическая
модернизированного высаживающего аппарата картофелесажалки Л-202

Линейную скорость движения цепи $V_л$ определяют по формуле

$$V_л = z \cdot n \cdot t / 60,$$

где z – число зубьев ведущей звездочки привода цепи; n – частота вращения ведущей звездочки, мин$^{-1}$; t – шаг цепи, мм.

Качество посадки следует проверять не менее 2…3 раз в смену. Густоту и глубину посадки проверяют также при загрузке другой

фракции клубней и переезде на другое поле, отличающееся по типу и влажности почвы. Одновременно производится контроль глубины хода сошников и глубины посадки картофеля.

Заключение. Предлагаемая модернизация высаживающих аппаратов сажалки, позволит стабилизировать технологический процесс посадки клубней, снизить материалоемкость машины и затрат посадочного материала.

Список использованной литературы

1. Клёнин, Н.И. Сельскохозяйственные машины / Н.И. Клёнин, С.Н. Киселев, А.Г. Левшин. – М.: Колос, 2008. – 816 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).

УДК 631. 312.021

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ГЛУБОКОЙ ПОСЛОЙНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Н.П. Гурнович, канд. техн. наук, доцент,
Г.Н. Портянко, канд. техн. наук, доцент,
Г.А. Радишевский, канд. техн. наук, доцент
Д.Ю. Филинский, магистрант

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

Аннотация: в статье приведены результаты исследования процесса разрыхления пластов почвы при изменении глубины обработки, при которой его полосы смыкаются на поверхности поля.

Abstract: the article presents the results of a study of the process of loosening soil layers with a change in the depth of processing, at which its strips close on the surface of the field.

Ключевые слова: почва, глубокое рыхление, энергозатраты, коэффициент полноты рыхления.

Key words: soil, deep loosening, energy consumption, coefficient of completeness of loosening.

Введение. Глубокое разуплотнение почвы в раз три-пять лет требуется для улучшения ее водно-воздушного режима и увеличения мощности корнеобитаемого слоя, разрушения плужной подошвы, а также при вовлечении залежи в хозяйственный оборот [1, 2].

Основная часть. Для выполнения требований технологии возделывания культуры, обеспечения устойчивости выполнения технологического процесса, снижения тягового сопротивления глубокорыхлителей перед глубоким рыхлением рыхлят верхний слой почвы [3, 4]. При глубоком полосном рыхлении почвы сечение

разрыхленной полосы расширяется к верху за счет бокового сдвига пласта под углом (ψ=40...60°). Угол ψ и критическая глубина зависят от механического состава и влажности почвы, ширины захвата и угла установки клина (лапы, долота) к дну борозды и других факторов. Качественная глубина обработки возрастает с увеличением угла крошения и ширины долота. Боковой сдвиг почвы отмечается лишь в слое, не превышающем глубину обработки h = 32...36 см, а при большей глубине рыхления нижняя часть разрыхленной полосы имеет вид щели с вертикальными стенками. При рыхлении почвы на глубину $h < h_k$ (рис. 1, а) площадь ее сечения

$$S_p=h(b+hctg\psi), \qquad (1)$$

где ψ – угол между горизонтальной плоскостью и поверхностью бокового сдвига почвы; b – ширина захвата рыхлящего рабочего органа.

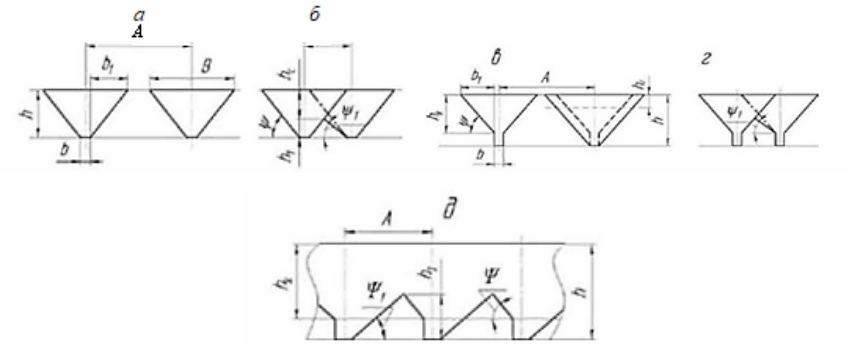


Рисунок 1 – Сечение полос почвы, разрыхленных на глубину меньшую (а, б) и превышающую критическую (в, г, д)

При глубине, превышающей критическую, площадь сечения

$$S_p=h_к(b+h_kctg\psi) +b(h-h_k). \qquad (2)$$

При непересечении поверхностей бокового сдвига (блокированное резание, рис. 1, а) и $h < h_k$ коэффициент полноты рыхления $k_p=S_p/A_h$ или:

$$k_p= (b+h\ ctg\ \psi)/A_h, \qquad (3)$$

а при $h<h_k$ (рис. 1, в)

$$k_p= [h_k(b+h_kctg\psi)+b(h-h_k)]/A_h, \qquad (4)$$

где A – интервал между осями смежных разрыхленных полос.

С увеличением глубины $h>h_k$ энергозатраты возрастают а коэффициент рыхления k_p при этом уменьшается.

При глубине рыхления $h<h_k$ междуследие $A=b+2hctg\psi$ поверхности бокового сдвига сходятся на поверхности почвы, а при меньшем A пересекаются в почвенном слое (рис. 1, б). При глубине рыхления равной глубине пахоты высота гребня:

$$h_1=0,5(A-b)/tg\psi_1. \quad (5)$$

При деблокировании разрыхляемой полосы критическая глубина h_k увеличивается, а поверхности бокового сдвига или, по крайней мере, большая (верхняя) часть одной из них, пересекающая ранее разрыхленную полосу, расположена под углом $\psi_1 < \psi$ на 8...15°, что ведет к увеличению зоны рыхления и уменьшению высоты $h_2=h_1+(h-h_k)$ неразрыхленных гребней, расположенных в слое от дна борозды до пересечения поверхностей сдвига

$$S_p=Ah-0,25(A-b)^2tgy\psi, \quad (6)$$

а коэффициент полноты рыхления

$$k_P=l-0,25(A-b)^2tg\ \psi/Ah. \quad (7)$$

При $h > h_k$, и пересечении поверхностей сдвига в почвенном слое (рис. 1, г) гребень неразрыхленной почвы в междуследиях рыхлителей, имеет высоту $h_2=h_1+(h-h_k)$. Площадь S_p сечения полосы, разрыхленной одним рабочим органом, с учетом этого гребня:

$$S_p=Ah_k+ b(h -h_k) -0,25(A-b)^2tg\ \psi_1, \quad (8)$$

а коэффициент полноты рыхления

$$k_p =[Ah_k+b(h-h_k)-0,25(A-b)^2tg\ \psi_1/Ah. \quad (9)$$

Заключение. Приведенный анализ результатов исследования процесса разрыхления пластов почвы при изменении глубины обработки, при которой его полосы смыкаются на поверхности поля показал, что при заданных Aи b и $h<h_k$ глубина h рыхления, при которой его полосы смыкаются на поверхности поля: $h=0,5(A-b)tg\psi$, а при большем h поверхности сдвига пересекаются в почвенном слое на глубине h_c.

Список использованной литературы

1. Адамчук, В.В. Пріоритетні напрямки агроінженерних досліджень / В.В. Адамчук, М.Л. Грицишин. – 2013. – С. 14–24.

2. Адамчук, В.В. Система техіїіко-технологічного забезпечення виробництва продукції рослинництва / В.В. Адамчук, МЛ. Грицишин. – Київ. Аграрна наука. 2012 – С. 162–164.

3. Ветохін, В. Стосовно механізму виникнення саморегулювання системи «джерело енергії-розпушувач-грунт» / В. Ветохін, Н. Білицька, О. Гетьман // Збірн. наук, праць, вин. 16(30), Кн. 1. Дослідницьке. – Укр НДІПВТ.2012. – С. 230-238.

4. Жук, А.Ф. Изыскание типов рабочих органов роторного плуга / А.Ф. Жук. – М.: НТБ ВИМ, 1991. – Вып. 79. – С. 3–6.

УДК 631.312

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПОЧВЕ ЗА СЧЕТ РАЦИОНАЛЬНОЙ РАССТАНОВКИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ В ПРОПАШНОМ КУЛЬТИВАТОРЕ-ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЕ ПРИ ОБРАБОТКЕ ГРЕБНЕВЫХ ПОСАДОК КАРТОФЕЛЯ

В.А. Ружьев[1], канд. техн. наук, доцент,
В.Е. Герасимова[1], соискатель,
В.П. Чеботарев[2], д-р техн. наук, профессор,
В.Б. Ловкис[2], канд. техн. наук, доцент

[1]ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
[2]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь
ruzhev_va@yandex.ru; dekanat_amf@bsatu.by

Аннотация: В условиях возрастающей интенсификации производства картофеля усугубляются проблема, связанная с переуплотнением почвы, вызванным многочисленными проходами сельскохозяйственных агрегатов по полю. Это препятствует свободному распространению корневой системы растений и нарушает нормальный режим влагообеспечения, при котором почвенная влага беспрепятственно перемещается в корнеобитаемом слое. Существенно снизить эти отрицательные явления можно за счет применения пропашных культиваторов-глубокорыхлителей. В данной работе приводится обоснование рационального размещения рабочих органов культиватора с учетом изменения реологических свойств в почвенных горизонтах.

Abstract. Under the conditions of increasing intensification of potato production, the problem associated with soil compaction caused by numerous passes of agricultural units across the field is exacerbated. This prevents the free spread of the root system of plants and disrupts the normal regime of moisture supply, in which soil moisture moves freely in the root spreading zone. It is possible to significantly reduce these negative phenomena through the use of inter-row cultivators-subsoilers. This paper provides a rationale for the rational placement of the working bodies of the cultivator, taking into account changes in rheological properties in soil horizons.

Ключевые слова: междурядная обработка, культиватор-глубокорыхлитель, реологические процессы в почве, расстановка рабочих органов.

Key words: inter-row cultivation, cultivator-subsoiler, rheological processes in the soil, arrangement of tillage tines.

Введение. Интенсивные технологии возделывания картофеля предусматривают минимизацию механического воздействия на почву. Из этого следует, что пропашной культиватор-глубокорыхлитель предполагается использовать для однократной обработки посадок картофеля с одновременным формированием полнообъемных гребней. Поэтому после прохода такого культиватора необходимо обеспечить создание рыхлой структуры почвы в пределах клубнеобитаемого слоя с целью хорошей сепарации картофельного вороха на рабочих органах картофелеуборочного комбайна, так как структура почвы, сформированная почвообрабатывающими орудиями в весенний период, остается без существенных изменений до момента уборки.

Основная часть. Рассматривалась технологическая схема пропашного культиватора-глубокорыхлителя, применяемого при междурядной обработке картофеля. Задачами исследования являлось обоснование рациональных параметров расстановки рабочих органов на секции данного культиватора с учетом изменения реологического состояния почвенных горизонтов [1, 2].

Технологическая схема исследуемого культиватора составлена с учетом необходимости формирования мелкокомковатого почвенного состояния в корнеобитаемом слое и разуплотнения почвы в междурядьях с целью восстановления большого объема пор и капилляров для обеспечения режима влагообеспечения, устойчивого к неблагоприятным погодным условиям [3, 4]. Для достижения этих целей на секции пропашного культиватора были установлены оборотная глубокорыхлительная лапа на жесткой стойке для обработки междурядья и две оборотные рыхлительные лапы на пружинных стойках, идущих по краям междурядья с учетом защитной зоны. При работе секции рыхлительных лап внутри почвы происходит деформация обрабатываемого слоя, в результате которой образуются многочисленные трещины и происходит крошение почвенного пласта в пределах зоны их распространения [5, 6].

Схема распространения возможных зон деформации рыхлительными лапами пропашного культиватора в неоднородных почвенных горизонтах при дифференцированной обработке гребневых посадок картофеля представлена на рис. 1. Ввиду того, что при междурядной обработке картофеля пропашной культиватор работает на гребневой поверхности, сформированной посадочной машиной, то при расчетах кроме ширины основного междурядья b необходи-

мо учитывать и такие параметры как высота гребня h_0 и ширина дна борозды b_0. При этом будем считать, что положение маточных клубней в гребне, имеющим поперечное сечение в виде трапеции, находится на глубине посадки a, отсчитываемой в плоскости XOY относительно дневной поверхности почвы.

Определим зону возможного распространения деформации почвы в продольном направлении. При воздействии на почву лапы с шириной захвата b_c, выполняющей глубокую обработку, формируется опережающая трещина [7, 8], которая распространяется в продольном направлении под углом φ_B к нормали, проведенной к носку лапы в точке m. Угол φ_B является углом трения «сталь-почва», характерным для подпахотного горизонта В. Когда трещина достигнет границы горизонтов B и A_2 её дальнейшее распространение будет зависеть от угла внутреннего трения Ψ_{A_2} «почва-почва», характерного для слоя A_2. Поэтому в точке n линия границы зоны деформации в продольном направлении изменяет своё направление. При достижении трещиной точки p на границе слоёв A_1 и A_2 направление её распространения вновь изменится и будет проходить под углом Ψ_{A_1}, характерным для слоя A_1. Зона деформации в продольном направлении может распространяться до точки q на вершине гребня.

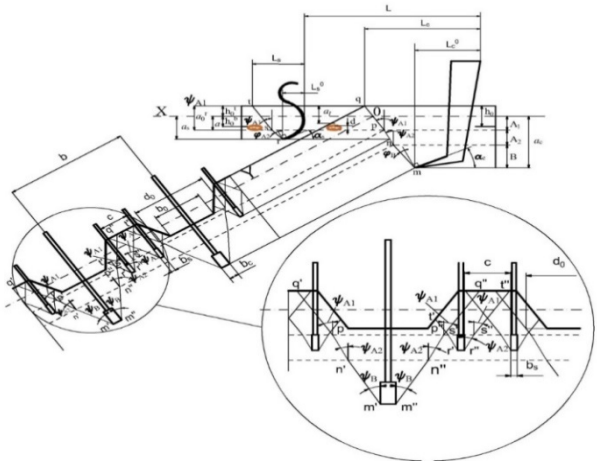


Рисунок 1 – Схема распространения зон деформации почвы рыхлительными лапами пропашного культиватора в неоднородных почвенных горизонтах при дифференцированной обработке гребневых посадок картофеля

Таким образом, с учетом параметров физико-механических свойств почвенных горизонтов, в которых работает рыхлительная лапа для глубокой обработки почвы, распространение возможной зоны деформации в продольном направлении L_c определяется по выражению:

$$L_c = L_c^o + tg(\varphi_B + \alpha_o) \cdot B + A_2 \cdot tg\psi_{A_2} + (A_1 + h_c^o) \cdot tg\psi_{A_1}, \qquad (1)$$

где L_c^0 – вылет носка лапы; α_o – угол входа в почву лапы; h_o^t – высота гребня относительно дневной поверхности почвы. Для обеспечения работы лап без забивания необходимо, чтобы параметр L установки их на секции пропашного культиватора в продольном направлении был больше L_c. Следовательно, при расстановке походу боковых рыхлительных лап на секции пропашного культиватора для дифференцированной обработки гребневых посадок картофеля необходимо выполнить требование $L \geq L_c$.

Так как пропашной культиватор формирует гребневую поверхность на посадках картофеля из почвы, взятой из междурядий, то для обеспечения необходимого её крошения важно выполнить два условия: зона крошения d_0 после прохода рыхлительной лапы, выполняющей глубокую обработку, должна превышать ширину дна борозды b_0; зоны почвы деформации от боковых рыхлительных лап должны пересекаться непосредственно над маточным клубнем на глубине a_l, представляющей расстояние от вершины гребня до его верхней части.

Для выполнения условий по формированию гребней из рыхлой почвы рассмотрим зону распространения деформаций в поперечном направлении. Она ограничена проекцией ломаной линии *mnpq* в направлении развития опережающей трещины и определяется углами внутреннего трения Ψ_B, Ψ_{A_2} и Ψ_{A_1} и в слоях B, A_2 и A_1, соответственно. Таким образом, в поперечном направлении ширина распространения зоны деформации почвы d_0 от воздействия оборотной рыхлительной лапы, выполняющей глубокую обработку гребневой поверхности, ограниченная на уровне дна борозды ломанными линиями $m'n'p'q'$ и $m''n''p''q''$ будет равна:

$$d_0 = b_c + 2\left[\frac{B \cdot tg\psi_B}{\cos(\varphi_B) + \alpha_0} + \frac{A_2 \cdot tg\psi_{A_2}}{\cos\psi_2} + \frac{\left(A_2 - h_o^b\right) \cdot tg\psi_{A_1}}{\cos\psi_1}\right], \qquad (2)$$

где, $h^b{}_0 = h_0 - h^\tau{}_0$ – расстояние от дна борозды до дневной поверхности почвы.

Для обеспечения этими лапами достаточной зоны рыхления междурядий определим необходимую глубину их установки a_c. Так как $B=a_c-(A_1+A_2)$, то условие их установки на глубину хода будет определяться выражением:

$$a_c \geq (A_1 + A_2) + \left[\frac{d_c - b_c}{2} - \frac{(A_1 - h_o^b) \cdot tg\psi_{A_1}}{\cos\psi_{A_1}} - \frac{A_2 \cdot tg\psi_{A_2}}{\cos\psi_{A_2}} \right] \cdot \frac{\cos(\varphi_B + \alpha_c)}{tg\psi_B}. \quad (3)$$

При расчете настроечных значений технологических параметров, определяющих на секции пропашного культиватора положение относительно центра междурядья боковых рыхлительных лап, сделаем допущение о том, что их расстановка полностью определяется шириной защитной зоны c, причем зоны деформации от взаимодействия смежных лап должны пересекаться над маточным клубнем, т.е. на расстоянии a_l от поверхности гребня. Примем, что $a_l = a_0^r - 1{,}5d$. Здесь $a_0^r = a + h_0^\xi$ – расстояние от вершины гребня до глубины посадки клубней, а d – средневзвешенный диаметр маточного клубня.

Так как глубина хода боковых рыхлительных лап a_s устанавливается ниже глубины посадки семенных клубней, то они будут обрабатывать почвенный пласт со слоями A_1 и A_2. При воздействии на почву боковых рыхлительных лап в точке r возникает опережающая трещина, которая распространяется в слое A_2 под углом внешнего трения «*сталь-почва*» ψ_{A_2} к нормали, проведенной к носку боковой лапы. При достижении трещиной точки s на границе слоёв A_2 и A_1, меняется её направление в зависимости от значения угла внутреннего трения «*почва-почва*» ψ_{A_1} и в дальнейшем она выходит на поверхность гребня в точке t. В поперечном направлении зона деформации будет ограничена ломаными линиями $r's't'$ и $r''s''t''$.

Для определения настроечного значения установки на секции пропашного культиватора глубины хода боковых рыхлительных лап a_s необходимо определить ширину защитной зоны c, которая определяется с учетом обеспечения сплошного крошения почвы над клубнем:

$$c = 2 \cdot \left[\frac{(a_s - A_1) \cdot tg\psi_{A_2}}{\cos(\varphi_{A_2} + \alpha_s)} + \frac{1{,}5 \cdot d \cdot tg\psi_{A_1}}{\cos\psi_{A_1}} \right]. \quad (5)$$

Путем решения обратной задачи определим настроечное значение глубины хода боковых рыхлительных лап a_s на секции пропашного культиватора:

$$a_s \approx A_1 + \left(\frac{c}{2} - \frac{1{,}5 \cdot d \cdot tg\psi_{A_1}}{cos\psi_{A_2}}\right) \cdot \frac{cos(\varphi_{A_2} + \alpha_s)}{tg\psi_{A_2}}. \quad (6)$$

Заключение. Получено теоретическое обоснование технологических параметров настройки рабочих органов пропашного культиватора по глубине, при которых обеспечивается соблюдение качественных показателей его работы с учетом физико-механических свойств почв, позволяющих интенсифицировать реологические процессы в почве.

Список использованной литературы

1. Калинин, А.Б. О.В. Реологическая модель почвы как объекта формирования требуемой плотности в заданном слое / А.Б. Калинин, И.З. Теплинский, О.В. Смелик // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2012. – № 29. – С. 248–255.

2. Kalinin, A.B. Selection and substantiation of cultivator adjustment parameters for differential soil treatment on potato based on the rheology state of soil horizons / A.B. Kalinin, I.Z. Teplinsky, A.A. Ustroev, etc. // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. pp. 012–025.

3. Калинин, А.Б. Совершенствование методов и средств снижения технологических рисков при функционировании машин для возделывания картофеля / А.Б. Калинин, И.З. Теплинский, Т.Ш. Теймуров // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1 (62). – С. 178–190.

4. Калинин, А.Б. Методы и средства управления режимами влагообеспечения в технологии возделывания картофеля / А.Б. Калинин, И.З. Теплинский // Картофель и овощи. – 2022. – № 2. – С. 13–17.

5. Бердышев, В.Е. Сельскохозяйственные машины. Практикум: учебное пособие / В.Е. Бердышев [и др.]; под редакцией М.А. Новикова. – СПб: Проспект Науки, 2022. – 316 с.

6. Калинин, А.Б. Обоснование технологического процесса пропашного культиватора с рабочими органами комбинированного типа / А.Б. Калинин, И.З. Теплинский, В.А. Ружьев, Е.А. Криштанов, Ю.И. Смирнова, В.И. Миркитанов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – №6 (74). – С. 96-98.

7. Ожегов, Н.М. Динамические методы преобразования упругой деформации активного слоя почвы / Н.М. Ожегов, В.А. Ружьев, Д.А. Капошко, В.Д. Сулеев // Известия Международной академии аграрного образования. – 2018. – №.41. – Т.2. – С. 47–51.

8. Kalinin, A. Selection and justification of potato inter row tillage systems based on development of dynamic model of heat and moisture transfer between soil layers / A. Kalinin, V. Kalinina, I. Teplinsky, V. Ruzhev // Engineering for rural development (19th International Scientific Conference Jelgava, 20-22.05.2020, Latvia) – P. 819–825. DOI: 10.22616/ERDev.2020.19.TF191.

УДК 631.95

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ДЕГРАДАЦИИ ПАСТБИЩ

С.А. Хазиев, докторант

«Научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства», Гульбахор, г. Ташкент, Республика Узбекистан

qabulxona@uzmei.uz

Аннотация. Данная статья посвящается рассмотрению важного вопроса как деградация – опустынивания каракулеводческих пастбищ в Узбекистане. Представлены основные проблемы использования естественных пастбищ.

Abstract. This article is devoted to the consideration of an important issue as degradation – desertification of karakul pastures in Uzbekistan. The main problems of using natural pastures are presented.

Ключевые слова: аридные пастбища, деградация, пустыни, полупустыни, экология, утрата растительности.

Key words: arid pastures, degradation, deserts, semi-deserts, ecology, loss of vegetation.

Введение. Аридные пастбища Узбекистана являются одной из важнейших жизнеобеспечивающих природных экосистем. Они занимают более 25 млн. га площади.

Аридные пастбища является основной кормовой базой каракулеводства и козоводства. 80 % пастбищных угодий простираются на пустынных территориях, где количество среднегодовых осадков составляет 100 мм [1]. В последнее время, из-за чрезмерного иссушения почв и утраты растительности большинство пастбищ деградировано (рис. 1).



Рисунок 1. Деградированные пастбища Фаришского района Джизакской области, возле озера Айдаркуль, 2021 год

Основная часть. За последние 15–20 лет продуктивность пастбищ снизилась на 23 %, особенно заметна деградация вокруг поселков и водопойных колодцев [2].

Основная причина деградации – это чрезмерно большая нагрузка на пастбища, характеризующаяся тем, что растения не успе-

вают осеменяться. Для оценки характера деградации, в первом приближении, возьмем показатель продуктивного долголетия пастбищных растений, так как каждый вид растения имеет свое долголетие. При условии отсутствия осеменения растения, «отжив свой век», погибают [3].

Условная характеристика модельного пастбища представлена в таблице 1.

Таблица 1. – Характеристика пастбищ

Порядковый № растения	Обозначение растений	Долголетие растений i, лет	Урожайность Q, q/ha
1	X	8	9,0
2	Y	14	5,4
3	Z	10	3,6
Урожай суммарный (продуктивность)			18,0

На данном пастбище прорастают три вида растения (X, Y, Z) с продуктивными долголетиями i_x= *8,* i_y=14 и i_z=10 лет. Продуктивность каждого вида составляет Q_1=9,0, Q_2= 5,4 и Q_3 = 3,6 q/ha. Общая продуктивность Q =18,0 q/ha.

Запишем выражение продуктивности (урожайности) пастбища по годам эксплуатации.

- Первый год: $Q_1 = Q_x + Q_y + _z = 18\ q/ha$;
- Второй год: $Q_2 = \left(Q_x - \frac{Q_x}{i_x}\right) + \left(Q_y - \frac{Q_y}{i_y}\right) + \left(Q_z - \frac{Q_z}{i_z}\right)$;
- Третий год: $Q_3 = \left(Q_x - \frac{Q_x}{i_x}\cdot 2\right) + \left(Q_y - \frac{Q_y}{i_y}\cdot 2\right) + \left(Q_z - \frac{Q_z}{i_z}\cdot 2\right)$;
- n-ый год: $Q_n = \left[Q_x - \frac{Q_x}{i_x}\cdot(n-1)\right] + \left[Q_y - \frac{Q_y}{i_y}\cdot(n-1)\right] + \left[Q_z - \frac{Q_z}{i_z}\cdot(n-1)\right]$

Подставив в данное выражение значения показателей из таблицы рассчитаем продуктивность (урожайность) для 2-10 годов эксплуатации имеем: Q_2 = 16,1q/ha; Q_4 = 12,4 q/ha; Q_6 = 8,6 q/ha; Q_8 = 4,9q/ha; Q_{10} = 1,1q/ha. Эти цифры графически изображены на рисунке 2. Таким образом, полученные цифры и график характеризует динамику деградации пастбища в зависимости от продуктивного долголетия и урожайности кормовых растений.

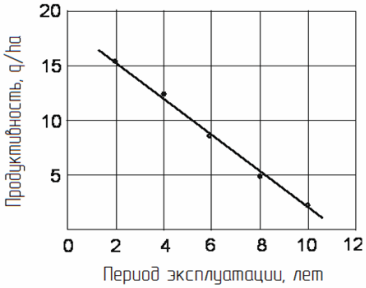


Рисунок 2. Динамика деградации пастбищ

Заключение. Аридные пастбища Узбекистана являются одной из важнейших жизнеобеспечивающих природных экосистем занимающие более 25 млн.ha площади, и является основной кормовой базой каракулеводства и козоводства.

За последние 15–20 лет продуктивность пастбищ снизилась на 23 %, особенно заметна деградация вокруг поселков и водопойных колодцев.

Деградация является основной и чрезмерно большой нагрузкой на пастбищах, характеризующейся тем, что растения не успевают осеменяться, нет само возобновления растительного сообщества, и они погибают.

Процесс деградации идет более интенсивно, так как на рассматриваемый процесс оказывают различные экологические давления и другие техногенные воздействия.

Приведены подсчеты продуктивности пастбищ, характеризующих динамику деградации в зависимости от долголетия и урожайности кормовых растений.

Список использованных источников

1. http://www.cac-program.org

2. Отчёт по научно-исследовательской работе «Анализ нормативно-технических документаций по машинам пастбищного кормопроизводства, разработка программ и методик испытаний машин, комплектация испытательного оборудования, испытания и оформление результатов». УзГЦИТТ, Гульбахор, 2019. – С. 11–16.

3. Отчёт по научно-исследовательской работе «Разработка научно-теоретических основ природоохранных, энерго и ресурсосберегающих механизированных технологий и комплексов машин для укрепления кормовой базы аридного животноводства (каракулеводства) Узбекистана». ИМЭСХ, Гульбахор, 2018. – С. 10.

УДК 631.312.021

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОРПУСА ПЛУГА С ПЛАСТИНЧАТЫМ ПАСИВНЫМ ВИБРАЦИОННЫМ ОТВАЛОМ

Д.А. Яновский, ассистент,
В.П. Чеботарев, д-р техн. наук, профессор,
А.А. Зенов, старший преподаватель,
Д.Н. Бондаренко, старший преподаватель,
Ф.И. Назаров, канд. техн. наук, доцент

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

Аннотация: в статье обосновано применение пассивной вибрации в почвообрабатывающей технике для снижения тягового сопротивления

Abstract: the article substantiates the use of passive vibration in tillage equipment to reduce traction resistance.

Ключевые слова: плуг, лемешно-отвальная поверхность, тяговое сопротивление, вибрация.

Keywords: plow, plow-share surface, traction resistance, vibration.

Введение. Получение высоких и стабильных урожаев в значительной степени зависит от качества обработки почвы. На это расходуется от 15 до 20 % всей потребляемой в сельском хозяйстве энергии. Вспашка является «самой тяжелой работой», занимающей примерно 30…40 % от всех энергозатрат. Учитывая рост цен на топливо, поиск возможных путей снижения энергоемкости, даже на несколько процентов, обеспечивает существенный экономический эффект. Почвообрабатывающей машиной выполняющей вспашку является плуг. Лемешно-отвальная поверхность является частью корпуса плуга, которая в процессе работы контактирует непосредственно с почвой и от конструкции и параметров которой зависит качество обработки, расход топлива и энергоемкость процесса. Поэтому совершенствование и оптимизация ее параметров является одним из основных способов для повышения эффективности вспашки.

Основная часть. Колебательные процессы охватывают значительную часть природных явлений, сопутствующих созданию новой техники. Имеется достаточно широкий класс машин, в которых вибрация играет не вредную, а полезную роль и служит основой рабочего процесса [1]. Процессы, связанные с механическим действием на материал или изделие, как правило, требуют приложения

достаточно больших сил которые могут быть приложены различными способами: либо статическими, либо динамическими в виде периодически повторяющихся импульсов (ударов). Роль возбудителя периодических импульсов хорошо выполняет вибрация. Несмотря на то, что принудительная вибрация имеет более высокую частоту и амплитуду колебаний, пассивная имеет ряд преимуществ [2], это простота и дешевизна конструкции, низкая энергоемкость и материалоемкость чем у машин, рабочие органы которых оснащены активным виброприводом. Простейшим примером пассивновибрируемого привода является рабочий орган с пружинным креплением, воспринимающий попеременное сопротивление почвы [3].

Широкое применение имеют многоэлементные пружинные подвески, состоящие из двух и более элементов. В отличие от одноэлементной подвески (однопружинной), имеющей линейную характеристику пружинных сил, применение многоэлементной, по мнению многих исследователей, приводит к возникновению нелинейных систем, поскольку движение рабочего органа с такой подвеской описывается нелинейным дифференциальным уравнением. Внедрение такого пружинного элемента в конструкцию подвески значительно влияет на колебания рабочего органа. Тяговое сопротивление рабочего органа с такой нелинейной подвеской, в сравнении с линейной, снижается на 14…26 % [4]. В пассивно колеблющихся рабочих органах, пружинный элемент может находиться как на стойке рабочего органа, так и непосредственно за лемешноотвальной поверхностью. В обоих случаях переменное давление почвы создает колебания, снижающие тяговое сопротивление. Существую так же конструкции, где колебания передаются на всю машину от опорного колеса, сделанного в виде пруткового катка, имеющего форму правильного многоугольника и колеса, имеющего эксцентриситет относительно рамы машины. Проведенные испытания плугов с вибрационными пластинчатыми корпусами показали создание амплитуды вибрации 2…5 мм, частоты вибрации – 8…10 Гц, что обеспечивает снижение тягового сопротивления до 14,5 %.

Заключение. Анализ литературных источников, теоретических и экспериментальных исследований по тематике вибрационных орудий для обработки почв, показывает, что любое вибрационное воздействие на рабочий орган делится на активное и пассивное. Активно вибрирующие рабочие органы получают колебательную энергию от дополнительного привода, с помощью которого можно задать частоту и амплитуду колебаний. Установлено, что активная

вибрация рабочих органов почвообрабатывающих орудий позволяет снизить тяговое сопротивление от 14 до 30 % но на работу вибровозбудителей активных колебаний так же затрачивается энергия, вследствие чего общие затраты энергии не могут быть снижены. Применение пассивно вибрирующих рабочих органов позволяет снизить тяговое сопротивление от 13,6 до 22 % без потери энергии на привод.

Список использованной литературы

1. Василенко, В. В. Влияние вибрации на угол трения почвы по рабочему органу / В. В. Василенко, Д. Н. Афоничев, С. В. Василенко, Д. В. Стуров // Лесотехнический журнал. – 2013. – № 3(11). – С. 123–126.

2. Дроздов, С. Н. Использование вибрации в почвообрабатывающих машинах / С. Н. Дроздов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2011. – № 4(32). – С. 94–96.

3. Андреева, Е. В. 740. Исследование процесса обработки почвы вибрационным рыхлителем. Щукин С.Г., Нагайка М.А., Головатюк В.А. // Сиб. вестн. с.-х. науки. –2015. – N 3. – С. 83–89. – Рез. англ.-Библиогр.: с. 88–89. Шифр П2728 / Е. В. Андреева // Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. – 2016. – № 3. – С. 740.

4. Федоренко, И. Я. Механизм трения вибрационных рабочих органов / И. Я. Федоренко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1986, № 6. С. 14–16.

УДК 631.312

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ПРОГИБА ОТ ПАРАМЕТРОВ ПОЛОСЫ ПЛАСТИНЧАТОГО ОТВАЛА

В.П. Чеботарев, д-р техн. наук, профессор,
Д.А. Яновский, ассистент, А.А. Зенов, старший преподаватель,
Д.Н. Бондаренко, старший преподаватель,
Ф.И. Назаров, канд. техн. наук, доцент

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

Аннотация: в статье представлена методика расчета для определения величины прогиба полос пластинчатого отвала в зависимости от его геометрических параметров.

Abstract: the article presents a calculation method for determining the magnitude of the deflection of the bladed blade strips, depending on its geometric parameters.

Ключевые слова: плуг, лемешно-отвальная поверхность, тяговое сопротивление, вибрация.

Key words: plow, plow-share surface, traction resistance, vibration.

Введение. Одним из перспективных направлений совершенствования отвала корпуса плуга является создание вибрационного пластинчатого отвала. Поэтому, при расчете пластинчатого отвала

базовым показателем является величина изгиба по длине полосы пластинчатого отвала в зависимости от ее параметров.

Основная часть. Согласно основного дифференцированного уравнения изгиба [1, 2], зависимость изменения изгиба по длине l пластины будет равна:

$$y(x) = \frac{q}{24EI_z}\left(x^4 - 4l^3x + 3l^4\right), \quad (1)$$

где q – удельное сопротивление пластин отвала от действия равномерно распределенного пласта почвы, кН/м; E – модуль упругости, Па; I_z – осевой момент инерции сечения пласта, см^2.

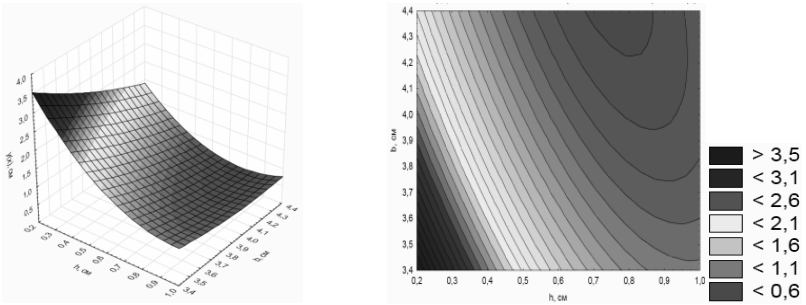
На основании уравнения (1) проведен расчет максимальной величины прогиба пластин проектируемого корпуса плуга с вибрирующим пластинчатым отвалом. Для расчета величины отклонения пластин отвальной поверхности переменную x приравнена к предельным значениям 0 и l. Таким образом, выражение имеет вид:

$$\text{При (x) = 0; } y(x) = \frac{3ql^4}{24EI_z} = \frac{ql^4}{8EI_z}. \quad (2)$$

$$\text{При } x=l\text{: } y(x) = \frac{q}{24EI_z}\left(l^4 - 4l^4 + 3l^4\right) = 0. \quad (3)$$

Анализ полученного выражения показал, что наибольшее отклонение пластины происходит на максимальном расстоянии от точки ее крепления. Используя формулы (2) и (3), исследуем влияние толщины h и ширины b пластины на величину ее отклонения $y(x)$ от первоначального положения в процессе работы. Выполним расчет на примере пластины со следующими параметрами: удельная равномерно распределенная нагрузка – $q_{l.max}$ = 3,67 кН/м = 36,7 Н/см; модуль упругости для стали 65Г– Е = 215 000 МПа [3]; длина пластины – l = 61,8 см; толщина пластины h = 0,3…0,9 см (шаг 0,1 см); ширина пластины b = 3,5…4,3 (шаг 0,2 мм).

Для расчета величины отклонения $y(x)$ пластины от первоначального положения во время работы, с учетом влияния ее толщины h и ширины b, была создана матрица, которая была обработана в среде MS Excel. По полученным данным были построены поверхности отклика представленные на рисунке 1.



а) б)

Рисунок 1 – Поверхность отклика а) и ее двухмерное сечение
б) зависимости величины отклонения пластины $y(x)$ от ее толщины h и ширины b

Обработка полученных данных позволила получить следующее регрессионное уравнение:

$$y(x)= 19{,}0033-13{,}9265h-5{,}7778b+4{,}0786h^2+1{,}7362hb+0{,}4857b^2$$

Анализ полученного уравнения регрессии показывает, что наибольшее влияние на отклонение пластины $y(x)$ имеет толщина h, поэтому при проектировании параметров пластин вибрирующего отвала, необходимо оперировать, в первую очередь, именно данным параметром.

Заключение. В ходе теоретических исследований было получено уравнение для расчета максимального отклонения пластины отвала корпуса плуга при действии на нее распределенной нагрузки. Результаты расчетов представлены в виде поверхности отклика и ее двумерного сечения, анализ которых позволяет сделать вывод, что наибольшее влияние на отклонение пластины имеет ее толщина.

Список использованной литературы

1. Бернштейн, С. А. Сопротивление материалов / С. А. Бернштейн. – М., «Высшая школа», 1961. – 464 с.

2. Бронштейн, И.Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов / И.Н. Бронштейн, К.А. Семендяев. – М.: Наука, 1986. – 544 с.

3. Чернавский, С. А. Справочник металлиста. В 5-ти т. Т. 1. Изд. 3-е, перераб. Под ред. С. А. Чернавского и В. Ф. Рещикова. – М.: Машиностроение, 1976. – 768 с.

УДК 631.312

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ УГЛОВ И ВЕЛИЧИН ПРОГИБОВ ПО ДЛИНЕ ПОЛОСЫ ПЛАСТИНЧАТОГО ОТВАЛА

В.П. Чеботарев, д-р техн. наук, профессор,
Д.А. Яновский, ассистент, А.А. Зенов, старший преподаватель,
Д.Н. Бондаренко, старший преподаватель,
Ф.И. Назаров, канд. техн. наук, доцент

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

Аннотация: в статье представлены расчеты, позволяющие проектировать вибрирующий пластинчатый отвал корпус плуга с учетом геометрических параметров каждой из пластин, условий работы и необходимых технических характеристик плуга.

Abstract: the article presents calculations that allow designing a vibrating plate blade plow body, taking into account the geometric parameters of each of the plates, operating conditions and the necessary technical characteristics of the plow.

Ключевые слова: плуг, лемешно-отвальная поверхность, тяговое сопротивление, вибрация.

Keywords: plow, plow-share surface, traction resistance, vibration.

Введение. Лемешно-отвальная поверхность является частью корпуса плуга, которая в процессе работы контактирует непосредственно с почвой и от конструкции и параметров которой зависит качество обработки, расход топлива и энергоемкость процесса. Поэтому совершенствование и оптимизация ее параметров является одним из основных способов для повышения эффективности вспашки. Одним из направлений совершенствования отвала является создание вибрации пластин. Поэтому определение зависимостей изменения углов и величин прогибов по длине полосы является базовым показателем для расчета пластинчатого отвала.

Основная часть. Согласно основного дифференцированного уравнения изгиба [1]:

$$\frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{M_z}{EI_z}, \qquad (1)$$

где M_z – изгибающий момент от действия равномерно распределенного пласта почвы, Н·м; E – модуль упругости, Па; I_z – осевой момент инерции сечения пласта, см^2.

Изгибающий момент от действия равномерно распределенного пласта почвы на пластину отвала будет равен (рисунок 1):

$$M_z = -q\frac{x^2}{2}, \tag{2}$$

где q – равномерно распределенная нагрузка на пластину, Н/м

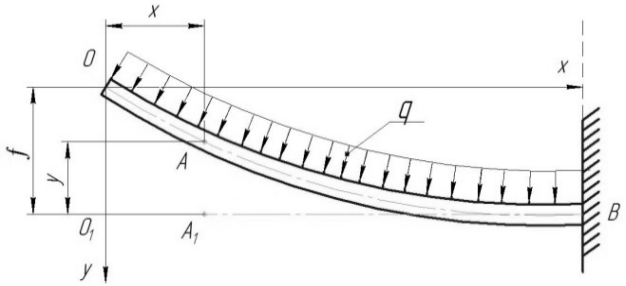


Рисунок 1 – Схема к расчету деформации пластины от воздействия распределенной нагрузки почвы

Осевой момент инерции сечения пластины определим согласно следующего выражения:

$$I_z = \frac{hb^3}{12}, \tag{3}$$

где h – толщина пластины, м; b – ширина пластины, м

После подстановки полученного значения изгибающего момента (2) в выражение (1) определяется дифференциальное уравнение изгиба пластины:

$$\frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{qx^2}{2EI_z}, \tag{4}$$

Первый интеграл от выражения (4) позволяет получить уравнение для определения угла поворота пластины при изгибе [2]:

$$\varphi(x) = \frac{qx^3}{6EI_z} + C_1, \tag{5}$$

где C_1 – постоянная первого интегрирования.

Второй интеграл от уравнения (4) позволяет получить зависимость для определения величины прогиба пластины при изгибе [2]:

$$y(x) = \frac{qx^4}{24EI_z} + C_1x + C_2, \tag{6}$$

где C_2 – постоянная второго интегрирования.

Для определения постоянных интегрирования C_1 и C_2 необходимо использовать краевые условия:

а) при $x = l; \varphi(l) = 0$:

$$C_1 = -\frac{ql^3}{6EI_z}, \tag{7}$$

где l – длина пластины, м

б) при $x = l; y(l) = 0$:

$$C_2 = \frac{3ql^4}{24EI_z}, \tag{8}$$

Окончательно, законы измерения углов поворота и прогибов по длине пластины будут равны:

$$\varphi(x) = \frac{qx^3}{6EI_z} - \frac{ql^3}{6EI_z} = \frac{q}{6EI_z}(x^3 - l^3), \tag{9}$$

$$y(x) = \frac{q}{24EI_z}\left(x^4 - 4l^3x + 3l^4\right) \tag{10}$$

Полученное уравнение может быть использовано для расчета максимального угла отгиба и величины прогиба пластин проектируемого корпуса плуга с вибрирующим пластинчатым отвалом.

Заключение. Представленные расчеты позволяют проектировать вибрирующий пластинчатый отвал корпус плуга с учетом геометрических параметров каждой из пластин, условий работы и необходимых технических характеристик плуга.

Список использованных источников

1. Бернштейн, С. А. Сопротивление материалов / С. А. Бернштейн. – М.: «Высшая школа», 1961.

2. Бронштейн, И.Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов / И.Н. Бронштейн, К.А. Семендяев. – М.: Наука, 1986. – 544 с.

УДК 631.312.021

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВЕРХНОСТИ ПЛАСТИНЧАТОГО ОТВАЛА

В.П. Чеботарев, д-р техн. наук, профессор, Д.А. Яновский, ассистент, Д.Н. Бондаренко, старший преподаватель, А.А. Зенов, старший преподаватель

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

jda.shm@bsatu.by

Аннотация: в статье представлена методика определения основных характеристик пластинчатого отвала и сравнение полученных данных с параметрами классических сплошных отвальных поверхностей.

Abstract: the article presents a methodology for determining the main characteristics of the lamellar dump and comparing the data obtained with the parameters of classical continuous dump surfaces.

Ключевые слова: пластинчатый отвал, профилирование.

Keywords: lamellar blade, profiling.

Введение. В последнее время в плугостроении стран Европы и дальнего зарубежья одной из основных тенденцией является использование корпусов плуга с пластинчатыми отвалами. Основным достоинством пластинчатых отвалов является уменьшение площади контакта отвала с почвой, что уменьшает тяговое сопротивление, расход топлива и энергоемкость процесса. В то же время, какие-либо исследования по анализу типа несплошной лемешно-отвальной поверхности отсутствуют.

Основная часть. Основу лемешно-отвальной поверхности плуга составляет трехгранный клин, у которого элементарные углы α, β и γ не постоянны, а изменяются в определенных пределах. С увеличением интенсивности изменения углов α и γ растет крошащая способность криволинейной поверхности, а интенсивное изменение угла β способствует обороту пласта [1].

Криволинейную поверхность отвала получают путем перемещения образующей *AB* по двум направляющим кривым *BK* и *B'K'*. Для нахождения значений углов α, β и γ в любой точке поверхности отвала используют линии пересечения поверхности отвала соответственно с продольно-вертикальной *MOBK*, горизонтальной *AOB* и поперечно-вертикальной *AOM* плоскостями (рисунок 1) [2].

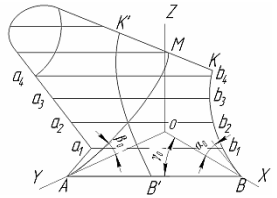
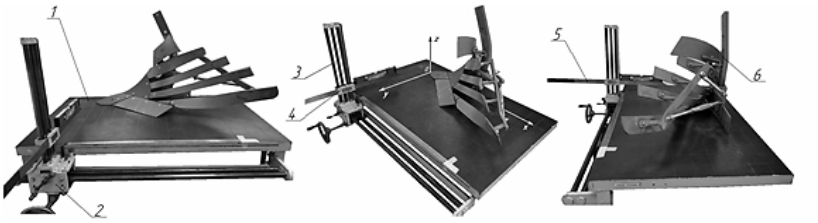


Рисунок 1 – Развитие трехгранного клина в лемешно-отвальную поверхность

Если для базовых поверхностей закономерности образования изучены, то для несплошной лемешно-отвальной поверхности такие данные отсутствуют. С целью определения основных параметров пластинчатых отвалов, на примере корпуса плуга фирмы «Lemken» использовался метод, обратный проектированию – профилирование поверхностей с помощью профилометра (рисунок 2).

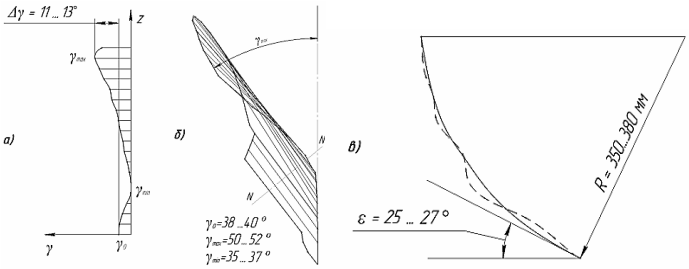


1 – горизонтальная плита, 2 – суппорт, 3 – вертикальная стойка,
4 – ползун, 5 – горизонтальная линейка, 6 – корпус плуга
Рисунок 2 – Схема профилометра

Миллиметровые шкалы на передней кромке плиты *1*, линейке *5* и стойки *3* позволяют определить положение точек рабочих поверхностей в треугольной пространственной системе координат.

Определены углы наклона лезвия лемеха γ_0 к стенке борозды, линии стыка лемеха с отвалом γ_{min} и последней образующей, лежащей на крыле отвала γ_{max} (рисунок 3а, 3б). По полученным значениям углов γ_0, γ_{max}, и γ_{min} определен тип отвальной поверхности и построена направляющая кривая, которая находится в вертикальной плоскости перпендикулярной лезвию лемеха, проходящая на расстоянии 2/3 от носка корпуса (рисунок 3в).

Критерием для определения типа поверхности является разность углов γ_{max}-γ_0, которая для культурных корпусов равна 4…8 ° и для полувинтовых 8…15 °. Исходя из полученных данных, лемешно-отвальная поверхность пластинчатого отвала соответствует полувинтовой.



а) закономерности изменения угла γ; б) горизонтальная проекция и направляющая кривая рабочей поверхности корпуса; в) радиус направляющей кривой R отвальной поверхности.
Рисунок 3 – Характеристики несплошной лемешно-отвальной поверхности

Заключение. Полувинтовой отвал отличается большим, по сравнению с культурным, развитием углов γ и β (γ_0 = 35…38 °; γ_{max}

= 42…50 °; γ_{max}-γ_0 = 8…15 °), но слабым нарастанием угла α. Благодаря этому, классический полувинтовой отвал хорошо оборачивает, по слабо крошит пласт. Пластинчатый полувинтовой отвал лишен данного недостатка благодаря наличию свободного пространства между пластинами. При движении по такому отвалу на пласт воздействует растягивающее усилие от пластин и крошение, по данным исследований, находится на уровне культурных отвалов.

Список использованной литературы

1. Горячкин, В.П. Рациональная формула силы тяги плугов конных и тракторных / В.П. Горячкин //Собрание сочинений в 3т. Т.2. М.: Колос, 1965. – 720 с.

2. Клочков, А.В. Устройство сельскохозяйственных машин: учеб. пособие / А.В. Клочков, П.М. Новицкий. – Минск: РИПО, 2016. – 431 с.

УДК 631.514

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯГОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗУБОВОЙ БОРОНЫ

В.П. Чеботарев[1], д-р техн. наук, профессор, Д.А. Яновский[1], ассистент, Д.Н. Бондаренко[1], старший преподаватель, А.А. Зенов[1], старший преподаватель, В.В. Болвонович[2], директор

[1]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», [2]ООО «СелАгро», г. Минск, Республика Беларусь

jda.shm@bsatu.by

Аннотация: в статье представлены результаты лабораторных исследований по определению тягового сопротивления зубовой бороны в зависимости от угла расклинивания почвы.

Abstract: the article presents the results of laboratory studies to determine the traction resistance of a tooth harrow, depending on the wedging angle of the soil.

Ключевые слова: зубовая борона, тяговое сопротивление.

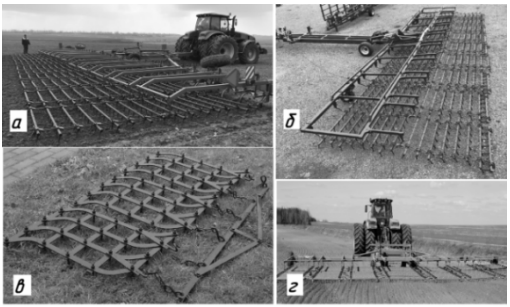
Keywords: tooth harrow, draft resistance.

Введение. Для проведения такой операции как боронование используются различные типы борон. Наибольшую эффективность в решении задач, связанных с уходом за посевами и почвообработкой имеют зубовые бороны. Зубовые бороны предназначены для рыхления почвы на глубину 3…8 см, выравнивания поверхности поля, разрушения корки, образующейся после дождя или полива, уничтожения сорной растительности и разбивания комков. В сельскохозяйственном машиностроении Республики Беларусь освоен выпуск зубовых борон, которые по характеристикам не уступают зарубежным аналогам. Основным же критерием при проектирова-

нии и разработке является тяговое сопротивление, от которого зависит энергоемкость процесса боронования.

Основная часть. Зубовые бороны БЗ, БЗШ и БШ (рисунок 1) выпускаемые в Республике Беларусь имеют схожую конструкцию: гибкий шлейф для копирования поверхности поля и четырехугольный профиль зуба с рабочими углами 57° и 90° (рисунок 2) [1]. Борона БШ выпускаемая ООО «СелАгро» дополнительно имеет возможность изменять угол вхождения зубьев в почву от 44° до 68°. С изменением положения зубьев относительно направления движения и угла их вхождения в почву изменяется тяговое сопротивление. С меньшим углом расклинивания почвы происходит работа зуба как ножевидного и снижается тяговое сопротивление, а вследствие и расход топлива.

С целью определения величины изменения тягового сопротивления в зависимости от угла расклинивания почвы, а так же качества работы бороны, на базе кафедры сельскохозяйственных машин БГАТУ были проведены лабораторные исследования [2]. Исследования проводились в почвенном канале, представляющем собой углубление заполненное почвой с возможностью изменения ее влажности (поливом) и плотности (прикатыванием) (рисунок 3). В качестве испытуемого образца использовалась секция зубовой бороны БШ, передвижение которой по каналу происходило с помощью тельфера, между лебедкой тельфера *3* и секцией бороны *1* устанавливался динамометр *2*.



а – БЗ-22 (ОАО «Бобруйсксельмаш»);
б – БЗШ-8;
в – БЗЛ-0,7 (ПООО «Техмаш»);
г – БШ-15 (ООО «СелАгро»)
Рисунок 1 – Зубовые бороны производства Республики Беларусь

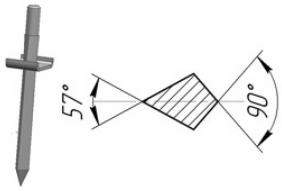


Рисунок 2 – Зуб бороны и его сечение



а – используемое оборудование;
б – определение качества работы;
1 – секция зубовой бороны;
2 – динамометр; 3 – лебедка тельфера
Рисунок 3 – Испытание секции зубовой бороны

В результате проведения испытаний, получены следующие значения: тяговое сопротивление секции с углом вхождения 57° $R_{тяг57}$ = 3,6 кН, высота гребешков h_{57} = 40 мм; тяговое сопротивление секции с углом вхождения 90° $R_{тяг90}$ = 4,2 кН, высота гребешков h_{90} = 38 мм.

Заключение. Лабораторные опыты по определению тягового сопротивления зубовой бороны в зависимости от угла расклинивания почвы, показали достоверность теоретических предположений о уменьшении тягового сопротивления с уменьшением угла расклинивания. Тяговое сопротивление с углом расклинивания 57° на 15 % меньше чем с углом 90°. Высота гребешков в обоих случаях соответствует агротехническим требованиям.

Список использованной литературы

1. Каталог сельскохозяйственной и другой техники, машин и оборудования, производимых в Республике Беларусь : каталог / под общ. ред. С. К. Карповича. – Минск : РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2022. – 817 с.; сост. : А. В. Касьянчик [и др.].

2. Яновский, Д. А. Измерение тягового сопротивления с помощью мобильного измерительного усилителя "Spider 8" / Д.А. Яновский [и др.] // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : материалы Международной научно-практической конференции, Минск, 24-25 октября, 2019 г. : в 2 ч. Ч. 1. – Минск : БГАТУ, 2019. – С. 253–255.

УДК 631.362.3

ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ЗЕРНА

В.П. Чеботарев, д-р техн. наук, профессор,
Д.Н. Бондаренко, старший преподаватель,
А.А. Зенов, старший преподаватель, Д.А. Яновский, ассистент
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
bdn.shm@bsatu.by

Аннотация: Совершенствование технологического процесса очистки зерна позволяет улучшить качество получаемого зернового материала и увеличить производительность зерноочистительных машин.

Abstract: The improvement of the technological process of grain cleaning makes it possible to improve the quality of the grain material obtained and increase the productivity of grain cleaning machines.
Ключевые слова: зерно, решето, ячейка, очиститель, технологический процесс.
Keywords: grain, sieve, cell, cleaner, technological process.

Введение. Зерно, поступающее в зерноочистительное отделение элеватора, семяобрабатывающего цеха или завода, как правило, содержит примеси, которые необходимо выделить на последующих этапах обработки. При этом наибольшие трудности возникают при очистке зерна от различных трудноотделимых примесей, геометрические размеры которых близки к зерновкам основной культуры [1]. Кроме того снижается производительность семяочистительных машин за счет забивания решет, отсутствие регулировок режимов работы в зависимости от зернового вороха и его параметров. Поэтому следует рассмотреть пути улучшения технологического процесса очистки зерна на плоских решетах.

Основная часть. Процесс работы любого решета заключается в том, что поступившая на него смесь разделяется на проходовую и сходовую части. Частицы, размеры которых меньше размеров отверстий решета, проваливаются через них, образуя проходовую фракцию. Крупные зерна, размеры которых больше размеров отверстий решета, сходят с него не проваливаясь и образуют сходовую фракцию.

Для непрерывного и качественного разделения зерновой смеси на решетах требуется: 1) непрерывное перемещение очищаемого материала по плоскому решету; 2) правильно выбрать решето и подобрать размеры его отверстий в соответствии с размерами частиц очищаемого материала; 3) обеспечить постоянную очистку отверстий решета от забившихся в них частиц; 4) предусмотреть направленное перемещение очищаемого материала от входа к выходу из машины.

Проведя анализ литературных источников [2, 3], выделено несколько направлений совершенствования решетных сепараторов. Многие исследователи уделяют большое внимание совершенствованию конструкций плоских решет, которое включает в себя изменения формы отверстий, изменения размеров отверстий, изменения положения отверстий и формы перемычек. Это позволяет оптимизировать параметры плоского решета в зависимости от очищаемой культуры и примесей.

Еще одна проблема, которую необходимо решить – забиваемость ячеек решет, что негативно сказывается на технологическом процессе очистки зернового материала. Для этого необходимо усовершенствовать конструкцию устройств для очистки ячеек решет. Щеточные и шариковые очистители решет получили широкое распространение среди производителей, однако не во всех условиях работы они выполняют свою функцию в полном объеме. Поэтому необходимо создать комбинированное очистительное устройство, которое бы воздействовало механически и импульсно на зерно, застрявшее в ячейках решет.

Относительное движение частиц по решету обеспечивается за счет его привода в колебательное, вращательное, вибрационное и другие виды движения.

Режим движения материала по решету должен быть таким, чтобы, с одной стороны – увеличить время его пребывания на решете и тем самым обеспечить более высокое качество разделения, с другой стороны – повысить скорость перемещения материала по решету, что обеспечит более высокую его производительность [4].

Поэтому одним из путей совершенствования технологического процесса очистки зерна является нахождение оптимальных параметров работы (кинематические режимы работы решет) зерноочистительной машины в зависимости от условий, основной культуры и примесей и применение дополнительных средств на технологический процесс сепарации (электрическое поле, воздушный поток, коронный разряд, вибрации и др.).

Заключение. С наращивание объемов производства зерна технологический процесс его очистки является важной операцией для дальнейшей сушки и хранения, а также получения качественного семенного и продовольственного зерна. Поэтому нахождения путей совершенствования данного процесса является актуальным.

Список используемой литературы

1. Поздняков, В. М. Вибропневматическое сепарирование зерна и семян /В. М. Поздняков. – Минск: БГАТУ, 2016. – 264 с.

2. Чеботарев, В. П. Основные направления совершенствования послеуборочной обработки зерна в Республике Беларусь / В.П. Чеботарев // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 22–24 ноября 2017 г. – Минск : БГАТУ, 2017. – С. 50–58.

3. Смоляк, Д. В. Анализ конструкций машин для очистки зерна / Д. В. Смоляк ; науч. рук. Д. Н. Бондаренко // Перспективная техника и технологии в АПК: мате-

риалы Международной научной конференции студентов, магистрантов и аспирантов, Минск, 25-26 марта 2021 г. – С. 233–234.

4. Жилич, Е. Л. Исследование отделения мелких примесей в зерноочистительных машинах / Е. Л. Жилич [и др.] // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 26-27 ноября 2020 г. – Минск : БГАТУ, 2020. – С. 130–133.

УДК 631.3.05

ДЕМПФЕРНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ТЕНЗОМЕТРИРОВАНИЯ

Д.А. Яновский, ассистент, А.А. Зенов, старший преподаватель, Д.Н. Бондаренко, старший преподаватель

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

jda.shm@bsatu.by

Аннотация: Обосновано применение демпфирующего устройства при измерении тягового сопротивления сельскохозяйственных машин.

Abstract: The use of a damping device for measuring the traction resistance of agricultural machines is substantiated.

Ключевые слова: тензометрирование, демпферное устройство, тяговое сопротивление.

Keywords: strain gauge, damping device, traction resistance.

Введение. При выполнении исследований по определению тягового сопротивления сельскохозяйственных машин в лабораторных условиях наиболее перспективным методом является тензометрирование. Тензометрия (от лат. tensus – напряжённый и греч. μέτρο – измеряю) – экспериментальное определение напряжённого состояния конструкций, основанное на измерении местных деформаций. Деформация чувствительного элемента тензометрического преобразователя (тензодатчика) изменяет его активное сопротивление и вызывает выходной сигнал тензорезистора, определяемый как отношение приращения сопротивления тензорезистора к его начальному сопротивлению [1].

Основная часть. Почвенный канал кафедры сельскохозяйственных машин БГАТУ оборудован мобильным измерительным усилителем Spider 8 для проведения испытаний по определению тягового сопротивления рабочих органов почвообрабатывающих машин. Spider 8 регистрирует сигналы тензометрических датчиков, пассивных и активных преобразователей и преобразует полученные сигналы в цифровую форму. Настройка параметров и работа

усилителя происходит при помощи компьютера с помощью программы catman® Professional 4.5 [2]. Рабочий орган закрепляется на тележке почвенного канала, передвижение тележки осуществляется тельфером, между стальным тросом которого и тележкой устанавливается датчик силы. Имеется возможностью изменения скорости движения, глубины обработки, твердости и важности почвы.

При измерении тягового сопротивления рабочего органа для глубокого рыхления с использованием Spider 8 и датчика силы HBM U2B (рисунок 1) по достижении тягового сопротивления выше 6…8 кН происходит замыкание датчика, и выходной сигнал принимает верхнее значение в 39 кН (рисунок 2а). Это происходит из-за пиковой нагрузки при начале движения что в свою очередь приводит к провисанию троса лебедки и при последующем натяжении эффект повторяется.

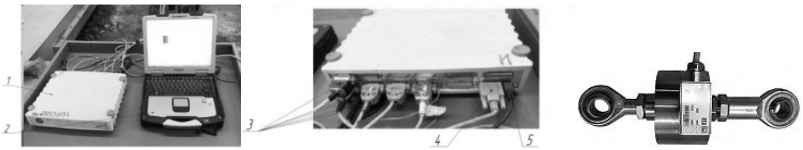


Рисунок 1 – Измерительная система и датчик силы U2B
1 – мобильный измерительный усилитель Spider 8; 2 – компьютер;
3 – каналы для подключения датчиков;
4 – кабель подключение усилителя к компьютеру; 5 – кабель питания

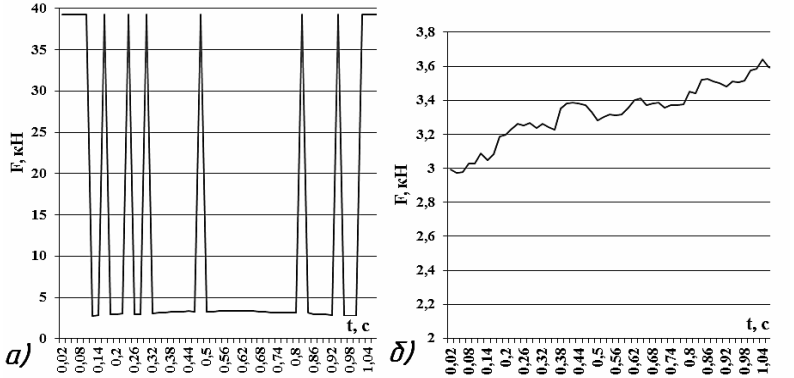


Рисунок 2 – График изменения тягового сопротивления
а) без демпфирующего устройства; б) с демпфирующим устройством

С целью исключения резкого возрастания нагрузки на датчике, предлагается использование демпферного устройство (рисунок 3),

которое устанавливается между датчиком силы и лебедкой. Наличие пружины сжатия 2 позволяет сглаживать резкие колебания нагрузки и корректно отображать полученные данные (рисунок 2б).

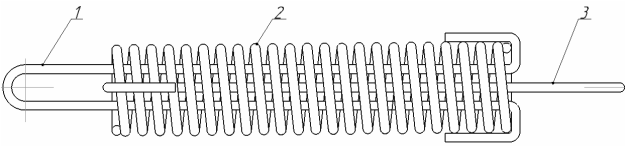


Рисунок 3 – Демпферное устройство
1, 3 – тяги, 2 – пружина сжатия

Заключение. Разработанное демпферное устройство может быть использовано в лабораторных установках для измерения тягового сопротивления сельскохозяйственных машин и орудий, так как позволяет корректно отображать полученные данные, без образования пиков нагрузки, и облегчает их последующую обработку.

Список использованной литературы

1. Дайчик, М.Л. Методы и средства натурной тензометрии. Справочник / М.Л. Дайчик, Н.И. Пригоровский, Х. Хуршудов. – М.: Машиностроение. 1989, 240 с.

2. Яновский, Д. А. Измерение тягового сопротивления с помощью мобильного измерительного усилителя "Spider 8" / Д. А. Яновский [и др.] // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : материалы Международной научно-практической конференции, Минск, 24–25 октября, 2019 г. : в 2 ч. Ч. 1. – Минск : БГАТУ, 2019. – С. 253–255.

УДК 631.514

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Д.Ю. Филинский, магистрант, Н.П. Гурнович, канд. техн. наук, доцент,
Г.Н. Портянко, канд. техн. наук, доцент,
Г.А. Радишевский, канд. техн. наук, доцент

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

Аннотация: На основании критического обзора различных систем обработки почвы, которые находят сейчас самое распространенное применение, сформулировались основные критерии их обоснованного, эффективного использования в современных условиях ведения высокотехнологичного сельского хозяйства.

Abstract: Based on the critical review of the different tillage systems, which arc now the most common use, to formulate the basic criteria of reasonable, effective use in modern conditions of doing high-tech agriculture.

Ключевые слова: почва, система обработки, способ, отвальный, безотвальный, комбинированный, прием, вспашка, плуг, «no-till».

Key words: soil processing system, method, Polizei, bespolcznie, combo, welcome, plowing, plow, «no-till».

Введение. Мы часто слышим: «Хлеб – всему голова», «Земля – мать-кормилица», основное средство производства в сельском хозяйстве. Такое утверждение отнюдь не преувеличение. Ведь, по данным ООН, в настоящее время население планеты составляет более 7,3 млрд человек, а на 2050 год предполагается его рост до 9 млрд. Это, соответственно, требует значительного увеличения количества продуктов питания и, прежде всего, зерна.

Основная часть. Наряду с этим продуктивность пашни зависит от природного и техногенного ресурсного обеспечения. К природным факторам следует отнести потенциальное (естественное) плодородие почвы, обеспеченность растений влагой и теплом, уровень поступления и использования посевами фотосинтетической активной радиации. К техногенному ресурсному обеспечению отрасли земледелия следует отнести разработку и внедрение новейших интенсивных систем земледелия, основой которых является рациональная механическая обработка почвы. Классики отечественной и зарубежной агрономической науки считали, что создание глубокого плодородного пахотного слоя почвы является безоговорочным агротехническим условием в получении высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

В. Р. Вильямс [2] создал учение о травопольной системе земледелия. Главным средством повышения плодородия почвы, по его мнению, является посев многолетних трав и ежегодная вспашка плугом с предплужником.

Наукой и практикой установлены положительные и отрицательные признаки дифференцированной системы обработки почвы [2, 3].

К положительным следует отнести: создание оптимальной строения обрабатываемого слоя почвы для регулирования водного, воздушного, питательного и теплового режимов почвы, что обеспечивает оптимальное развитие корневой системы растений; глубокая заделка органических удобрений, побочной продукции растениеводства и сидератов, что обеспечивает повышенный коэффициент их гумификации, улучшает питательный режим почвы; улучшение фитосанитарного состояния полей.

К отрицательным:

- под действием интенсивных обработок и аэробных условий структура верхнего слоя почвы разрушается, тогда как в нижних слоях, где преобладают анаэробные условия, она восстанавливается; ухудшаются агрофизические свойства почвы, что ведет к повышению плотности нижних слоев; переуплотнение нижних и распыление верхних слоев почвы приводит к проявлению эрозионных процессов; агрофизическая деградация почв; высокие затраты энергии и ресурсов.

По результатам исследований установлено, что систематическая разноглубинная безотвальная обработка почвы создает гетерогенный по плодородию обрабатываемый слой. В период сева озимых и яровых культур такая обработка, по сравнению с дифференцированной, улучшает режим влажности верхнего обрабатываемого слоя. При безотвальных возделываниях почв в поверхностном обрабатываемом слое существенно возрастает биологическая активность (вследствие преимущественного размещения в нем вносимых удобрений, корневых систем и растительной побочной продукции, сидератов), что приводит к увеличению количества микроорганизмов с автотрофным типом питания. Уже на третий-четвертый годы проведения бессменного разноглубинного безотвального возделывания почвы проявляется дифференциация обрабатываемого слоя по плодородию, уменьшается глубина активной части корнеобитаемого слоя, что сопровождается снижением продуктивности угодий, резким уменьшением продолжительности последействия органических удобрений в связи 3 активными процессами минерализации в верхнем слое почвы. Из-за сосредоточения в верхнем 0–10 см слое минеральных удобрений, в том числе физиологически кислых форм, возрастает их относительная иммобилизация и возникает локальное подкисление почв.

Заключение. Применяя основное положение о том, что самыми благоприятными условиями для агрофизических, агрохимических, биологических и физико-химических процессов являются условия оптимального строения обрабатываемого слоя почвы. Установлено, что наивысшей продуктивностью пашни, противосорняковой и экономической эффективностью отмечалась отвально-безотвальльная система основной обработки почвы, построена по принципу чередования глубокой вспашки один раз в 4–5 лет и раз-

ноглубинных безотвальных обработок под другие культуры севооборота.

Список использованной литературы

1. Вильяме, В.Р. Земледелие с основами почвоведения / В.Р. Вильяме. – М.: Госсельхозиздат, 1951. – Т.6 – 576 с.

2. Медведев В.В. Нульовий обробіток грунту в європейських країнах / В.В. Медведев. – Харків, 2010. – 200 с.

3. Танчик С.П. No-till і не тільки. Сучасні системи землеробства / С.П. Танчик. – К.: Юнівест Медіа, 2009. – 160 с.

УДК 631.35

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ОЧЕСЫВАЮЩИХ АППАРАТОВ ЛЬНОУБОРОЧНЫХ МАШИН И НАПРАВЛЕНИЯ ИХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Г.А. Радишевский, канд. техн. наук, доцент,
С.Р. Белый, старший преподаватель, В.В. Лещук, магистрант,
Е.В. Шамко, студент.

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

Аннотация: в статье проведен анализ конструкций очесывающих аппаратов льноуборочных и предложены направления их совершенствования.

Abstract: the article analyzes the designs of flax harvesting machines and suggests ways to improve them.

Ключевые слова: лен, льноуборочные машины, очесывающий аппарат, анализ конструкций.

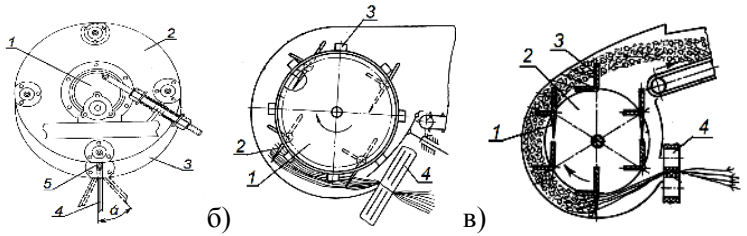
Keywords: flax, flax harvesters, combing apparatus, analysis of structures.

Введение. В настоящее время одним из актуальных вопросов при уборке льна является повышение эффективности очеса коробочек льна при снижении повреждения стеблей в соответствии с агротехническими требованиями [1]. Применяемые в настоящее время очесывающие устройства не отвечают агротехническим требованиям: образуют при отделении коробочек большое количество путаницы и повреждение стеблей при входе зубьев в ленту. Одним из путей решения данной задачи является разработка конструкции очесывающих устройств, позволяющих снизить повреждение стеблей с разрывом волокна и уменьшить отход стеблей в путанину.

Основная часть. В настоящее время для очеса коробочек используются различные по конструкции очесывающие аппараты

льноуборочных машин. Для очесывания семенных коробочек льна-долгунца применяют два типа рабочих органов: гребневые и роторно-бильные (фирма Union-23). В существующих льноуборочных машинах используется зубовые очесывающие аппараты. На рисунке 1, а представлен очесывающий аппарат [3] содержит очесывающий барабан 3 с гребнями 4, при помощи которых посредством поводков 5 связанных с направляющим диском 2, установленным на эксцентрике 1 с тягой. Достоинством конструкции очесывающего устройства является уменьшение отхода стеблей в путанину и повышение качество выполнения технологического процесса очеса стеблей льна по сравнении с другими конструкциями.

Конструкция очесывающего устройства льнокомбайна изображенного на рисунке 1, б [3] содержит барабан 1 с гребенками 2 и лопатками 3 установленными под острым углом к диску с вершиной, направленной противоположно направлению вращения барабана. Рабочая кромка лопатки 3 выполнена из эластичного материала и имеет закругление со стороны выходного окна камеры очеса и выступы для вхождения в слой стеблей. Достоинство: рабочая кромка лопатки выполнена из эластичного материала что обеспечивает не повреждение стеблей; а выполнение рабочей кромки лопатки закругленной обеспечивает уменьшение поступления путаницы стеблей в емкость. Недостаток: в процессе эксплуатации происходит увеличение потерь семян вследствие износа эластичной прокладки.



а) б) в)

Рисунок 1 – Очесывающие аппараты

На рисунке 1, в представлен очесывающий аппарат, состоящий из зажимного транспортера 1, очесывающего барабана 2 с гребнями 1, снабженными лопастями 3, одна из которых расположена в плоскости гребня, а другая установлена под углом к нему [4]. Достоинством является надежность транспортирования продуктов оче-

са. С учетом замечаний предлагается конструкция очесывающего аппарата (рисунок 3) состоящая из барабана, зажимного транспортера и камеры очеса с поддоном 10. Барабан состоит из вала 1, гребней 3, поводков 6 и эксцентрика 5 с направляющим диском 4.

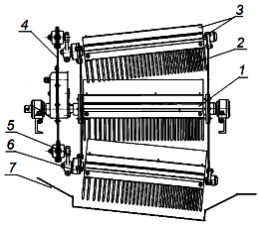


Рисунок 3 – Предлагаемая конструкция очесывающего аппарата

Гребни 3 расположены под углом 90° к поверхности дисков 4. Каждый поводок 6 вторым концом соединен с осью гребней 2, посредством шарнира позволяющего осям гребней изменять наклон при вращении барабана. При первом прочесе выделяется основная масса семенных коробочек и окружная скорость гребней 2 невысокая, поэтому мало разрушений семенных коробочек и повреждений стеблей. При последующих прочесах скорость гребня плавно возрастает, так как лента стеблей зажимным транспортером перемещается вдоль очесывающего барабана в направлении увеличения его диаметра. Механизм изменения положения гребенки предлагаемой конструкции очесывающего аппарата представляет собой профиль, по которому двигаются направляющие ролики, связанные с рычагами изменения положения гребенки.

Заключение. Главным отличием предлагаемой конструкции очесывающего аппарата является механизм изменения положения гребенки который представляет собой направляющий диск, вращающийся свободно на эксцентрике, что позволяет сохранять постоянное положение зубьев очесывающей гребенки при вращении, что обеспечивает постоянство зоны очеса.

Список использованной литературы

1. Хайлис, Г. А. Основы теории и расчета сельскохозяйственных машин / Г. А. Хайлис. – Киев: УСХА, 1992 г. – 334 с.

2. Хайлис, Г. А. Теория и расчет льноуборочных машин. Тр. Великолукского с.-х. института, вып. 26 / Г.А. Хайлис – МАШГИЗ, 1963. – 152 с.

3. Ковалев, М.М. Очесывающее устройство льноуборочной машины // М.М. Ковалев, В.Г. Черников, В.П. Козлов и др. / А.С. RU № 41566. А 01 D 45/06. Бюл. № 31. 10.11.2004. – 5 с.

4. Чекиев, Н.Н. Очесывающее устройство льнокомбайна. // Н.Н. Чекиев, Н.Н. Быков, М.М. Ковалев/ А.с. № 1329661, кл. А 01 D 45/06. Опубл. 15.08.87. Бюл. №30. – 6 с.

УДК 631.3

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ КАМНЕУБОРОЧНЫХ МАШИН

Г.А. Радишевский, канд. техн. наук, доцент,
Г.А. Гуринович, канд. техн. наук, доцент,
Г.Н. Портянко, канд. техн. наук, доцент,
С.Р. Белый, старший преподаватель

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

Аннотация: в статье проведен анализ конструкций камнеуборочных машин рассмотрены вопросы влияния засоренности почв камнями на проведение сельскохозяйственных работ.

Abstract: the article considers the issues of the influence of soil contamination with stones on agricultural work; increased wear of working bodies leading to frequent failures of agricultural machines. The analysis of the designs of stone harvesting machines is carried out.

Ключевые слова: почва, камни, сельскохозяйственные машины, камнеуборочные машины, анализ конструкций.

Keywords: soil, stones, agricultural machines, stone harvesting machines, analysis of structures.

Введение. Засоренность почв камнями – один из важнейших факторов, препятствующих в оптимальные сроки выполнять технологические операции по возделыванию с.-х. культур из-за невозможности внедрения скоростных широкозахватных почвообрабатывающих машин. В Беларуси около 15 % сельскохозяйственных угодий засорено камнями, что составляет более 1,4 млн. га, из которых 1,2 млн. га – пахотные земли и 0,2 тыс. га – сенокосы и пастбища. В северных, центральных и северо-западных районов Республики Беларусь почвы, засорённые камнями составляют 30…50 %. Наиболее засорены камнями почвы Гродненской, Минской и Витебской областей. Из-за наличия камней резко возрастают нагрузки на рабочие органы, что способствует повышенному износу и поломкам. Простои техники составляют до 6 % сменного времени, а за счет увеличение тягового сопротивления снижается производительность агрегатов на 10…39 %. Поэтому проблема

очистки земель от камней чрезвычайно актуальна для Республики Беларусь в связи с тем, что позволит снизить себестоимости выполнения технологического процесса возделывания с.-х. культур за счет снижения затрат на восстановление с.-х. техники и производительности.

Основная часть. Камни могут находится как на поверхности поля, так и в пахотном слое. Наибольшую опасность для рабочих органов сельскохозяйственных машин представляют камни, находящиеся в пахотном слое т.е. крытые камни. При столкновении с ними у почвообрабатывающих машин происходит поломки рабочих органов. В посевных машинах, выходит из строя сошниковая группа. В кормоуборочных машинах при попадании камней, находящихся на поверхности поля в режущий аппарат, происходит поломки ножей, пальцев, а в кормоуборочных комбайнах, выход из строя измельчающего аппарата.

Наиболее опасны камни, находящиеся в пахотном слое почвы и на поверхности поля. Для уборки камней с поверхности поля используются камнеуборочные машины, которые осуществляют сбор и вывоз камней на край поля. Широкое применение получила камнеуборочная машина УКП-0,7М (рис.1, а), которая подбирает камни с поверхности поля, собирает в бункер и транспортирует их к месту выгрузки. Недостатком выполнения технологического процесса является невозможность сбора полускрытых камней.



УКП-0,7М



Collektor URS 14

Рисунок 1 – Машины для уборки камней из поверхностного слоя

В конструкции машины Collektor URS 14 (рис.1, б) в отличии от УКП-0,7М установлена гребенка, способствующая захвату камней.

В Республике Беларусь для уборки камней как с поверхности поля, так с глубины 7…10 см производится машина ККМ-1 (рис.2, б)

[1]. При движении машины роторный подборщик совершающий вращение в противоположном направлении движения машины захватывая камни из почвы и транспортирует к подъемному барабану, на зубьях которого отделяется почвы, а камни поступают в бункер.



ККМ-1(РБ)



Kivi-Pekka 4 (Финляндия)

Рисунок 2 – Машины для уборки камней из пахотного слоя почвы

Аналогично технологический процесс выполняет – Kivi-Pekka 4 (рис. 2, б) [2]. При использования этих машин необходима предварительная подготовка пахотного слоя: разрушение почвенных комков иначе будет происходить вынос почвы вместе с камнями.

Заключение. 1. Используемые в Республике Беларусь камнеуборочные машины обладают низкой производительность и надежностью и кроме того необходимо проведения подготовительных работ в виде рыхления почвы с целью уменьшения выноса пахотного слоя с камнями. 2. Применение камнеуборочных машин с целью удаления камней с поля позволит уменьшить расходы на ремонт рабочих органов почвообрабатывающих и уборочных машин и повысить их производительность, что способствует снижению затрат на возделывание с.-х. культур.

Список использованной литературы

1. Камнеуборочные машины: классификация, модели, цены [Электронный ресурс] // «Спецтехника Инфо» [Информационный портал] URL: http://spectehnika-info.ru/obzor-kamneuborochnyx-mashin (дата обращения: 20.09.2022).

2. Камнеуборочные машины Kivi - Pekka [Электронный ресурс] // Компания «Максимум-Агро» [Офиц. сайт] URL: http://maximum-agro.ru/goods/Kamneuborochnye-mashiny-Kivi Pekka.yclid=18959707 2079723016 (дата обращения: 20.09.2022).

УДК 631.316

ЧИЗЕЛЬНЫЙ РАБОЧИЙ ОРГАН ДЛЯ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ВНУТРИПОЧВЕННОГО ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Н.Н. Романюк[1], канд. техн. наук, доцент,
В.А. Агейчик[1], канд. техн. наук, доцент,
С.О. Нукешев[2], д-р техн. наук, профессор, член-корреспондент НАН РК,
В.Н. Еднач[1], канд. техн. наук, доцент, К.В. Гильдюк[1], студентка
[1]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь,
[2]Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, г. Нур-Султан, Республика Казахстан

Аннотация: В статье предложена оригинальная конструкция чизельного рабочего органа для основной обработки почвы и внутрипочвенного внесения жидких минеральных удобрений, способного повысить равномерность и эффективность внутрипочвенного внесение жидких минеральных удобрений (ЖМУ) послойным методом.

Abstract: The article proposes an original design of a chisel working body for basic tillage and intra-soil application of liquid mineral fertilizers, which can increase the uniformity and efficiency of intra-soil application of liquid mineral fertilizers (LM) by a layer-by-layer method.

Ключевые слова: чизельный рабочий орган, обработка почвы, внутрипочвенное внесение, жидкие минеральные удобрения, равномерность внесения.

Keywords: chisel working body, tillage, in-soil application, liquid mineral fertilizers, uniformity of application.

Введение. Для повышения эффективности минеральных удобрений в энергоресурсосберегающих технологиях, необходимо создавать или совершенствовать технику для их внутрипочвенного внесения.

Целью исследований является разработка конструкции устройства, способного повысить равномерность и эффективность внутрипочвенного внесение жидких минеральных удобрений (ЖМУ) послойным методом.

Основная часть. Для решения поставленной цели нами поставлены следующие задачи исследований:

1. Провести патентные исследования и проанализировать технические средства для внутрипочвенного внесение жидких минеральных удобрений.

2. Разработать конструкцию устройства, способного повысить равномерность и эффективность внутрипочвенного внесение жидких минеральных удобрений послойным методом.

Проведенный патентный поиск показывает, что известен рабочий орган [1] для внутрипочвенного внесение гербицидов, оборудованный электродвигателем, лопастным диском и т.д.

Известный рабочий орган характеризуется сложностью конструкции и не применим для внесения жидких минеральных удобрений (ЖМУ) послойным методом.

Известен рабочий орган на базе стрельчатой лапы [2], предназначенный для одновременного внесения семян и жидких минеральных удобрений. В нем в конце жидкостной трубки установлено выпускное сопло в виде колена.

Известный рабочий орган на базе стрельчатой лапы не предназначен для внесения жидких минеральных удобрений (ЖМУ) послойным методом.

Известен рыхлитель-удобритель [3], недостатком которого является то, что он не предназначен для внесения жидких минеральных удобрений (ЖМУ) послойным методом.

На рисунке 1 представлена оригинальная конструкция чизельного рабочего органа для основной обработки почвы и внутрипочвенного внесения жидких минеральных удобрений [4] (а) – общий вид; б) – общий вид левого, считая по ходу движения рабочего органа, бокового горизонтального ножа; в) – общий вид правого, считая по ходу движения рабочего органа, бокового горизонтального ножа; г) – общий вид правого, считая по ходу движения рабочего органа, бокового горизонтального ножа с цилиндрическим глухим отверстием и тонкой глубокой горизонтальной щелью-прорезью; д) – общий вид правого, считая по ходу движения рабочего органа бокового горизонтального ножа, с размером вылета за пределы крепёжной части в заднем направлении N; е) – вид правого, считая по ходу движения рабочего органа бокового горизонтального ножа, с размером вылета за пределы крепёжной части в заднем направлении N; ж) – разрез А-А; и – узел G; к) – разрез В-В; л) – узел L).

Чизельный рабочий орган 1 содержит вертикальный, наклонный и горизонтальный участки, долото 6, причем на наклонном участке каждой стойки-ножа установлены боковые горизонтальные ножи 2, 3 и 4, которые обеспечивают равномерное распределение удобрений внутри почвы лентами на глубине 60...80, 160...180, 230...250 мм, при этом сменные лезвия, закрепленные в наклонной части чизельного рабочего органа на его передней фронтальной

стороне выполнены в виде накладки клиновой формы 7, имеющей площадь обращенной вниз грани в 2,2...2,5 раза меньшую, чем площадь обращенной вверх грани накладки клиновой формы.

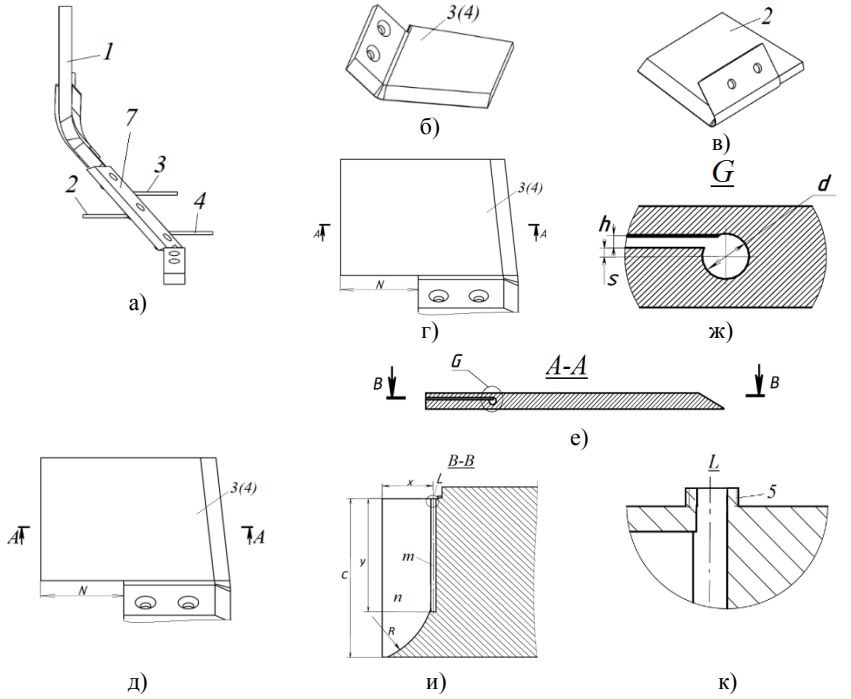


Рисунок 1 – Чизельный рабочий орган для основной обработки почвы и внутрипочвенного внесения жидких минеральных удобрений

Закреплённые на наклонном участке стойки-ножа с передними лезвиями боковые горизонтальные ножи 2, 3 и 4, выполнены из пластины толщиной 10–12 мм, при этом нижний боковой горизонтальный нож 4 установлен на уровне нижнего конца первого рассеивателя удобрений чизельного рабочего органа с вылетом за пределы крепёжной части в заднем направлении N1=20–40 мм, средний боковой горизонтальный нож 2 установлен на уровне нижнего конца второго рассеивателя с вылетом за пределы крепёжной части в заднем направлении N2=N1+30 мм и третий верхний боковой горизонтальный нож 3 установлен с вылетом за пределы крепёжной части в заднем направлении соответственно N3=N2+30.

В боковой торцевой плоскости-грани каждого бокового горизонтального ножа 2, 3 и 4, которая ближе к стойке, на расстоянии X=10–30 мм от задней плоскости-грани ножа высверлено внутрь в направлении перпендикулярном направлению движения агрегата горизонтальное цилиндрическое глухое отверстие диаметром d=3–5 мм, образующее цилиндрическую полость ножа m, глубина которой у меньше на 10-30 мм длины ножа C, измеренной в направлении перпендикулярном направлению движения агрегата и равной 180–220 мм, а в задней торцевой поверхности-грани ножа выполнена тонкая глубокая горизонтальная щель-прорезь n высотой h=1,5–2,0 мм, которая по всей своей высоте пересекается и сообщается с цилиндрической полостью в её верхней части, создавая общую тонкую рабочую зону для плоского равномерного внесения ЖМУ. Горизонтальная щель-прорезь n в горизонтальной проекции своим внешним по отношению к стойке концом выполнена с закруглением радиусом R=80–110 мм, что соответствует технологическому радиусу – радиусу отрезного диска для получения горизонтальной щели-прорези n, и этот конец полости горизонтальной щели-прорези n находится на пересечении внешней боковой торцевой плоскости-грани каждого ножа и его задней плоскости-грани. К данным боковым горизонтальным ножам 2, 3 и 4 подводится расположенные за вертикальным и наклонным участками каждой стойки-ножа патрубки (не показаны) для распыление жидких минеральных удобрений, подсоединенные с помощью резьбового соединения 5 к цилиндрическим глухим отверстиям диаметром d=3–5 мм, образующим цилиндрическую полость m.

При обработке почвы долото 6 чизельного рабочего органа вскрывает почву при небольшом сопротивлении, поскольку её ширина составляет 40–50 мм, что объясняется близким к нулю воздействием на наклонную часть чизельного рабочего органа в перпендикулярной направлению движения агрегата плоскости изгибающего момента со стороны почвы вследствие выполнения на расположенной на передней фронтальной стороне наклонной части чизельного рабочего органа накладки клиновой формы с площадью обращенной вниз грани в 2,2...2,5 раза меньшей, чем площадь обращенной вверх грани накладки клиновой формы.

Боковые горизонтальные ножи 2, 3 и 4 разрезают почву на глубинах 60...80, 160...180, 230...250 мм, через патрубки, подсоединен-

ные с помощью резьбового соединения 5 к цилиндрическим глухим отверстиям диаметром d=3–5 мм, образующим цилиндрическую полость m, в эту полость m подаются ЖМУ. Высота h=1,5–2,0 мм полости горизонтальной щели-прорези n обеспечивает желаемую толщину и равномерность внесения ЖМУ в след ножа. Жидкость, заполнившая полость горизонтальной щели-прорези n, равномерно поступает в след ножа под определенным давлением, образуя также распыление (пленку) в подпластовое пространство, образованной ножом полости, смешиваясь частицами почвы. Flow simulation анализы и проведенные эксперименты показали, что кривизна внешнего конца полости горизонтальной щели-прорези n, полученная при R=80–110 мм, способствует плавному гашению инерции потока жидкости и получению равномерной «жидкой пленки» в следе ножа без образования пустой зоны в полости горизонтальной щели-прорези n.

Глубина x плоской полости и её высота h рассчитаны так, чтобы предотвращать мощную инерцию струи, которая образуется под рабочим давлением в данном малом пространстве. Глубина x – может быть равной 10–30 мм в зависимости от давления подачи ЖМУ. Это в свою очередь создаёт благополучное условие для равномерного плоского распыления жидкости через заднюю полость горизонтальной щели-прорези n.

Расстояние s=1–2 мм обеспечивает своевременное заполнение цилиндрической полости m в определенных моментах процесса внесения ЖМУ и играет большую роль для снижения давления в концевой части полости горизонтальной щели-прорези n. Диаметр d и высота h зависят от размеров ножа, а также от установленной нормы внесения жидких минеральных удобрений. При этом объем цилиндрической полости m и горизонтальной щели-прорези n взаимосвязаны. Цилиндрическая полость m, заполняясь в определенных моментах работы полностью, должна обеспечить полость горизонтальной щели-прорези n жидкостью. y – глубина цилиндрической полости m определяет объем полости, просверлена с запасом на 10–15 мм после пересечения полости горизонтальной щели-прорези n, чтобы образованная мелкая воздушная подушка в конце не препятствовала работе распылителя. C – требуемая ширина распыла или начальная ширина жидкой пленки. При подаче ЖМУ под определённым давлением, и задаваясь оптимальными значениями R, h и x можно получить равномерный распыл и повысить эффективность внутрипочвенного внесение жидких минеральных удобрений послойным методом.

Заключение. На основании проведенных патентных исследований предложена оригинальная конструкция чизельного рабочего органа для основной обработки почвы и внутрипочвенного внесения жидких минеральных удобрений, способного повысить равномерность и эффективность внутрипочвенного внесение жидких минеральных удобрений послойным методом.

Список использованной литературы

1. Авт. св. SU 1544233 A01C 7/20 от 23.02.90.
2. US 006038990 A A01C 5/06; A01C 23/02, Mar. 21, 2000.
3. Патент на изобретение Республики Казахстан №34847 МКИ A01B 49/06, 22.01.2021, бюл. №3.
4. Чизельный рабочий орган для основной обработки почвы и внутрипочвенного внесения жидких минеральных удобрений : патент на изобретение 35768 B Респ. Казахстан, МПК A01B 49/06 / С.О. Нукешев (KZ); Н.Н. Романюк (BY); В.А. Агейчик (BY); Танбаев Хожакелди (KZ); К.В. Гильдюк (BY); заявитель С.О. Нукешев (KZ). – № 2021/0353.1; заявл. 04.06.2021; зарегистрир. 22.07.2022 // Государственный реестр изобретений Респ. Казахстан. – 2022. – Бюл. №29.

УДК 631.331

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ОРУДИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ С ВНЕСЕНИЕМ УДОБРЕНИЙ

Н.Н. Романюк[1], канд. техн. наук, доцент,
В.А. Агейчик[1], канд. техн. наук, доцент,
С.О. Нукешев[2], д-р техн. наук, профессор, член-корреспондент НАН РК,
В.Н. Еднач[1], канд. техн. наук, доцент,
П.Н. Логвинович[1], канд. техн. наук, доцент,
К.В. Гильдюк[1], студентка

[1] УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь,
[2]Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, г. Нур-Султан, Республика Казахстан

Аннотация. В статье предложена оригинальная конструкция комбинированного орудия для обработки почвы с внесением удобрений, способного повысить качество крошения почвенных глыб и выравненность поверхности поля.

Abstract. The article proposes an original design of a combined tool for tillage with the introduction of fertilizers, which can improve the quality of crumbling of soil blocks and the alignment of the field surface.

Ключевые слова: комбинированное орудие, обработка почвы, удобрение, внесение, оригинальная конструкция.

Keywords: combined tool, tillage, fertilizer, application, original design.

Введение. Комбинированная обработка почвы позволяет снизить переуплотнение и деградацию плодородных слоев почвы, уменьшить энерго-ресурсозатраты на проведение технологических операций производственного цикла сельскохозяйственных культур [1, 2].

Совмещение операций позволяет сократить разрыв во времени между предпосевной обработкой почвы и посевом, что является важным резервом в использовании почвенной влаги.

Целью исследований является разработка конструкции комбинированного орудия, способного повысить качество крошения почвенных глыб и выравненность поверхности поля.

Основная часть. Для решения поставленной цели нами поставлены следующие задачи исследований:

1. Провести патентные исследования и проанализировать технические средства для обработки почвы с одновременным внесением минеральных удобрений.

2. Разработать конструкцию комбинированного орудия, способного повысить качество крошения почвенных глыб и выравненность поверхности поля.

Проведенный патентный поиск показывает, что известен комбинированный рабочий орган почвообрабатывающего орудия, содержащий клинообразную стойку, смонтированные на ее задней части тукопровод, а в нижней части – лемеха, и установленные в створе стойки и перед ней вертикальный дисковый нож, при этом под лемехами размещен сопряженный с тукопроводом распределительный тукопровод, имеющий выходные окна в задней части лемехов и установленные с переменным углом к направлению движения направляющие лопатки, высота и величина угла установки которых выполнены увеличивающимися от вертикальной оси симметрии стойки к периферии лемехов, причем в месте сопряжения тукопровода и распределительного тукопровода установлен делитель потока туков [3].

К недостаткам описанного орудия относятся недостаточное рыхление почвы и неравномерное распределение удобрений в пахотном слое, т.к. удобрения поступают в пахотный горизонт только при сходе почвы с башмака.

Известен рабочий орган плоскореза-глубокорыхлителя-удобрителя, содержащий комбинированную стойку, смонтированные на ее задней части тукопровод, а в нижней части – лемехи, ус-

тановленные с помощью башмака в створе стойки, при этом перед стойкой размещен вертикальный дисковый нож, при этом за тукопроводом в прорези башмака установлены зубчатые вальцы-крошители почвы, опорные подшипники которых закреплены в нижней части лемехов, а передняя часть комбинированной клинообразной стойки закруглена по радиусу 350–400 мм и имеет двухстороннюю заточку под углом 15–20°, причем передние кромки лемехов сопряжены с боковой гранью заточенной части комбинированной клинообразной стойки, а лемехи установлены под углом 25–30° к горизонтальной плоскости, имеют нижнюю заточку с углом заострения 12–15°, при этом дисковый нож установлен на глубине ниже режущей кромки лемехов на 5–10 мм, имеет ограничительные реборды под заданную глубину обработки и закреплен к раме с помощью стоек, имеющих П-образные выступы под реборды, а к комбинированной клинообразной стойке – с помощью горизонтальных планок с выступами под реборды [4].

К недостаткам данной конструкции рабочего органа плоскореза-глубокорыхлителя-удобрителя относятся низкое качество крошения поднятого почвенного пласта, повышенное тяговое сопротивление, образование развальной борозды на обработанной поверхности почвы в зоне движения стойки рабочего органа.

Известно комбинированное орудие для обработки почвы с внесением удобрений, содержащее клинообразную стойку, смонтированные на ее задней части тукопровод, а в нижней части - лемеха, установленные с помощью башмака в створе стойки, а перед ней вертикальный дисковый нож, при этом за тукопроводом с помощью кронштейнов, закрепленных к стойке, установлен рыхлительный барабан с зубьями, установленными на ступице по линиям многозаходного винта, причем на левой половине барабана винтовые линии имеют левостороннюю направленность, а на правой половине барабана – правостороннюю направленность, высота зубьев не менее половины величины глубины обработки комбинированного почвообрабатывающего орудия, под верхней кромкой лемехов размещен тукораспределительный трубопровод, имеющий выходные отверстия для подачи туковоздушной смеси [5].

К недостаткам описанного орудия относятся недостаточное рыхление почвы и выравнивание поверхности поля, так как одних зубьев для достижения этой цели недостаточно.

На рисунке 1 представлена оригинальная конструкция комбинированного орудия для обработки почвы с внесением удобрений [6] (а) – вид сбоку; б) – вид сверху, в) – многозаходняя спираль с зубьями левой стороны, считая по направлению движения агрегата, общий вид; г) – схема деформации почвы соседними заходами спирали с зубьями и без них; д) – схема относительных вертикальных колебаний соседних заходов спирали), где на раме 1 установлена клинообразная стойка 2. На ее задней части смонтирован тукопровод 3 для подачи туковоздушной смеси. Впереди к клинообразной стойке 2 с помощью кронштейнов 8 установлен вертикальный дисковый нож 9.

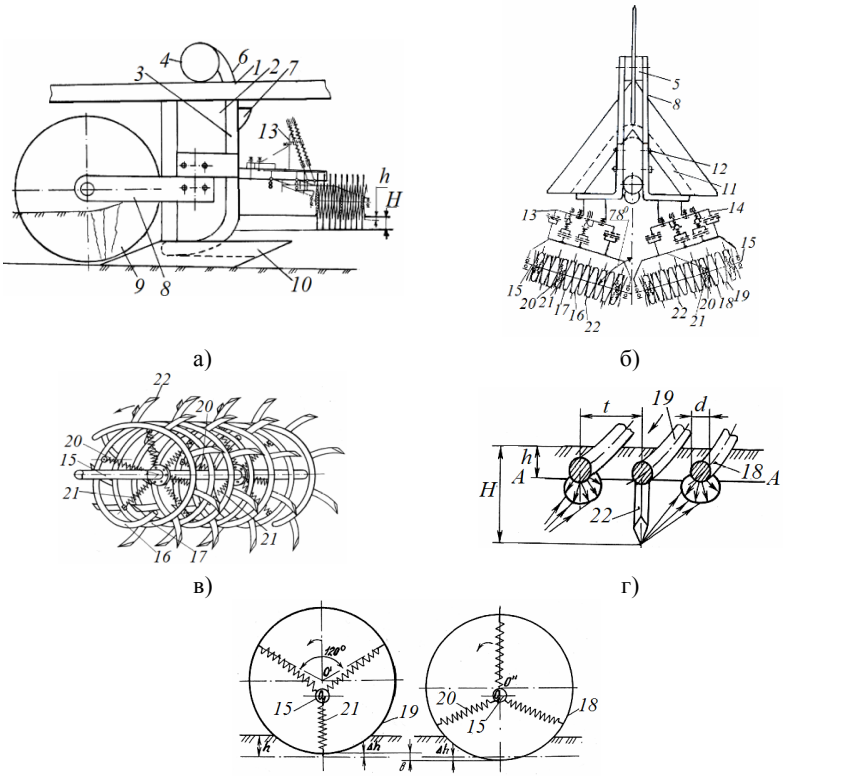


Рисунок 1 – Комбинированное орудие для обработки почвы с внесением удобрений

В нижней части стойки 2 установлены лемеха 10, образующие стрельчатую лапу. Под верхней кромкой лемехов 10 размещены тукораспределительные тукопроводы 11. Кронштейны 8 вертикального дискового ножа 9 закреплены к стойке 2 с помощью болтов 12. Дисковый нож смонтирован на кронштейнах 8 с помощью ступицы 5. На раме 1 установлен вентилятор 4 с приводом от гидромотора, который соединен с тукопроводом 3 патрубком 6. Тукопровод 3 имеет воронку 7 для приема туков от туковысевающего аппарата. На раме 1 посредством левой 13 и правой 14 рамок закреплены на горизонтальных валах 15 под углами атаки образующими с центральной осью острые углы ротационные рабочие органы, левый из которых выполнен в виде двухзаходней спирали с заходами 16 и 17, а правый выполнен в виде двухзаходней спирали с заходами 18 и 19, витки которых связаны с горизонтальными валами 15 посредством систем упругих элементов 20 и 21, состоящих каждая из трёх упругих элементов, расположенных радиально к валам 15 под углами 120^0 между собой. На рабочей поверхности заходов 16 и 19 спиралей установлены игольчатые зубья 22, а спирали смежных заходов 17 и 18 выполнены без зубьев. Системы 21, крепящие витки спиралей 16 и 19 с игольчатыми зубьями 22 к валу 15, смещены по фазе на острый угол φ равный 60° относительно системы 20, крепящей спиралей 17 и 18 без зубьев. Спирали левой стороны 16 и 17, считая по направлению движения орудия, выполнены с правым направлениями навивки, а спирали правой стороны 18 и 19 выполнены соответственно с левым направлением навивки, т. е. против направлений оборота пласта лемехами 10. Наружный диаметр витков равен 500 мм, диаметр прутка спирали – 20 мм, угол подъёма витка -10°, жесткость пружин подвески спиралей 20 Н/мм при их предварительном натяжении 10 мм, длина зубьев – 100 мм. Валы 15 секций образуют с центральной вертикальной плоскостью симметрии орудия острые углы по 78°, причём они устанавливаются с перекрытием взрыхленной лемехами 10 поверхности почвы.

При движении орудия по полю, лезвийная часть вертикального дискового ножа 9 разрезает корнесодержащий пласт почвы на глубину необходимой обработки, что предотвращает обволакивание стойки 2 растительными остатками и снижает тяговое сопротивление орудия.

Лемехи 10 подрезают пласт в горизонтальной плоскости, производят отделение пласта от почвенного массива, при этом происходит деформация почвы и ее сдвиг. После скалывания пласт почвы скользит по поверхности лемехов 10, не претерпевая деформаций.

Поверхностный слой почвы после прохода рабочих органов подвергается дополнительной обработке двухзаходними спиралями, основной причиной вращения которых является зацепление с почвой игольчатых зубьев 22, что и определяет главным образом направление воздействия спиралей на почвенный слой в горизонтальной плоскости, при этом задние поверхности нижних частей спиралей сдвигают уже подвергшуюся наибольшему воздействию рабочих органов и поэтому наименее сопротивляющуюся рыхлую почву к центру.

Заходы 16–19 спиралей по ширине захвата производят обработку поверхности, оставшейся от прохода лемехов 10 и частично поверхности поля, которая будет обработана во время следующего прохода. В последнем случае воздействие игольчатых зубьев 22 способствует предварительному нарушению монолитности верхнего слоя почвы с растительными включениями, что облегчает его дальнейшую обработку и перемещение к центру орудия во время последующего прохода. Такие перекрытия способствуют слитности обработки всей поверхности поля. Почвенные комки и глыбы, оставшиеся после прохода лемехов 10, подвергаются комплексному воздействию с одной стороны игольчатых зубьев 22, расположенных на первых заходах 16 и 19 спиралей, и витков вторых заходов 17 и 18 спиралей без зубьев, закреплённых на валах 15 соответственно системами 20 и 21 упругих элементов. При движении спиралей под действием на валы рамок 13 и 14, а также в результате реакции почвы на спирали, центры валов 15 (точка O^{1}) смещаются вниз относительно геометрических центров заходов 16–19 (точки O^{1} и O^{11}). При вращении заходов 16–19 спиралей и смене упругих элементов систем 20 и 21 и изменении результирующих усилий пружин в системах 20 и 21 создаются вынужденные колебания между валами 15 и заходами 16–19 спиралей. При движении заходов 16-19 спиралей в почве на средней глубине h смена положений упругих элементов систем 20 и 21 вызывает колебание заходов спиралей, прикреплённых к одному и тому же валу в почве на величи-

ну Δh. Смещение по фазе систем 20 и 21 на угол 60° вызывает колебания соседних заходов 16–17 и 18–19 каждой спирали в противофазе относительно друг друга. Амплитуда указанных относительных колебаний равна 2Δh=5…8 мм при различных параметрах систем 20 и 21. Сочетание полученной вибрации заходов 16-19 спиралей с деформацией почвы путём накалывания глыб игольчатыми зубьями 22, движущимися на средней глубине H, и деформацией смятия от витков заходов 17 и 18 спиралей, движущихся на средней глубине h, позволяет получить эффект улучшения крошения почвенных глыб. При этом деформация сдвига почвы от воздействия игольчатых зубьев 22 на заходах 16 и 19 спиралей распространяется в верхние слои почвы и пересекается с деформацией смятия почвы от витков заходов 17 и 18 спиралей без зубьев, что сопровождается защемлением глыб почвы и их интенсивным крошением при одновременном выравнивании поверхности почвы, что обеспечивает закрытие развальной борозды, образованной стойкой 2.

Таким образом после прохода орудия поверхность поля будет выравненной с мелкокомковатой структурой. При этом в воронку 7 будут подаваться минеральные удобрения (гранулированные или пылевидные), в то же время в тукопровод 3 вентилятором 4 будет подаваться воздух. В тукопроводе 3 происходит смешивание удобрений с воздухом, и образованная туковоздушная смесь под напором подается в тукораспределительные трубопроводы 11. Через отверстия тукораспределительных трубопроводов 11 туковоздушная смесь поступает в разрыхленный слой почвы, что обеспечивает равномерное распределение удобрений по всему пахотному горизонту.

Заключение. На основании проведенных патентных исследований предложена оригинальная конструкция комбинированного орудия для обработки почвы с внесением удобрений, способного повысить качество крошения почвенных глыб и выравненность поверхности поля. Равномерное распределение удобрений в корнеобитаемом слое почвы обеспечит оптимальные условия для роста и развития растений и повышение урожайности.

Список использованной литературы

1. Романюк, Н.Н. Снижение уплотняющего воздействия на почву мобильных энергосредств : монография / Н.Н. Романюк // Минск : БГАТУ, 2020. – 200с.

2. К разработке комбинированного орудия для глубокого рыхления почвы одновременно с внесением удобрений / Н.Н. Романюк [и др.] // Материалы 2 Междунар. науч.-практич. конф. «Актуальные проблемы и перспективы развития сельских терри-

торий и кадрового обеспечения АПК», 9–10 июня 2022г. / редкол. : А.В. Миранович [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2022. – С.244–248.

3. Патент RU на изобретение №2268574, A01C 7/20, A01B 49/04, 27.01.2006, Бюл. № 3.

4. Патент RU на изобретение №2365082, опубл. 27.08.2009, Бюл. №24.

5. Патент РФ №2411709. МПК A01B 49/06; A01C 7/20, 20.02.2011, Бюл. №5.

6. Комбинированное орудие для обработки почвы с внесением удобрений : патент на изобретение 35824 B Респ. Казахстан, МПК A01B 49/06 / С.О. Нукешев (KZ); Н.Н. Романюк (BY); В.А. Агейчик (BY); С.А. Войнаш (RU); заявитель Нукешев Саяхат Оразович. – № 2021/0495.1; заявл. 16.08.2021; зарегистрир. 09.09.2022 // Государственный реестр изобретений Респ. Казахстан. – 2022. – Бюл. № 36.

УДК 631.356.4

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ КАРТОФЕЛЕКОПАТЕЛЯ КСТ-1,4

Д.Н. Бондаренко, старший преподаватель,
А.А. Зенов, старший преподаватель,
Д.А. Яновский, ассистент, А.О. Ясевич, студентка
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь
jda.shm@bsatu.by

Аннотация: в статье предложено усовершенствование картофелекопателя КСТ-1,4 путем установки трехлопастного битера для увеличения производительности.

Abstract: the article proposes an improvement of the KST-1.4 potato digger by installing a three-bladed beater to increase productivity.

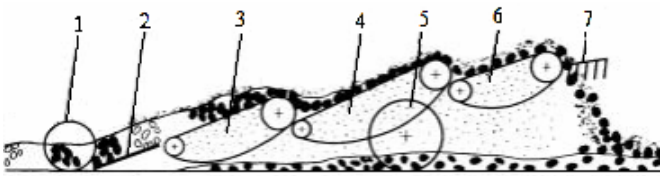
Ключевые слова: картофелекопатель, лемех, элеватор.

Keywords: potato digger, ploughshare, elevator.

Введение. Картофель является одной из самых востребованных сельскохозяйственных культур. Более 80 % урожая картофеля убирается механизированным способом в сложных почвенно-климатических условиях Беларуси, что приводит к снижению эффективности работы применяемых картофелеуборочных машин, повышению повреждаемости клубней и себестоимости картофеля.

Основная часть. В сельскохозяйственных предприятиях картофель на увлажненных участках, а также тяжелых почвах, убирают картофелекопателями [1]. Технологический процесс уборки картофеля картофелекопателем КСТ-1,4 (рисунок 1) протекает следующим образом: лемеха *2* подкапывают два смежных рядка и направляют пласт на скоростной элеватор *3*, полотно которого дви-

жется с большей скоростью, чем сам картофелекопатель. Растягиваясь, пласт интенсивно разрушается, что облегчает выделение клубней. Процесс разрушения и сепарации почвы продолжается на основном *4* и каскадном *6* элеваторах, имеющих большую просеивающую поверхность [2].



1 – копирующее колесо; 2 – активные лемеха; 3 – скоростной элеватор; 4 – основной элеватор; 5 – ходовые колеса; 6 – каскадный элеватор; 7 – сужающие щитки

Рисунок 1 – Схема технологического процесса работы картофелекопателя КСТ-1,4

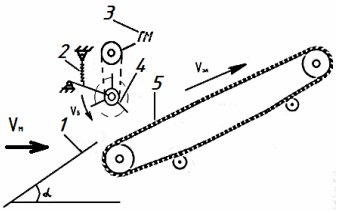
Недостатком конструкции является то, что при работе КСТ-1,4 на переувлажненных и засоренных участках происходит некачественная сепарация почвы элеваторами. Это приводит к снижению качества уборки картофеля, высокой нагрузке на элеваторы, их привод и ВОМ трактора. При работе на данных участках рабочая скорость агрегата вынуждено уменьшается и производительности самого картофелекопателя КСТ-1,4 снижается.

Нами предложена конструкция трёхлопастного битера с регулируемой скоростью вращения (рисунок 2), привод которого осуществляется от гидромотора через регулятор потока. Устройство устанавливается верхней части первого элеватора.

Конструкция трёхлопастного битера 4 включает шарнирно закрепленную к раме машины рамку. Лопасти битера установлены под углом 120° друг к другу и выполнены из полиуретана, что предотвратит травмированную клубней картофеля при их встрече. Минимальная высота установки трёхлопастного битера над элеватором составляет 120…150 мм. Пружины сжатия *2* с механизмом регулирования жесткости позволяют устанавливать необходимое давление лопастей битера на поступаемый ворох, что обеспечивает порционное отделение массы (ее растаскивание) и далее подачи на сепарирующий элеватор. Процесс сепарации почвы будет выполняться при условии

$$V_м > V_б > V_{эл},$$

где $V_б$ – окружная скорость трехлопастного битера; $V_{эл}$ – скорость элеватора; $V_м$ – скорость машины.



1 – лемех, 2 – пружина,
3 – гидромотор, 4 – трёхлопастной битер,
5 – элеватор
Рисунок 2 – Схема установки
трёхлопастного битера
в сепарирующую часть

Данное условие выполняется за счет бесступенчатой регулировки скорости вращения битера гидромотором и регулятором потока. Предлагаемая конструкция позволит устранить вышеуказанные недостатки.

Процесс роботы устройства протекает следующим образом. Лемех *1* подкапывает грядку на установленную глубину и направляет массу на вращающийся со скоростью $V_б$ трехлопастной битер *4*, где происходит растаскивание верхних слоев вороха, что улучшает дальнейшую сепарацию элеватором. Если одновременно с ворохом поступает большой объем растительных остатков, то трёхлопастной битер приподнимется вверх предварительно сжав пружину *2*, тем самым предотвратит сгруживание в приемной части.

Если картофелекопатель работает на легких почвах, то скорость трехлопастного битера уменьшается $V_б \geq V_{эл}$. В случае если КСТ-1,4 работает на средних, тяжелых, переувлажненных или засоренных участках, то трехлопастной битер вращается со скоростью обеспечивающей продольно-поперечный разрез картофельного пласта и дальнейшей его подачи на элеватор.

Заключение. Таким образом, применение предлагаемого устройства позволяет ему увеличить качество сепарации при работе на различных типах почв, пропускную способность сепарирующих устройств без повреждения клубней картофеля, а это позволит увеличить производительность картофелекопателя.

Список использованной литературы

1. Портянко, Г.Н. Картофелеуборочные машины: учеб.- метод. пособие / сост. Г.Н. Портянко [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2009. – 52 с.

2. Петров, Г.Д. Картофелеуборочные машины / Г.Д. Петров. – М.; Машиностроение, 1984. – 384 с.

УДК 621.878.44

РАСЧЕТ КИНЕМАТИЧЕСКИХ И СИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОМЕХАНИЗМА ПОВОРОТА ФРОНТАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА С ШАРНИРНО-СОЧЛЕНЕННОЙ РАМОЙ

А.Н. Смирнов, канд. техн. наук, доцент,
П.В. Авраменко, канд. техн. наук, доцент, К.А. Омелящик, студент
«УО Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
Smirnov@bsatu.by

Аннотация: В статье приведен расчет кинематических и силовых параметров гидромеханизма поворота фронтального погрузчика с шарнирно-сочлененной рамой.

Abstract: The article give design kinematical and force parameter hydromechanism turn front loader with articulated vehicle.

Ключевые слова: погрузчик, параметры, гидроцилиндр, шарнирно-сочлененная рама.
Key words: loader, parameter, hydrocylinder, articulated vehicle.

Введение. Транспортные средства с шарнирно-сочлененной рамой получили широкое распространение, так как они имеют меньший минимальный радиус поворота по сравнению с машинами с управляемыми колесами, что улучшает их маневренность и сокращает время цикла (например, многие погрузчики и трактора).

Средние и тяжелые погрузчики выпускают с шарнирно-сочлененными рамами. Поворачивается погрузчик путем взаимного перемещения полурам относительно вертикального шарнира, располагаемого в середине или со смещением вперед относительно середины шасси. Угол поворота одной полурамы относительно другой берут в пределах 35÷45° [1]. С увеличение угла поворота ухудшается устойчивость погрузчика. Такая конструкция получила в последнее время наибольшее распространение в результате высоких маневровых качеств погрузчика (значительно сокращается радиус поворота), обеспечения точности подхода к транспортным средствам, упрощения и унификации конструкции ведущих мостов, возможности создания конструктивно подобных погрузчиков независимо от их типоразмера.

Кинематика поворота погрузчика с шарнирно-сочлененной рамой рассмотрена в работе [2]. Однако здесь не рассмотрена кинематика гидромеханизма поворота полурам, в который входят два гидроцилиндра. Не рассматривались также силовые параметры гидромеханизма поворота (развиваемый гидроцилиндрами момент).

Правильный, рациональный выбор этих параметров обеспечивает необходимые кинематические и силовые показатели гидромеханизма поворота.

Целью работы является расчет кинематических и силовых параметров гидромеханизма поворота фронтального погрузчика с шарнирно-сочлененной рамой.

Основная часть. Безрычажные схемы гидромеханизмов подъема стрелы и поворота шарнирно-сочлененных полурам погрузчика с точки зрения кинематики по сути являются идентичными. Разница состоит в том, что поворот полурам на определенный угол осуществляется двумя гидроцилиндрами, один из которых работает поршневой полостью, а другой штоковой (рис. 1).

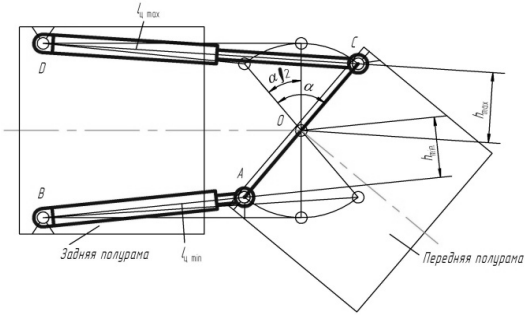


Рисунок 1 – Схема для расчета гидромеханизма поворота шарнирно-сочлененных полурам

Необходимо определить ход *S* гидроцилиндров поворота полурам и радиус *R* вращения передней полурамы относительно задней. Данная задача всегда имеет место при расчете кинематики и ее решение путем подбора особенно при необходимости варьирования исходными данными без системного подхода является весьма трудоемким процессом и занимает немало времени при проектировании.

В статье [3] приведен расчет выходных характеристик механизма подъема стрелы фронтального погрузчика. Однако, такие параметры, как ход *S* стреловых гидроцилиндров и радиус R вращения стрелы здесь входят в исходные данные для расчета, хотя при проектировании гидромеханизма подъема стрелы они являются неизвестными и методика их расчета отсутствует.

В работе [4] была разработана методика расчета *S* и *R* для гидромеханизма подъема стрелы путем решения на ПЭВМ в среде

Mathcad системы нелинейных уравнений с двумя неизвестными, однако это справедливо и для гидромеханизма шарнирно-сочлененной рамы:

$$\begin{cases}(l_0+S)^2+2R(l_0+S)\sin\arccos(h_1/R)=(l_0+2S)^2-2R(l_0+2S)\cos\arcsin(h_2/R); \\ (l_0+2S)^2=(l_0+S)^2+4R^2\sin^2\alpha/2+4(l_0+S)R\sin(\alpha/2)\cos[\arccos(h_1/R)-\alpha/2],\end{cases} \quad (1)$$

где l_0 – условная длина гидроцилиндра поворота без учета полного хода S поршня (при $S = 0$), м; α – полный угол поворота передней полурамы относительно задней, рад; h_1, h_2 – плечи гидроцилиндра поворота соответственно при его минимальной $l_{цmin}$ и максимальной $l_{цmax}$ длине, м.

Принимаем АВ = $l_{цmin} = l_0 + S$; CD = $l_{цmax} = l_0 + 2S$; ОА = ОС = R.

Система уравнений (1) связывает шесть параметров, и задавая любые четыре в нее входящие, можно определить два остальные.

Для решения системы уравнений (1) на ПЭВМ необходимо задать начальные приближения, для определения которых необходимо построить графики функций. Так как переменные S и R заданы неявно, то графики построить невозможно. Поэтому, в системе нелинейных уравнений с двумя неизвестными (1) вычитая из второго уравнения первое, после преобразований получаем нелинейное уравнение $S = f(R)$:

$$S=\{l_0\cos\arcsin(h_2/R)+l_0\sin\arccos(h_1/R)-2R\sin^2(\alpha/2)- \\ -2l_0\sin(\alpha/2)\cos[\arccos(h_1/R-\alpha/2]\}/\{2\sin(\alpha/2)\cos[\arccos(h_1/R)-\alpha/2]- \\ -2\cos\arcsin(h_2/R)-\sin\arccos(h_1/R)\},\text{м}. \quad (2)$$

Задавшись исходными параметрами l_0, h_1, h_2 и α по зависимости (2) в среде Mathcad строим график $S = f(R)$, по кривой которого определяем начальные приближения, и используя их, решаем на ПЭВМ систему уравнений (1) и выбираем положительные значения S и R.

По исходным данным и найденным S и R определяем текущее силовое плечо $h_Т$ гидроцилиндра поворота в зависимости от его текущего хода $S_Т$ [4].

Как следует из работы [4], зависимости $h_Т = f(S_Т)$ и $S_Т = f(\alpha_Т)$, где $\alpha_Т$ – текущий угол поворота полурам, имеют вид:

$$h_т = R\sin\arccos\{[(l_{цmin}+S_т)^2-l_{цmin}^2-2Rl_{цmin}\sin\arccos(h_1/R)]/[2R(l_{цmin}+S_т)]\},\text{м}; \quad (3)$$

$$S_т=-l_{цmin}+\sqrt{l_{цmin}^2+4R\sin(\alpha_т/2)\{R\sin(\alpha_т/2)+l_{цmin}\cos[\arccos(h_1/R)-(\alpha_т/2)]\}},\text{м}. \quad (4)$$

Зависимость $h_T = f(\alpha_T)$ можно определить, подставляя выражение (4) в уравнение (3).

Определяем суммарный текущий момент M_T, развиваемый гидроцилиндрами поворота полурам:

$$M_T = F_П h_{T1} + F_Ш h_{T2} = p(f_П h_{T1} + f_Ш h_{T2}) = \pi p [D^2 h_{T1} + (D^2 - d^2) h_{T2}]/4, \text{ Н·м},$$

где $F_П$, $F_Ш$ – соответственно усилие в поршневой и штоковой полости гидроцилиндров поворота, Н; h_{T1}, h_{T2} – текущие плечи гидроцилиндров, м; $f_П$, $f_Ш$ – соответственно площади поршневой и штоковой полости гидроцилиндров, м^2; p – давление в гидроцилиндрах, Па; D, d – соответственно диаметр поршневой и штоковой полости, м.

Работа, совершаемая гидроцилиндрами при повороте полурам на угол α равна: $A_Ц = \int_0^{\alpha} M_T \, d\alpha_T$, Дж, и при этом будет максимальной при $h_1 = h_2$, что следует учитывать при проектировании гидромеханизма поворота фронтального погрузчика с шарнирно-сочлененной рамой.

Заключение. 1. Данная методика расчета может быть реализована на ПЭВМ в среде Mathcad при проектировании погрузчиков “Амкодор” для уменьшения трудоемкости при выборе кинематических и силовых параметров гидромеханизма поворота фронтального погрузчика с шарнирно-сочлененной рамой и сокращения времени на разработку. 2. Предложенная методика расчета является универсальной и может быть распространена на любые машины (в том числе сельскохозяйственные), имеющие безрычажные схемы гидромеханизмов поворота звеньев.

Список использованной литературы

1. Базанов, А.Ф. Самоходные погрузчики / А.Ф. Базанов , Г.В. Забегалов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 406 с.

2. Бояркина, И.В. Технологическая механика одноковшовых фронтальных погрузчиков: монография / И.В. Бояркина. – Омск: СибАДИ, 2011. – 336 с.

3. Тарасов В.Н. Аналитическое исследование механизма подъема стрелы фронтального погрузчика / В.Н. Тарасов, А.Н. Подсвиров. // межвуз. сб.: Гидропривод и системы управления строительных, тяговых и дорожных машин. – Новосибирск, 1978.

4. Смирнов, А.Н. Расчет некоторых кинематических и динамических параметров погрузочного оборудования одноковшового фронтального погрузчика / А.Н. Смирнов, Н.Д. Лепешкин // Механизация и электрификация сельского хозяйства: Межведомственный тематический сборник РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Мн., 2012. – Вып. 46. – С. 64–68.

УДК 631.459.6.02

СТУПЕНЧАТЫЙ ПЛУГ С ВЫРЕЗНЫМ ДИСКОМ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СКЛОНОВЫХ ПОЛЕЙ

Ф.М. Маматов, д-р техн. наук, профессор,
Н.Ш. Рашидов, канд. техн. наук, доцент,
А.А. Сафаров, старший преподаватель
Каршинский инженерно-экономический институт,
г. Қарши, Республика Узбекистан
nurbek.rashidov91@mail.ru

Аннотация: В статье приведены обоснование конструктивной схемы и взаимного расположения рабочих органов плуга для противоэрозионной обработки склоновых полей. Авторами разработан ступенчатый плуг, осуществляющий безбороздную гладкую вспашку склоновых полей и формирование на поверхности пашни противоводноэрозионных гребней и прерывистых бороздок. В предлагаемой технологии вначале осуществляется оборот пластов в пределах собственной борозды, полосное подпахотное рыхление почвы, затем на поверхности пашни формируются противоводноэрозионные гребни и прерывистые бороздки с преградами.

Abstract: The article provides a rationale for the design scheme and the relative position of the working bodies of the plow for anti-erosion treatment of slope fields. The authors have developed a stepped plow that performs furrowless smooth plowing of slope fields and the formation of anti-water erosion ridges and discontinuous grooves on the surface of arable land. In the proposed technology, first, the layers are reversed within their own furrow, sub-arable soil loosening in a strip, then on the surface of the arable land, anti-water erosion ridges and intermittent grooves with obstacles are formed.

Ключевые слова: склон, вспашка, водная эрозия, вырезной сферический диск, корпус, оборот пласта, гладкая вспашка, прерывистая борозда, гребень.

Key words: slope, plowing, water erosion, cut spherical disc, body, seam turnover, smooth plowing, intermittent furrow, ridge.

Введение. В комплексе мер, обеспечивающих надёжную защиту почвы от водной эрозии, решающее значение имеет разработка эффективных почвозащитных технологий возделывания сельскохозяйственных культур и технических средств.

Созданные в результате этих исследований машины и орудия с определенными положительными результатами применяются в сельскохозяйственном производстве. Однако, в данных исследованиях недостаточно изучены вопросы по разработке линейно-ступенчатого плуга с вырезным диском, осуществляющего качественную гладкую безбороздную вспашку склоновых полей с одновременным образованием гребней и прерывистых бороздок на поверхности обработанного поля, противодействующих водной эрозии [1].

Анализ исследований показал, что предотвращения водной эрозии при основной обработки почвы склоновых полей, снижения расхода топлива, трудовых и материальных затрат можно достичь, применив технологию безбороздной гладкой вспашки с одновременным формированием на поверхности пашни противоводноэрозионных гребней и прерывистых бороздок и линейно-ступенчатого плуга для ее осуществления. Учитывая вышеприведенное в Каршинском инженерно-экономическом институте разработан линейно-ступенчатый плуг с вырезным диском [2].

На основании анализа проведенных научно-исследовательских работ и исследований разработана технология обработки склоновых полей безбороздной гладкой вспашки с одновременным образованием на поверхности пашни противоводноэрозионных гребней и прерывистых бороздок, а также конструктивная схема плуга для её осуществления.

Плуг, осуществляющий эту технологию состоит из рамы 1, дисковых ножей, ступенчато расположенных в продольном направлении правоборачивающих винтовых корпусов 3-6, заплужников 7–10, почвоуглубителей 11 и вырезных дисков 12 и 13. Заплужники закреплены к лемеху корпусов, почвоуглубители типа “параплау” к стойкам нечетных корпусов (рис.1).

В процессе работы плуга дисковые ножи 2 производят вертикальные разрезы поля в плоскости полевого обреза корпусов и отделяют от массива пластов шириной b_n. Винтовой корпус 3 отделяет от дна пласт с толщиной a и шириной b_n и совместно с заплужником 7 оборачивает его в пределах собственной борозды. Одновременно с оборотом пласта нечетным корпусом почвоуглубитель 11 производит рыхление подпахотного слоя почвы на глубину $a_ч$. Аналогично работают остальные корпуса. Вырезной диск 12, установленный за нечетными корпусами, вырезает из поверхности пашни почву с толщиной a_o и оборачивая в сторону склона образует на поверхности пашни формирует противоводноэрозионные гребни и прерывистые бороздки с преградами. После прохода плуга на дне пашни образуется ступенчатый рельеф, а на её поверхности прерывистые бороздки. Все это способствует накоплению воды в почве и предохранению её от смыва ливневых дождей [3].

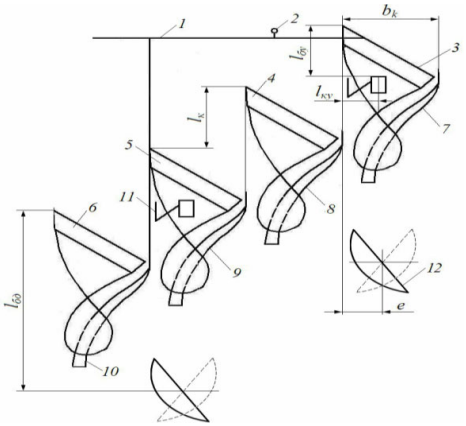
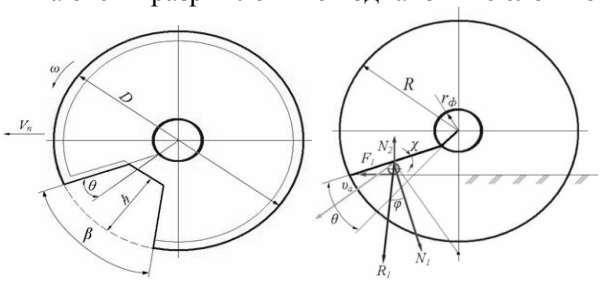


Рисунок 1 – Конструктивная схема линейно-ступенчатого плуга с вырезным диском

Основными параметрами, влияющими на качественные показатели и тяговое сопротивление линейно-ступенчатого плуга являются следующие: продольное расстояние между корпусами, ширина захвата корпусов, место установки почвоуглубителя к корпусу плуга, место установки вырезных дисков относительно корпусов.

Основная часть. В результате проведенных анализов установлено, что при установке вырезного сферического диска за нечетными корпусами с почвоуглубителями сферический диск вырезает почву с верхней части пласта оборачиваемого нечетным корпусом и отваливает на пласт, оборачиваемый четным корпусом [4]. При этом над первым пластом формируются бороздки, а под ним разрыхленный ступенчатый профиль. Гребни формируются над пластом, оборачиваемым четным корпусом, почва которого способствуют полной укладке пласта. При этом дождевые воды, накопленные в бороздках, впитываются в разрыхленные подпахотные слои почвы.



а *б*

Рисунок 2 – Параметры вырезного сферического диска

К основным параметрам вырезного сферического диска относятся следующие (рис.3): диаметр диска D; радиус кривизны рабочей поверхности диска R; угол установки диска к направлению движения α; угол сектора вырезной части диска β; глубина вырезной части диска h; угол установки лезвия рабочей части сектора диска к его радиусу θ.

Диаметр вырезного сферического дискаD определяем с учетом его глубины обработки почвы по следующему известному выражению [5].

$$D \geq Ka_{кд}, \tag{1}$$

где K – коэффициент, K=3,5–4; $a_{кд}$– глубина обработки почвы сферического диска, см.

При K=4 и глубине обработки диска в пределах 12–14 cm по выражению (1) имеем D=420–510 мм, принимаем 460 мм.

Для определения минимального угла сектора вырезной части сферического диска получено следующее выражение из условия образования минимально допустимой высоты преграды в бороздке

$$\beta = \frac{h_m ctg\phi_к \cos\alpha \cdot 360^0}{\lambda \pi R}, \tag{2}$$

где $\varphi_к$ – угол обрушения почвы, град.; h_m – высота преграды, см; α – угол установки диска к направлению движения, град.; λ – показатель кинематического режима работы диска.

Расчеты, проведенные по выражению (2) при R=0,23 m, h_m=0,08 m, α=30º, $\varphi_к$=40º и λ=1 показали, что минимальный угол сектора составляет 49º.

Глубину сектора вырезной части вырезного диска определяем с учетом высоты формируемых преград в бороздках. С учетом этого $h \geq h_m$. Учитывая, что минимальная высота должна быть не менее 8 cm, глубину сектора принимаем 10 cm.

Обоснование продольного и поперечного расстояния между вырезным сферическим диском и корпусом. Поперечное расстояние между вырезным сферическим диском и корпусом определяем из условия исключения попадания частиц почвы, оборачиваемой передним нечетным корпусом на пласт оборачиваемого последующим нечетным корпусом. Исходя из этого имеем

$$e > \frac{b_d}{2} + l_{ў} - b_к, \tag{3}$$

где $l_{ў}$ – ширина гребня образуемого на поверхности пашни по нижней части, m; $b_д$ – ширина захвата диска, m.

Из графиков, приведенных на рис., видно, что при установке вырезного диска за нечетным корпусом полностью выполняются условия по выражению (3). Поэтому принимаем

$$e \geq \frac{b_d}{2} = \frac{1}{2}\sqrt{a_{кд}(D - a_{кд})}\cos\alpha. \qquad (4)$$

По результатами расчета видно, что при $a_{кд}$=12 cm, α=30^0 и D=460 мм показали, что поперечное расстояние между вырезным сферическим диском и корпусом должен быть не менее 8,8 см. Учитывая установки почвоуглубителя относительно.

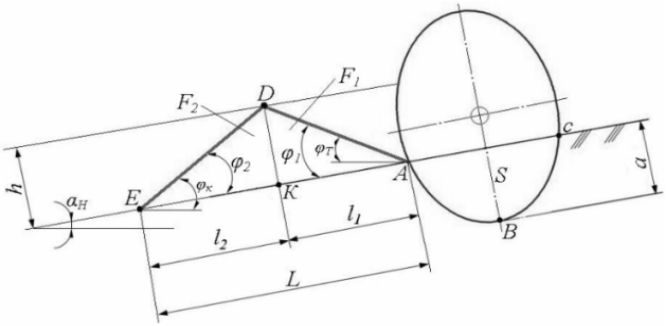


Рисунок 3 – Схема к определению расстояния поперечного отбрасывания частиц почвы $L_{ŷ}$ и высоты гребня $h_{ŷ}$ вырезным сферическим диском

Заключение. 1. Новый противоводноэрозионный способ основной обработки почвы склоновых полей даёт возможность гладкой безбороздной вспашки с одновременным образованием на поверхности пашни противоводноэрозионных гребней и прерывистых бороздок с преградами. 3. Линейно-ступенчатый плуг для основной обработки склоновых полей оборудован корпусами для оборота пластов в пределах собственной борозды и вырезными дисками, формирующими на поверхности пашни противоводноэрозионные гребни и прерывистые бороздки с преградами. 4. Для обеспечения требуемого качества работы диаметр вырезного сферического диска должен быть в пределах 420–510 см, и угол установки его к направлению движения в пределах 28–32º, минимальный угол сектора вырезного диска линейно-ступенчатого плуга должен быть 49º, а глубина сектора не менее 10 см, продольное расстояние между вырезным сферическим диском и четным корпусом должно быть не менее 110 см.

Список использованной литературы

1. Mamatov, F. Development of a frontal plow for smooth, furless plowing with cutoffs / F. Mamatov, N. Aldoshin, B. Mirzaev, H. Ravshanov, Sh. Qurbonov,

N. Rashidov // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1030 (2021) 012135. – United Kingdom, 2021. doi:10.1088/1757-899X/1030/1/012135.

2. Ravshanov, H. Plough hitch parameters for smooth tails / H. Ravshanov, L. Babajanov, Sh. Kuziev, N. Rashidov, Sh. Kurbanov // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 883 (2020).

3. Mamatov, F. Physical-mechanical and technological properties of eroded soils / F. Mamatov, U. Umurzakov, B. Mirzaev, N. Rashidov, G. Eshchanova, I. Avazov // E3S Web of Conferences 264, 04065 (2021). – France, 2020. doi.org/10.1051/e3sconf/202126404065.

4. Khudayarov, B. Ripper for processing slope field / B. Khudayarov, Sh. Mardonov, N. Rashidov, X. Sodikov, D. Baratov // E3S Web of Conferences 264, 04034 (2021). – France, 2021.doi.org/10.1051/e3sconf/202126404034.

5. Chuyanov, D. Soil preparation machine parameters for the cultivation of cucurbitaceous crops / D. Chuyanov, G. Shodmonov, I. Avazov, N. Rashidov, S. Ochilov // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering883(2020).

УДК 631.31.06

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СМЕМЕННОГО ВОРОХА КОРМОВЫХ КУЛЬТУР

Т.Х. Раззаков[1], канд. техн. наук, доцент,
С.Ж. Тоштемиров[1], канд. техн. наук, доцент,
Л.Т. Эркаева[2], магистрант

[1]Каршинский инженерно-экономический институт,
[2]Ташкентский государственный технический университет
г. Карши, Республика Узбекистан
razzakov 54.@ inbox.ru

Аннотация: в статье приведена методика и результаты экспериментальных исследований по изучению и определению физико-механических свойств семенного вороха кормовых культур. Приведены результаты определения фракционный состав и фракционные свойства компонентов вороха, а также по определению объемной массы, угла естественного откоса и самосогреваемость вороха при хранении перед сушкой.

Abstract: the article presents the methodology and results of experimental studies on the study and determination of the physical and mechanical properties of the seed heap of fodder crops. The results of determining the fractional composition and friction properties of the components of the pile, as well as determining the bulk mass, the angle of natural slope and self-heating of the pile during storage before drying are presented.

Ключевые слова: методика, проба, экспериментальные исследования семенной ворох, физико-механические свойства, фракционный состав, фрикционные и жесткостные свойства, объемная масса, самосогреваемость, влажность.

Key words: methodology, sample, experimental studies of the seed pile, physico-mechanical properties, fractional composition, friction and stiffness properties, bulk mass, self-heating, humidity.

Введение. Основной успешного развития животноводства является создание прочной кормовой базы для интенсивно развивающегося животноводства.

В общем комплексе мер по решение проблемы создания прочной кормовой базы для интенсивно развивающегося животноводства, как указано в постановлениях Президента и Правительство Республики Узбекистан является расширение посевов и значительное увеличение производства кормов из культур с высоким содержанием протеина (белка).

Обобщенных математических моделей для определения физико-механических свойств семенного вороха кормовых культур полученного методом очеса растений на семена, не существует. Определение свойств вороха осуществляется опытным путем [1,2].

Семенной ворох – это материал, полученный в процессе очеса растений клевера гребенкой очесывающего барабана уборочной машины. При очесе гребенка отрывает от стеблей соцветия, которых в ворохе содержится до 40 % (по массе). При этом способе, в отличие от других технологий уборки, получается более концентрированный по содержанию семян ворох. При уборке клевера на семена соцветия отрываются вместе с обрывками стеблей, длина которых может составлять от 5 до 65 см [2].

Основная часть. Состав вороха изменяется в широких пределах в зависимости от условий созревания и засоренности посевов, степени полеглости стеблей растений и других факторов. Относительная влажность вороха и его компонентов и его компонентов зависит от спелости культур, погодных условий, времени суток и т.д. [3].

Пределы изменения содержания основных компонентов вороха и их влажности приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Состав, влажность вороха

Наименование компонентов	Массовая доля, %	Относительная влажность, %
Соцветия и пыжина	31	до 50
Стебли и листья	55	до 76
Свободные семена	4	до 35
Сорняки	10	до 80

Количество целых стеблей зависит в основном от состояния стеблестоя растений, чем больше полеглость растений, тем более перепутанными стебли подаются в камеру очеса и тем больше количество целых стеблей отходит в составе вороха. Это происходит в результате того, что значительная часть стеблей при уборке полеглого растения не попадает между пальцами гребенки очесывающего барабана, а только выдергивается и всасывается из камеры очеса вместе с семенными соцветиями.

Кроме того, на количество стеблей в составе вороха также оказывает влияние влажность стебля. В ворохе с более высокой влажностью количество длинных частиц стеблей меньше, чем в сухом. Это объясняется тем, что у влажного растения меньше усилия отрыва соцветий от стебля. Максимальное усилие отрыва соцветий от стебля не превышает 20 Н, минимальное его значение -1,4 Н. По результатам исследований В.Г. Ковалев [4], отмечает, что при влажности стеблей 45…50 % усилие, необходимое для отрыва соцветий, находится в интервале 1,40…19,52 Н при среднем значении, равном 10,46 Н. С увеличением влажности стебля на 20…25 % усилие, необходимое для отрыва соцветий, уменьшается на 15…20 %.

Результаты опытов по определению жесткостных характеристик представлены на рис.1.На основании анализа зависимости жесткости стебля от его влажности, представленной на рис.1, можно заключить, что при уменьшении влажности с 70 до 30 % жесткость стебля увеличивается с 0,006 Н/м^2 до 0,01 Н/м^2 причем при влажности 30…40 % интенсивность изменения показателя возрастает.

В среднем величину жесткости для расчетов можно принять равной 0,07…0,008 Н/м^2, что соответствует влажности стеблей 40…60 %.

Объемная масса вороха клевера, как и многих других материалов, зависит от влажности, состава и наличия промежутков между частицами материала. На рис.4. представлена зависимость объемной массы вороха от его влажности. Из графика видно, что с увеличением влажности вороха от 35 до 65 % увеличивается его объемная масса соответственно с 80 до 185 кг/м^3. Как видно, из рис.4. наименьшая объемная масса имеет ворох с влажностью 35 % при содержании в нем 50–60 % стеблей и их частиц. При расчетах объемную массу сырого вороха можно принимать 180 кг/м^3 [5].

Одним из показателей подвижности частиц вороха является угол естественного откоса.

В зависимости от состава, влажности вороха величина угла естественного откоса колеблется в широких пределах – от 48 до 90°. Так, например, ворох, состоящий из одних соцветий или пыжины, по данным В. Мальтри, имеет угол естественного откоса 48,3…50,5°.

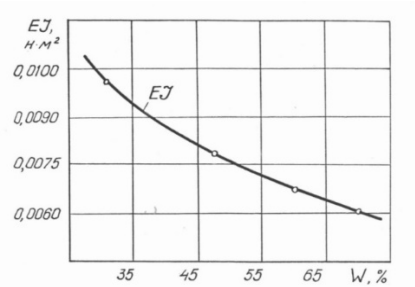


Рисунок 1 – Зависимость жесткости стеблей вороха от их влажности

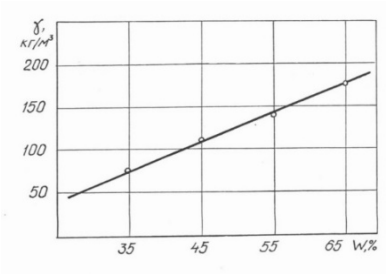


Рисунок 2 – Зависимость объемной массы γ вороха от влажности W

Ворох, содержащий в составе даже значительное количество стеблей и их частиц, сохраняет вертикальную стенку высотой иногда более 1,0 м. Такое явление можно наблюдать при открытии бортов тракторного прицепа, заполненного ворохом. Таким образом, минимальное значение угла естественного откоса семенного вороха клевера следует принимать 48°, а максимальное значение этого угла достигает до 90° [5].

Заключение. Результаты экспериментальных исследований по определению физико-механических свойств семенного вороха кормовых культур используется при определения конструктивных и кинематических параметров загрузчика конвейерных сушилок.

Список использованной литературы

1. Физико-механические свойства растений, почв и удобрений.: Методы исследования, приборы, характеристики. – М.: Колос, 1970. – 423 с.

2. Джонсон, Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке.: Методы обработ. данных / Н. Джонсон, Ф. Лион // Пер. с англ. под ред. Э.К. Лецкого. – М.: Мир, 1980. – 610 с.

3. Раззаков, Т.Х. Дозирование слоя вороха клевера в конвейерные сушилки и обоснование параметров загрузчика. дисс.…канд. техн. наук. – Горки, 1988. – 210 с.

4. Раззаков, Т.Х. Теоретический анализ процесса подачи вороха клевера наконвейер сушильной установки рабочим органом загрузчика / Т.Х. Раззаков, Г.Х. Эргашев, С.Т. Раззаков // Akademy. Научный журнал. – Россия, 2019. – №3 (42). – С. 23–24.

5. Ковалев, В.Г. Уборка клевера лугового на семена методом очеса растений на корню. дисс….канд. техн. наук. – Горки, 1986. – 225 с.

УДК 631.31.06

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ ПОСЕВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ ХЛОПЧАТНИКА

С.Ж. Таштемиров, канд. техн. наук, доцент,
Т.Х. Раззаков, канд. техн. наук, доцент, С.Ё. Хайдаров, студент
Каршинский инженерно-экономический институт,
г. Карши, Республика Узбекистан
sanjar_toshtemirov@mail.ru

Аннотация: В статье приведен анализ физико-механических свойства почвы, а также результаты проведенных экспериментов при обработке почвы посевных площадях на которых выращиваются сельскохозяйственные культуры, хлопчатник.

Abstract: The article presents an analysis of the physico-mechanical properties of the soil, as well as the results of experiments carried out during tillage of the cultivated areas on which agricultural crops are grown, cotton

Ключевые слова: почва, влажность, плотность, пахотный слой, гребень, сельскохозяйственные культуры.

Keywords: soil, humidity, density, arable layer, ridge , agricultural crops.

Введение. В сельскохозяйственном производстве республики проводятся широкомасштабные мероприятия по снижению затрат труда и энергии, экономии ресурсов, возделыванию сельскохозяйственных культур на основе передовых технологий и разработке высокопроизводительных сельскохозяйственных машин, в частности, особое внимание уделяется разработкам технических средств, обеспечивающих качественное выполнение всех технологических процессов для подготовки полей к посеву семян хлопчатника на гребнях при минимальных затратах энергии.

Физико-механические свойства почв на которых выращиваются сельскохозяйственные культуры в различных зонах бывают разнообразны. Поэтому изучение их физико-механические свойств, требует специального подхода [1]. Известно, что, не изучая физико-механические свойства, пахотного и нижнего слоя почвы, невозможно, создание новых энергоресурсосберегающих технологий и технических средств обеспечивающих высококачественную обработку почвы, с минимальными энергозатратами. Поэтому изучение физико-механические свойства почв посевных площадей хлопчатника пригодится при обосновании параметры рабочих органов комбинированного агрегата.

Основная часть. В Республике Узбекистан для выращивания сельскохозяйственных культур при подготовке почвы, плотность её должна быть в пределах 1,0–1,2 г/см^3, а влажность в пределах 16–18 %. В зависимости от вида растений и свойств почвы этот показатель изменяется по-разному. В пахотных слоях орошаемых землях для выращивания хлопчатника, самой приемлимой плотностью почвы считается 1,2–1,3 г/см^3, но иногда её плотность составляет в пределах 1,35 г/см^3. Если плотность почвы больше допустимого предела, урожайность хлопчатника и других сельскохозяйственных культур резко снижается. При этом особенно отрицательно влияет разнородность плотности почвы, так как в результате наблюдаются отсталости прорастании корней хлопчатника по времени [2].

По результатам проведенных экспериментов видно, что при плотности почвы 1,4–1,5 г/см^3 корневая система растений, не может прорасти через твёрдый слой почвы, т.е через подошву плуга, а только будет расслоятся по боковым сторонам верхнего слоя. В почвах, на которых выращиваются сельскохозяйственные культуры, в связи с ежегодной обработкой почвы в одной той же глубине, в нижнем слое почвы образуется подошва плуга. [3].

Для предотвращения этого нежелательного явления, т.е. во избежания образовании в нижнем пахотном слое почвы подошвы плуга, необходимо, раз 2–3 года обрабатывать почвы до глубины одного метра, в результате этого разрушается подошва плуга.

В посевных площадях пропашных культур, т.е. хлопчатника и кукурузы в некоторых междурядьях имеется искусственно создаваемые полевные борозды и гребни. Они характеризуется не только неравномерным рельефом, но и различными значениями физико-механических свойств почвы, лежащей в междурядьях.

Основной задачей обработки почвы является, улучшение процесса аэрации и фильтрации, а также сбор (создании) и сохранение влажности почвы.

На полях фермерских хозяйств в ноябрь-декабрь месяцах 2020–2021 года, нами были изучены, влияние традиционной технологий на вышеизложенных основных показателей.

Известно, что влажность и плотность является основными показателями физико-механических свойств почвы. Для определения плотности и влажности пахотного и подпахотного слоя почвы, были получены пробы из такирной почвы хлопкового поля посеянного междурядьями 60 см.

При выборе места получения образцов почвы во время вегетации хлопчатника, учитывалось, что, с одной части, поля, попавшие под многократное воздействие ходовой системы трактора, а с другой части, поля, не попавшие под её действие. Поэтому в поле плотность почвы определялась в верхней точке гребня (в зоне расположения корневой системы хлопчатника) и в середине рядка (полевой борозды). При этом высота гребней в среднем составляла 10,4 см.

Результаты исследований показали, что плотность почвы в середине гребня и междурядьях незначительно различаются между собой. В верхнем горизонте гребня (0–10 см) почва мягкая, а плотность её составляла 1,22 г/см^3. Поливные борозды во время культивации обрабатываются. Кроме того, после последнего орошения в этом горизонте образуются трещины. Происходящие все эти явления в этом горизонте приводят к снижению плотности почвы.

В 10–20 см горизонте гребня плотность почвы составляла 1,36 г/см^3. В период вегетации растений этот слой почвы не обрабатывается, так как она является защитной зоной.

В этом горизонте почва в следствии выпуклой формы рельефа междурядий уплотняется под воздействием колес трактора в результате распределение деформации в боковые стороны. В слоях 20–30, 30–40 и 40–50 см плотность почвы повышается. В нижних слоях горизонта плотность повышается, а в горизонте 40–50 см плотность доходит до 1,47 г/см^3. Самая высокая плотность почвы образуется в середине борозды, на горизонте 40–50 см. В этом горизонте борозды плотность составляет 1,49 г/см^3, и соответственно 0,02 г/см ^{3} больше от плотности почвы находящейся в гребне. В связи с уменьшением междурядий плотность полевой борозды и гребня незначительно отличается между собой. [4, 5].

Заключение. Как видно, из выше изложенных материалов, что при обработке почвы традиционным методом она больше уплотняется, при этом влажность не собирается и не сохраняется. Поэтому внедрение в сельскохозяйственное производство почвозащищающие, водосберегающие и энергосберегающие технологии является переспективной задачей.

Список использованной литературы

1. Бобохужаев, И. Почвоведение / И. Бобохужаев, П.Т. Узоков. – М.: Труд, 1995. – 292 с.

2. Mamatov, F.M. Energy-resource-saving technology and a machine for preparing soil for planting cotton on the ridges / F.M. Mamatov, S.J. Toshtemirov,

Y.B. Kholiyorov, Z.L. Botirov // European Science Revive. – Austria, 2018. – № 3–4. – P.240-243. (05.00.00; № 2).

3. Toshtemirov, S.J. Energy-resource-saving technologies and machine for preparing soil for sowing / S.J. Toshtemirov, F.M. Mamatov, Z.L. Botirov, D.Sh. Chuyanov, G'.Kh. Ergashov, S.M. Badalov // European science revive. – Austria, 2018. – № 3–4. – p. 273-240. (05.00.00; № 2).

4. Mamatov, F.M. Energy-resource-saving technology and a machine for preparing soil for planting cotton on the ridges / F.M. Mamatov, S.J. Toshtemirov, Y.B. Kholiyorov, Z.L. Botirov // European Science Revive. – Austria, 2018. – № 3–4. – P.240-243. (05.00.00; № 2).

5. Toshtemirov, S.J. Energy-resource-saving technologies and machine for preparing soil for sowing / S.J. Toshtemirov, F.M. Mamatov, Z.L. Botirov, D.Sh. Chuyanov, G'.Kh. Ergashov, S.M. Badalov // European science revive. – Austria, 2018. – № 3–4. – p. 273-240. (05.00.00; № 2).

УДК 631.353.2

АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКЦИИ КОЛЕСНО-ПАЛЬЦЕВЫХ ГРАБЛЕЙ-ВАЛКОВАТЕЛЕЙ

Э.В. Дыба[1], канд. техн. наук доцент,
В.В. Микульский[1], канд. техн. наук, старший научный сотрудник,
Л.И. Трофимович[1], научный сотрудник,
А.И. Пунько[2], канд. техн. наук, доцент, В.В. Остриков[2], студент
[1]РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»
[2]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет» г. Минск, Республика Беларусь
Dibua-18@mail.by; Punko@tut.by

Аннотация: в статье изложены результаты анализа тенденций развития конструкций рабочих органов колесно-пальцевых граблей-валкователей.

Absract: the article presents the results of the analysis of trends in the development of the designs of the working bodies of the wheel-finger rakes-swathers.

Ключевые слова: грабли-валкователи, конструкция, рабочие органы сдвоенного типа, потери травяных кормов.

Key words: rakes-swathers, design, working bodies of double type, loss of grass fodder.

Введение. Исследование тенденций развития колесно-пальцевых граблей, технического уровня современных конструкций, применяемых для валкования скошенных трав, проводится с целью выявления лучших машин, производимых на мировом рынке, обоснования технико-экономических показателей и использования результатов исследования для разработки технических решений, направленных на создание новой конструкции рабочих органов, обеспечивающих качественное выполнение работ при заготовке кормов.

Основная часть. В настоящее время технологическая операция сгребания высушенной или провяленной массы в валки выполняется в Республике Беларусь преимущественно ротационными граблями-валкователями, которые сгребают траву граблинами, установленными на вращающихся роторах, с шириной захвата от 4 до 7 м (ГВР-420, ГВР-630, ГР-700П производства ОАО «Управляющая компания холдинга «Бобруйскагромаш»; ГВЦ-6,6, ГВБ-6,2 производства ОАО «Лидаагропроммаш»).

Основное их достоинство – это минимальная чувствительность рабочих органов к плотности растительности, её засорению и препятствиям в виде камней. Однако высокая окружная скорость зубьев граблин (10–15 м/с) и постоянный их контакт с поверхностью почвы приводят 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. Все это обуславливает и потери энергетической ценности кормов.

Наряду с такими машинами стали применяться и колесно-пальцевые грабли (рисунок 1).

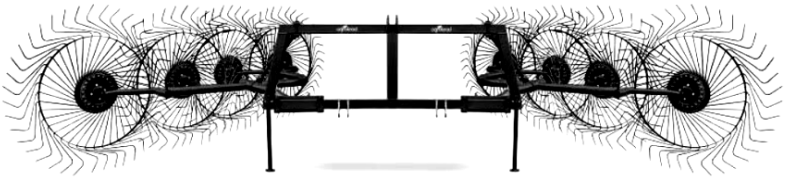


Рисунок 1 – Колесно-пальцевые грабли-валкователи

При их использовании сгребание скошенной травы осуществляется с помощью вертикально вращающихся пальцевых рабочих колес, расположенных под углом в 45–50º к линии движения машины. При этом привод пальцевых колес осуществляется не от ВОМ трактора, как у ротационных, а от сил сцепления с растительной массой, расположенной на земле, чем положительно отражается не только на стоимости машины, но и на технологическом процессе сгребания зеленой массы.

Следует отметить, что при работе колесно-пальцевых граблей-валкователей окружная скорость пальцев рабочих колес в несколько

раз ниже, чем у зубьев ротационных граблей, благодаря чему режимы работы колесно-пальцевых граблей являются щадящими, следовательно, их можно применять для валкования бобовых трав и бобово-злаковых смесей с многоукосной системой их заготовки. Кроме того, благодаря наличию в каждом рабочем колесе пружинной подвески пальцы колес хорошо адаптируются к неровностям почвы, включая склоны и холмистые угодья, при этом, в сравнении с ротационными граблями, несколько снижается засорение формируемого валка камнями, землей и другими инородными включениями [2].

Однако полное исключение засорения формируемого валка при работе колесно-пальцевыми граблями-валкователями не представляется возможным, так как и им присущ всё тот же недостаток, что и ротационным граблям – волочение растительной массы по стерне. Он обусловлен постоянным контактом пальцев рабочих колес с поверхностью почвы, а его отсутствие приводит к прекращению работы пальцев колес ввиду особенности их привода, а следовательно, и процесса сгребания травяной массы в валок.

Анализ патентной информации, каталогов и проспектов ведущих фирм, информации из сети Интернет позволил выявить, что ведущими производителями колесно-пальцевых граблей-валкователей являются такие фирмы, как «Tonutti Wolagri Highlight S.R.L.», «Repossi Macchine Agricole S.R.L.», «Enoagricola Rossi S.R.L.», «Sitrex» (Италия).

Изобретательская активность за последние 15 лет в виде наибольшего количества охранных документов на колесно-пальцевые грабли-валкователи отмечена в США (9), Европейском патентном ведомстве (3) и России (3). Пик активности патентования изобретений приходится на 2018 год.

Лучшими промышленно освоенными объектами техники являются прицепные грабли-валкователи Ra-Rake модели 12+12VS, 14+14VS фирмы «Repossi Macchine Agricole S.R.L.», прицепные грабли-валкователи Maximus Rake модели MX 12, MX 14 фирмы «Enoagricola Rossi S.R.L.» а также прицепные грабли-валкователи модели Raptor PRO, Dominator PRO, Millennium PRO «Tonutti Wolagri Highlight S.R.L.». При этом грабли-валкователи Ra-Rake модели 12+12VS, 14+14VS фирмы «Repossi Macchine Agricole S.R.L.» запатентованы в России и странах Евросоюза, а именно двухколесный механизм колесно-пальцевых граблей Ra-Rake (патент ЕР № 3100606 от 23.05.2018 г.). Также между фирмой «Repossi

Macchine Agricole S.R.L.» и предприятием ООО «Биоком Технология» (Беларусь) заключено лицензионное соглашение на производство граблей Ra-Rake модели 14+14VS.

Во многих моделях граблей отмечено использование новых рабочих органов сдвоенного типа (рисунок 2).

Особенностью конструкции является то, что сгребающее и ведущее колеса установлены на общей ступице с возможностью одновременного вращения, причем сгребающее колесо имеет меньший диаметр и поднимается от земли, в то время как ведущее находится в контакте с землей.

По данным «Repossi Macchine Agricole S.R.L.» [2] применение граблей-валкователей с новыми рабочими органами сдвоенного типа обеспечивает формирование более чистого валка, в результате получается корм высокого качества – на 66 % менее загрязненный золой и обладающий более высокой питательной ценностью.

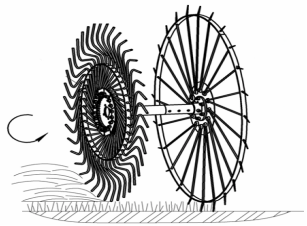


Рисунок 2 – Сдвоенное колесо

Заключение. При разработке новых рабочих органов к колесно-пальцевым граблям для проведения исследований процесса валкования скошенных трав необходимо учитывать опыт ведущих зарубежных разработок и использовать технические решения, позволяющие создать новую высокопроизводительную технику, обеспечивающую качественное выполнение работ при заготовке кормов.

Список использованной литературы

1. Лабоцкий, И.М. Техническое обеспечение кормоуборочных работ. Состояние и перспективы / И.М. Лабоцкий [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межведомственный тематический сборник РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»: в 2-х т. – Вып. 46. – Т. 2. – Минск, 2013. – С. 3–10.

2. Интернет источник. Каталог продукции компании Repossi:– Режим доступа: https://www.repossi.it/ru/prodotti/ra-rake-модель-1414vs/. – Дата доступа: 1.10.2022г.

УДК 631.353.2

ОБЗОР РАБОЧИХ КОНСТРУКЦИИ ГРАБЛЕЙ-ВАЛКОВАТЕЛЕЙ ГРЕБЕНЧАТОГО ТИПА

Э.В. Дыба[1], канд. техн. наук, доцент,
В.В. Микульский[1], канд. техн. наук, старший научный сотрудник,
Л.И. Трофимович[1], научный сотрудник,
А.И. Пунько[2], канд. техн. наук, доцент, В.В. Остриков[2], студент
[1]РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»;
[2]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
Dibua-18@mail.by; Punko@tut.by

Аннотация: в статье изложены результаты анализа конструкций рабочих органов граблей-валкователей гребенчатого типа.

Absract: the article presents the results of the analysis of the designs of the working bodies of comb-type rakes-swathers.

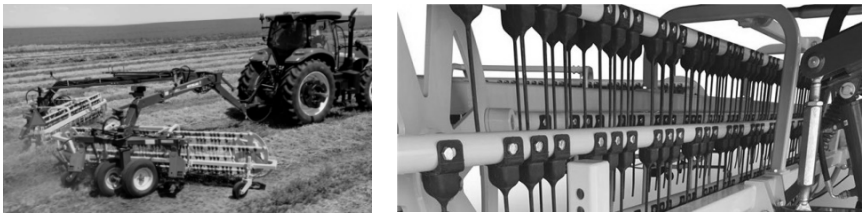
Ключевые слова: грабли-валкователи, конструкция, конструктивные параметры, агрегатирование.

Key words: rake-swathers, design, design parameters, aggregation.

Введение. Анализ конструкций граблей-валкователей гребенчатого типа осуществлялся на основе информационных источников, в которых представлены лучшие промышленно освоенные объекты техники таких фирм, как «New Holland North America» (США), «Berrima Engineering» (США), «Repossi Macchine Agricole S.R.L.» (Италия), «Umwelttechnik» (Германия).

Основная часть. Лучшим промышленно освоенным образцом гребенчатых граблей-валкователей фирмы «New Holland North America» является модель Rolabar rakes 230 (рисунок 1а) [1].

Данные грабли-валкователи состоят из рамы, к которой шарнирно крепятся две балки. Каждый конец балки жестко закреплен с поворотной кареткой с гребенчатым рабочим органом на шарнирах. Он состоит из ведущего и ведомого роторов, которые устанавливаются на оси, расположенные на обоих концах рамы рабочего органа, и шести-семи гребенчатых балок, каждая из которых с обеих сторон шарнирно закреплена по периметру окружности роторов с одинаковым шагом и параллельно друг другу. Рабочие органы оснащены резинометаллическими зубьями (рисунок 1б) для чистого (без засорения примесями) сгребания скошенных трав в валок.

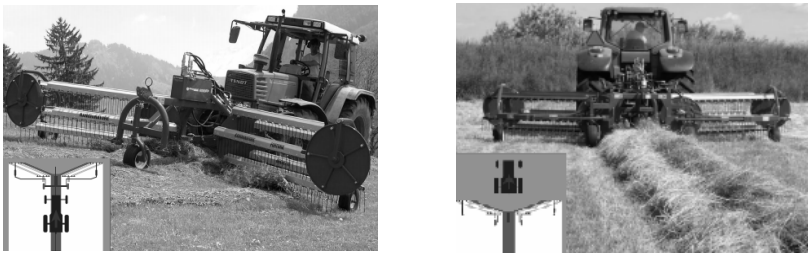


а б

Рисунок 1 – Гребенчатые грабли-валкователи Rolabar rakes 230 («New Holland North America», США): а – общий вид; б – резинометаллические зубья, смонтированные на гребенчатых балках

Привод ведущего ротора гребенчатого рабочего органа осуществляется от гидромотора. Ширина валка регулируется увеличением или уменьшением расстояния между балками. Подъём-опускание и складывание гребенчатых рабочих органов, а также режим плавающего положения для более уверенного преодоления препятствий и неровностей почвы обеспечиваются соответствующими гидроцилиндрами.

Не меньший интерес представляют также промышленно освоенные гребенчатые грабли-валкователи фирмы «Repossi Macchine Agricole S.R.L.» модификации 7500FP [2].



а б

Рисунок 2 – Гребенчатые грабли-валкователи 7500FP («Repossi Macchine Agricole S.R.L.», Италия): а – фронтальное расположение; б – заднее расположение

Эти грабли можно монтировать как спереди (фронтально), так и сзади (рисунок 2). Фронтальное использование гребенчатых граблей-валкователей позволяет выполнять сгребание и укладку скошенных трав в более комфортных условиях, так как при данном способе оператор имеет хорошую обзорность, позволяющую обеспечивать максимальный контроль качества выполнения.

Все приводы (вращение роторов с гребнями, подъём-опускание секций гребенчатых рабочих органов) гидравлические. Адаптация

гребенчатых рабочих органов по неровной поверхности почвы осуществляется за счет качающихся шарниров и плавающих гидроцилиндров.

Фирма «Umwelttechnik» (Германия) предлагает потребителям полунавесные гребенчатые грабли-валкователи серии Clementer. Среди разработок наибольший интерес вызывают грабли-валкователи модели 550 F (рисунок 3) [3].



Рисунок 3 – Грабли-валкователи гребенчатого типа Clementer 550 F («Umwelttechnik», Германия)

Основной особенностью данных граблей-валкователей является то, что формирование скошенных трав в валок осуществляется не между гребенчатыми рабочими органами, а сбоку за счет параллельного их расположения друг относительно друга. По отношению к трактору они размещены под углом, который обеспечивает смещение скошенных трав в сторону.

Конструкция машины имеет модульную систему, то есть при необходимости уменьшения рабочей ширины захвата машины одну из секций рабочих органов можно снять, и наоборот, для увеличения рабочей ширины захвата к двум имеющим секциям можно добавить еще одну. Меньшую ширину захвата целесообразно использовать при высоких урожаях скошенных трав или в труднопроходимой местности, большая ширина захвата – для трав с низкой урожайностью на ровной почве (рисунок 4).

Заключение. Анализ конструкций промышленно освоенных образцов граблей-валкователей позволил выявить технические решения, обеспечивающие выполнение такие функций как: сгребание скошенных трав, оборачивание валка со смещением, ворошение валка (прокоса), сдваивание валков и др. Их реализация позволит создать конкурентоспособную, высокопроизводительную и надёжную технику.



Рисунок 4 – Трехсекционная (модульная) система рабочих органов граблей-валкователей Clementer 550 F

Список использованной литературы

1. Грабли-валкователи RAKES 230/258 // Проспект фирмы «New Holland North America» (США), 2019. – 8 с.

2. Грабли-валкователи mod. 6000FP/7500FP // Проспект фирмы «Repossi Macchine Agricole S.R.L.» (Италия), 2017. – 4 с.

3. Leicht - futterschonend - geringer energieaufwand Clementer // Проспект фирмы «BB-Umwelttechnik» (Германия), 2020. – 8 с.

УДК 631.816

ОБЗОР РАБОЧИХ ОРГАНОВ УНИВЕРСАЛЬНЫХ РАЗБРАСЫВАТЕЛЕЙ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Э.В. Дыба[1], канд. техн. наук, доцент,
В.В. Микульский[1], канд. техн. наук, старший научный сотрудник,
Л.И. Трофимович[1], научный сотрудник,
А.И. Пунько[2], канд. техн. наук, доцент,
А.Ч. Свидович[2], магистрант

[1]РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
[2]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет».
г. Минск, Республика Беларусь
Dibua-18@mail.by; Punko@tut.by

Аннотация: в статье изложены результаты анализа конструкций рабочих органов универсальных разбрасывателей органических удобрений ведущих зарубежных производителей.

Absract: the article presents the results of the analysis of the designs of the working bodies of universal spreaders of organic fertilizers from leading foreign manufacturers.

Ключевые слова: кислотность почвы, известкование, мелиоранты, разбрасыватель органических удобрений, рабочие органы.

Key words: soil acidity, liming, meliorants, raw ground dolomite, defecate, organic fertilizer spreader, working organs.

Введение. Анализ применения в Республике Беларусь известковых материалов для снижения кислотности почв показал, что в

настоящее время альтернативой доломитовой муки может стать использование таких мелиорантов, как сыромолотый доломит и дефекат. Для внесения этих материалов самым эффективным является использование разбрасывателей твердых органических удобрений. Их конструкция исключает риск сводообразования в бункере, а дозирующий элемент машины оснащен битерами со сменными ножами, расположенными по винтовой линии, что является очень важным элементом при измельчении слежавшегося мелиоранта.

Основная часть. Анализ информации об испытаниях разработок в различных журналах и проспектах, а также демонстративные видеоролики на официальных сайтах компаний показали, что ведущие зарубежные производители («BERGMANN», «Strautmann», «Fliegl», «FARMTECH», «JOSKIN» и др.) разработали универсальные машины, способные разбрасывать, кроме твердых органических удобрений, любые формы известковых материалов с высоким качеством распределения их по поверхности поля и низкой запыленностью окружающей среды.

Одним из лучших промышленно освоенных образцов является универсальный разбрасыватель TSW 7340 S фирмы «BERGMANN» (рисунок 1).



общий вид



фрезерный агрегат

Рисунок 1 – Универсальный разбрасыватель TSW 7340S фирмы «BERGMANN»

Разбрасыватель состоит из трёхосной шасси с кузовом, на дне которого расположен подающий цепочно-планчатый транспортер. На задней части кузова установлены дозирующий шибер и разбрасывающий механизм (комбинированный рабочий орган), который состоит из фрезерного агрегата, дискового распределителя и клапана с демпферной плитой. Подъём-опускание дозирующего шибера осуществляется вертикальным гидроцилиндром от гидросистемы трактора. Фрезерный агрегат состоит из двух горизонтально расположенных барабанов с фрезерными сегментами (ножами) из легированной горячекатаной стали. За счет наклона витков фрезера

к горизонту под углом 45° и прикрученных в паре сегментов (на каждом барабане 66 сегментов) контакт инородного тела с барабаном получается скользящим. Как результат – вероятность выхода из строя привода измельчающих и распределяющих рабочих органов сводится к минимуму.

Количество лопаток на дисковом распределителе – 12 штук (по 6 лопаток на распределяющий диск). Противоизносные лопатки имеют 2 ребра жесткости. На распределяющих дисках имеются отверстия с одинаковым шагом для обеспечения регулировки угла атаки лопаток. Ширина разбрасывания материала – до 25 м, доза внесения – от 1,5 т/га.

Фирма «FARMTECH» (Словения) также предлагает универсальные разбрасыватели модели MEGAFEX (рисунок 2) [2].



Рисунок 2 – Универсальный разбрасыватель MEGAFEX фирмы «FARMTECH»

Данный универсальный разбрасыватель имеет фрезерный агрегат, но лопатки на диске закруглены, не имеют ребер жесткости, а регулировка угла атаки составляет от 0 до 20°). Защитный демпфер и регулировка высоты крышки предохранительного щитка отсутствуют.

Фирма «JOSKIN» (Бельгия) прилагает универсальные разбрасыватели TORNADO3 HORIZON и FERTI-SPACE 2 [3].

Разбрасывающий механизм состоит из двух вертикальных битеров диаметром 600 мм и двух тарелок, обеспечивающих эффективное измельчение и разбивание комьев вносимого материала (рисунок 3). Различие разбрасывающих механизмов «TORNADO3 HORIZON» и «FERTI-SPACE2» состоит лишь в количестве лопаток (3 и 6 лопаток на разбрасывающем диске соответственно).

Отличительная особенность фрезерного агрегата от других ранее рассмотренных – Г-образная форма фрезерного сегмента с загнутым концом.

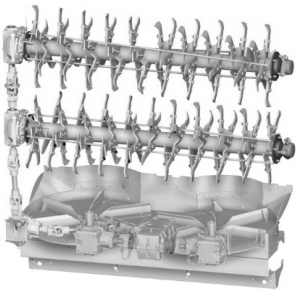


Рисунок 3 – Фрезерный агрегат
с центробежными дисками разбрасывателя
модели FERTI-SPACE 2 фирмы «JOSKIN»

Что касается формы лопаток и регулировки их угла атаки на диске, то они аналогичны модели TSW 7340S «BERGMANN».

Заключение. Анализ конструкций промышленно освоенных образцов универсальных разбрасывателей органических удобрений позволил выявить технические решения, направленные на создание конкурентоспособной, высокопроизводительной и надёжной техники. Их реализация позволит обеспечить достичь требуемой производительности, снижения энергозатрат, уменьшения потерь.

Список использованной литературы

1. BERGMANN – TSW многотоннажный универсальный разбрасыватель // Проспект фирмы «BERGMANN» (Германия), 2020. – 54 с.

2. ULTRAFEX universalstreuer // Проспект фирмы «FARMTECH» / Ljutomer, Farmtech d.o.o. – Словения, 2017. – 8 с.

3. Программа разбрасывателей навоза // Проспект фирмы «JOSKIN» / Soumagne. – Бельгия, 2017. – 20 с.

УДК 631.332.7

ПОВЫШЕНИЕ РАВНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ПРЕССОВАНИЯ СЕНА ПО ШИРИНЕ РУЛОНА

М.А. Новиков, д-р техн. наук, профессор,
Н.П. Алдохина, канд. техн. наук, доцент, И.С. Иванов, магистрант
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», г. Санкт-Петербург Российская Федерация
mihanov25@rambler.ru

Аннотация: представлена усовершенствованная конструкция пресс-подборщика, рассмотрен анализ движения частиц сена под действием пальцев разравнивающих дисков, обоснованы основные конструктивные и кинематические параметры разравнивающих дисков.

Annotation: an improved design of the baler is presented, the analysis of the movement of hay particles under the action of the fingers of the leveling discs is consid-

ered, the main structural and kinematic parameters of the leveling discs are established.
Ключевые слова: прессованное сен, пресс-подборщик, валок, плотность прессования, разравнивающие диски.
Keywords: pressed hay, baler, rolls, pressing density, leveling discs.

Введение. В результате анализа применяемых технологий и комплекса машин для заготовки прессованного сена установлено, что валок, подготовленный граблями и подаваемый подборщиком в прессовальную камеру, обладает высокой неравномерностью толщины по ширине захвата, особенно в средней части. Это объясняется формой валка, поперечное сечение которого представляет собой выпуклую параболу. В результате этого образованные рулоны имеют неоднородную плотность (наибольшую в средней части), вследствие чего происходит проникновение влаги и порча готового продукта [1, 2]. Поэтому возникает необходимость совершенствование конструкции пресс-подборщика, обоснование его рациональных конструктивных и кинематических параметров.

Основная часть. Для повышения равномерности подаваемого валка нами разработано разравнивающее устройство, смонтированное на пресс-подборщике, которое представлено на рисунке 1 [3].

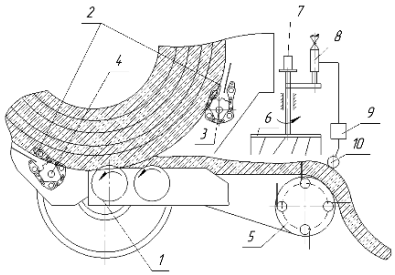


Рисунок 1 – Схема пресс-подборщика с устройством для разравнивания подаваемого валка сена:
1 – опорные вальцы, 2 – цепочно-планчатый транспортёр, 3 – ведущий вал камера, 4 – ведомый вал, 5 – подборщик, 6 – разравнивающие устройство, 7 – гидромоторы, 8 – гидроцилиндры, 9 – управляющее устройство, 10 – датчик толщины слоя

Технологический процесс пресс-подборщика осуществляется следующим образом: при движении агрегата вдоль валка подборщик 5 подхватывает его и подает его в пространство между дисковым разравнивающим устройством 6 и верхом подборщика. Разравнивающее устройство растаскивает сено по ширине захвата подборщика и уплотняет за счет различных скоростей сена и наклонных пальцев, под действием вращения цепочно-планчатого транспортера 2, дискового разравнивающего устройства 6 и опорных вальцов 1 стебельная масса равномерно распределяется по ширине захвата и

вдоль движения валка, закручивается в рулон, плющится и прессуется. Толщина слоя изменяется за счет перемещения дисков в вертикальной плоскости, если датчик 10 подает сигнал на управляющее устройство 9, а оно передает на гидроцилиндры 8.

Теоретическими исследованиями установлено [4,5], что при равномерном вращении подборщика, поступательное движение валка происходит с неизменяющейся скоростью $V_п$ (рис. 2). Разравнивающими дисками, совершающими вращение над перемещающейся массой валка, вызывается относительное движение стеблей сена.

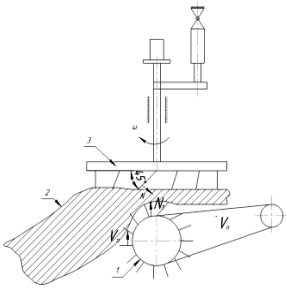


Рисунок 2 – Расчетная схема разравнивающего устройства:
1 – подборщик; 2 – валок сена;
3 – разравнивающие диски;
$v_п$ – поступательная скорость валка;
N_1 – сила нормального давления

Анализ движения данных частиц в подвижной системе координат (при поступательном движение со скоростью $V_п$) показал, что на смещение стебельчатых частиц оказывают существенное влияние количество пальцев разравнивающих дисков, расстояние между ними, частота вращения разравнивающих дисков и величина уплотнения валка сена [2]. В результате исследований также установлено, что перемещение стебельчатых частиц, находящихся недалеко от центра разравнивающих дисков, немного меньше, в связи с этим пальцы размещаются на дисках в два ряда с преимуществом размещения по краю дисков. На основе анализа полученных траекторий движения смещаемых стеблей установлены основные конструктивные и кинематические параметры разравнивающих дисков: смещение пальцев относительно друг друга (15–20 см); величина сжатия стеблей в процессе разравнивания (до 25 %), частота вращения 220–287 мин$^{-1}$, радиус разравнивающих дисков 0,37 м.

Заключение. В результате выполненных теоретических и эксплуатационных исследований установлено, что использование устройства для разравнивания прессуемой массы на подборщике вращающимися дисками с пальцами способствует обеспечению рав-

номерного распределения частиц сена по ширине захвата подборщика, а также предварительному уплотнению валка до подачи его в прессовальную камеру пресс-подборщика, благодаря чему рулоны получаются большей массой и увеличенной равномерностью распределения уплотнения сена по ширине рулона.

Список использованной литературы

1. Бышов, Н.В. Исследование распределения плотности прессованного сена внутри рулона / Н.В. Бышов, В.С. Тетерин, И.А. Успенский, М.Ю. Костенко, Г.К. Рембалович // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2015. – №4. – С. 48–52.

2. Костенко, М.Ю. Исследование плотности прессованного сена / М.Ю. Костенко, Н.А. Костенко, В.С. Тетерин, О.А. Тетерина // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. – №5. – С. 26–27.

3. Патент №212910. Устройство автоматического выравнивая толщины слоя прессуемой масс пресс-подборщика / Новиков М.А., Смелик В.А., Иванов И.С. – № 2022116162 Заявлено: 15.06.2022, Опуб.: 12.08.2022.

4. Новиков М.А. Надежность самоходных уборочных машин в современных экономических условиях АПК: Учебное пособие / М.А. Новиков, Ю.Н. Сидыганов, В.Б. Неклюдов. – Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2001. – 122 с.

5. Особов, В.И. Механическая технология кормов / В.И. Особов. – М.: Колос, 2009. – 344 с.

УДК 631.331.01

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОРПУСА КОМБИНИРОВАННОГО АГРЕГАТА ДЛЯ ПОСЕВА БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР

Ф.М. Маматов, д-р техн. наук, профессор,
Г.Х. Эргашев, канд. техн. наук, доцент, Н.Б. Равшанова, магистр
Каршинский инженерно-экономический институт,
г. Карши, Республика Узбекистан
r.nargiza@mail.ru

Аннотация: Целью исследования является обоснование параметров листерного корпуса комбинированной машины для подготовки почвы к полосовому посеву бахчевых культур. Приведена конструктивная схема комбинированной машины. Наиболее оптимальной конструктивной схемой машины для подготовки полей из-под зерновых к полосовому посеву бахчевых культур считается схема с расположенными по оси симметрии листерного корпуса, рыхлителя, право- и левооборачивающих крайних корпусов и бороздоделателя. Теоретическими исследованиями установлено, что для обеспечения подготовки почвы к посеву с минимальными затратами энергии ширина захвата листерного корпуса должна быть 46 cm, высота его 45 cm.

Abstract: The purpose of the study is to substantiate the parameters of the lister housing of a combined machine for preparing the soil for strip sowing of melons. The constructive scheme of the combined machine is given. The most optimal design scheme of a machine for preparing grain fields for strip sowing of melons is considered to be a scheme with a lister housing, a ripper, right- and left-turning extreme buildings and a furrow maker located along the axis of symmetry. Theoretical studies have established that in order to ensure the preparation of the soil for sowing with minimal energy consumption, the width of the leaf housing should be 46 cm, its height 45 cm.

Ключевые слова: почва, бахчевые культуры, комбинированная машина, корпус, пласт, рыхлитель, технология

Keywords: soil, melon crops, combined machine, housing, reservoir, ripper, technology.

Введение. Анализ исследований показал, что подготовку полей из-под зерновых к посеву бахчевых культур за короткие сроки, уменьшение расхода горючего, труда и других затрат можно достичь применив технологию, состоящую из технологических процессов очистки середины зоны посева от растительных остатков и сорных растений путем оборота пластов середины зоны посева с одновременным мельким подпахотным рыхлением, оборот крайних частей зоны посева на необработанные междурядья, глубокое рыхление почвы крайних частей с одновременным формированием поливных борозд и машину для ее осуществления [1-10]. Исходя из вышеприведенных в Каршинском инженерно-экономическом институте Узбекистан разработана машина для подготовки полей из-под зерновых к посеву бахчевых культур. В связи с этим настоящая работа направлена на обоснование параметров листерного корпуса и рыхлителя данной машины.

Основная часть. Технологический процесс работы комбинированной машины для полосной подготовки полей к посеву бахчевых культур осуществляется следующим образом: по оси симметрии зоны посева почва разрезается дисковым ножом в вертикальной плоскости (рисунок 1), с правой и левой части разрезанной почвы листерным корпусом 2 пласт срезается вместе с остатками растений на ширину b_1 и соответственно оборачиваются в правую и левую сторону. При этом подпахотный слой почвы пластов разрыхляется рыхлителем 3. Остальные крайние части зоны посева разрезается корпусами 4 и 5 с шириной b_2 и вместе с пластами, перевернутых листерным корпусом, оборачиваются соответственно влево и вправо. Затем при помощи глубокорыхлителей 5 и 6 типа «параплау» разрыхляются подпахотный слой поччвы по линии посева семян. После этого

формируется поливная борозда бороздоделателем 7. Выполнение вышеуказанных операций за один проход машины позволяет за короткий промежуток времени подготовить почвы из-под зерновых к посеву бахчевых культур. В результате этого сохраняется влажность почвы, обеспечивается энерго-ресурсосбережение при подготовке почвы к посеву.

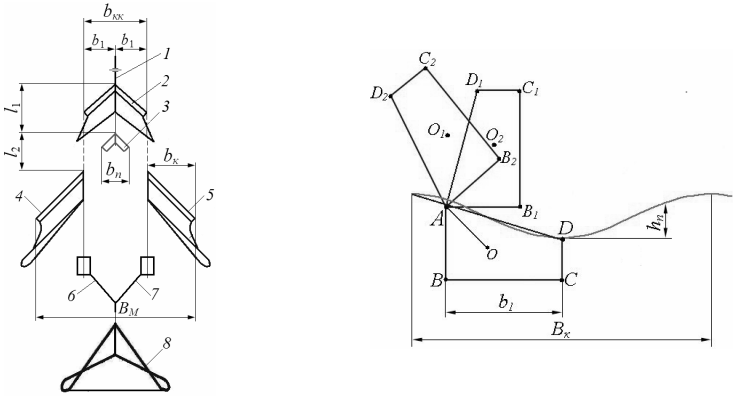


Рисунок 1 – Техноогическая схема машины (*а*) и оборот пласта корпусом (*б*): 1 – дисковый нож; 2 – листерный корпус; 3 – рыхлитель; 4, 5 – крайние корпуса; 7 – глубокорыхлитель; 8 – бороздоделатель

Ширина захвата корпуса b_1, высота отвала корпуса H_a и высота корпуса H являются параметрами листерного корпуса .

При теоретическом обосновании параметров правого и левого корпуса листерного корпуса с учетом изменения профиля борозды и гребня приняты следующие допущения: почва не деформируется под действием опорных колес машины; ширина междурядья $B_к$ и высота гребня h_n неизменяется по всему полю; во всех проходах листерный корпус обрабатывает только середины междурядья.

Ширину захвата корпуса листерного корпуса определяем с учетом обеспечения устойчивого оборота, т.е. польного оборота пласта в виде трапеции и ее большую сторону при известной глубины обработки

$$b_1 \geq \frac{KB_к(2a_к - h_n)}{2B_к - K(2a_к + h_n)}, \qquad (1)$$

где K – коэффициент устойчивости; $B_к$ – ширина междурядья поля из-под зерновых, m; $a_к$ – глубина обработки почвы

относительно глубины средней части борозды, cm; h_n – высота гребня, cm.

Если $B_к$=60 см, K=1,5, $a_к$=12 см и h_n=8 см ширина захвата листерного корпуса должен быть 23 cm.

Для определения высоты отвала получено следующее выражение

$$H_{ax}=\frac{\mu\left[B_к(2a_к-h_n)+b_1(2a_к+h_n)\right]}{2B_к}+\mu\sqrt{\frac{B_к(2a_к-h_n)+b_1(2a_к+h_n)^2}{2B_к}+b_1^2}, \quad (2)$$

где μ – коэффициент деформации ребра пласта.

Если $B_к$=60 см, b_1=23 см, K=1,27, $a_к$=12 см, μ=0,65 и h_n=8 см показали, что высота отвала должна быть не менее 26,72 cm.

Высоту корпуса опеделяем по следующему известному выражению

$$H_к = 1,25\sqrt{a_{\max}^2 + b_1^2}. \quad (3)$$

Проведенные расчеты по выражению (4) при b_1=23 см и a_{max}=15,36 см показали, что высота корпуса должна быть не менее 30,9 см. Принимаем 31 см.

Для определения ширины захвата право- и левооборачивающих корпусов получены следующее выражение

$$b_к = \frac{B_{эх} - 2b_1}{2}. \quad (4)$$

Подставив в выражении (5) $B_{эх}$=108 см и $b_{кк}$=23 см получим $b_к$=31 см.

Заключение. По результатам проведенных теоретических исследований получены аналитические зависимости и математические модели, позволяющие определят ширины захвата листерного корпусов, высоту его отвала, размеров пласта обрабатываемого корпусом. Установлено, что для обеспечения подговки почвы к посеву с минимальными затратами энергии ширина захвата листерного корпуса должна быть 46 см, высота его 45 см.

Список использованной литературы

1. Aldoshin, N. Development of combined tillage tool for melon cultivation, In Proceedings / N. Aldoshin, F. Mamatov, I. Ismailov, G. Ergashov // 19th International Conference on Engineering for Rural development, Jelgava, 19, 2020.

2. Aldoshin, N.V. Loosening and leveling device for preparing soil for melon crops / N.V. Aldoshin, F.M. Mamatov, Yu.A. Kuznetsov, I.N. Kravchenko, A.I. Kupreenko, I.I. Ismailov, L.V. Kalashnikova // INMATEH – Agricultural Engeneering. – Vol. 64, No. 2 / 2021.

3. Amonov, M. Agricultural Development and Machinery Usage in Uzbekistan / M. Amonov, B. Steward, B. Mirzaev, F. Mamatov // ASABE Annual International Meeting, July 12–16, 2021.

4. Mamatov, F. Study on the development of a machine to prepare the soil for cotton sowing on ridges / F. Mamatov, B. Mirzaev, S. Toshtemirov, O. Hamroyev, T. Razzaqov, I. Avazov // ICECAE 2021. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 939(2021) 012064.

5. Mamatov, F. Physical-mechanical and technological properties of eroded soils / F. Mamatov, U. Umurzakov, B. Mirzaev, N. Rashidov, G. Eshchanova, I. Avazov // E3S Web of Conferences 264, 04065 (2021).

6. Mirzaev B., Mamatov F., Chuyanov D., Ravshanov X., Shodmonov G., Tavashov R., Fayzullayev X. Combined machine for preparing soil for cropping of melons and gourds, *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 403, 012158 (2019).

7. Mirzaev, B. Analytical Modeling Soil Reaction Forces on Rotary Tiller / B. Mirzaev, B. Steward, F. Mamatov, M. Tekeste, M. Amonov // ASABE Paper No. 2100901. ASABE Annual International Meeting, July 12–16, 2021.

8. Ravshanov, Kh.. Study on combined machine for the subsurface soil treatment / Kh. Ravshanov, F. Mamatov, B. Mukimov, R. Sultonov, A. Abdullayev, G. Murtazaeva // ICECAE 2021. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 939(2021) 012065.

9. Mirzaev, B. Study on working bodies of the soil preparation machine for sowing potatoes / B. Mirzaev, F. Mamatov, U. Kodirov, X. Shirinboyev // ICECAE 2021. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 939(2021) 012068.

10. Mamatov, F. Study on plowing of cotton soil using two-tier plow / F. Mamatov, I. Temirov, P. Berdimuratov, A. Mambetsheripova, S. Ochilov // ICECAE 2021. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 939(2021).

УДК 631.316.023

ПОЛЕВАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ

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

РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

e-mail: mehposev@mail.ru

Аннотация. В статье описано устройство и работа полевой установки для исследований почвообрабатывающих рабочих органов.

Abstract. The article describes the design and operation of a field installation for research of soil-cultivating working bodies.

Ключевые слова: установка, рабочие органы, датчик, тяговое сопротивление.

Key words: installation, working bodies, sensor, traction resistance.

Введение. Одним из требований, предъявляемым к почвообрабатывающим рабочим органам является их соответствие условиям применения. Поэтому при разработке новых и совершенствовании

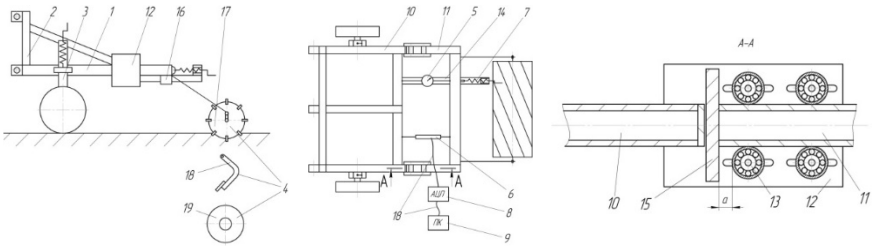
существующих рабочих органов окончательную оценку, как правило, проводят в полевых условиях с использованием экспериментальной установки.

Анализ известных, в том числе и запатентованных установок показал, что они в той или иной степени обладают недостатками, основными из которых являются их узкие функциональные возможности, а также отсутствие защиты измерительной аппаратуры при перегрузках [1–3].

Основная часть. Для проведения исследований по обоснованию типа и параметров дисковых, рыхлительных и прикатывающих рабочих органов в полевых условиях РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» предлагает установку (рисунок 1), в которой перечисленные выше недостатки исключены.

Установка включает раму 1 с системами трехточечной навески 2 и регулировки глубины обработки почвы в виде опорных колес 3, съемный динамометр 5, тензометрический датчик силы 6, аналого-цифровой преобразователь (АЦП) 8 и персональный компьютер (ПК) 9. Рама 1 состоит из передней 10 и задней 11 части. На передней 10 части рамы 1 закреплены трехточечная навеска 2, опорные колеса 3, боковины 12 с роликами 13 и кронштейн 14, на котором закреплен винтовой механизм 7 для тарировки съемного динамометра 5.

На задней 11 части рамы 1 закреплены упоры 15, скоба 16, которая служит опорой кронштейна 14 на задней 11 части рамы 1, в которой он имеет свободный ход. Рабочий орган 4 закрепленный на задней 11 части рамы 1 может быть выполнен в виде прикатывающего катка 17 или рыхлительной лапы 18, или почвообрабатывающего диска 19. Задняя 11 часть рамы 1 при помощи роликов 13 подвижно присоединена к передней 10 части рамы 1 с обеспечением зазора *а* между упором 15 и роликами 13. Между передней 10 и задней 11 частями рамы 1 установлены съемный динамометр 5 и тензометрический датчик силы 6, который имеет кабельное соединение 18 с АЦП 8 и ПК 9.



а) б) в)

Рисунок 1 – Схема полевой установки
для исследований почвообрабатывающих рабочих органов
А – вид сбоку; б – вид сверху; в – разрез А–А
1 – рама; 2 – навеска; 3 – опорное колесо; 4 – рабочий орган; 5 – динамометр; 6 – тензометрический датчик; 7 – винтовой механизм; 8 – аналого-цифровой преобразователь; 9 – персональный компьютер; 10 – передняя часть; 11 – задняя часть; 12 – боковина; 13 – ролик; 14 – кронштейн; 15 – упор; 16 – скоба; 17 – прикатывающий каток; 18 – рыхлительная лапа; 19 – почвообрабатывающий диск

Работа полевой установки осуществляется следующим образом. Перед началом работ выбирается вид исследуемого рабочего органа 4: прикатывающий каток 17, рыхлительная лапа 18 или почвообрабатывающий диск 19. Затем выбранный рабочий орган 4 закрепляется на задней 11 части рамы 1. После установка посредством трехточечной навески 2 навешивается на трактор (не показан). Далее производится тарировка съемного динамометра 5 путем перемещения задней 11 части рамы 1 посредством вращения винтового механизма 7, который закреплен на кронштейне 14, при этом кронштейн 14 свободно перемещается в скобе 16. Задняя 11 часть рамы 1 перемещается между роликами 13 боковин 12, так, что бы обеспечивался зазор *a* между упором 15 и роликами 13, который равен допустимой деформации динамометра 5 и тензометрического датчика усилия 6. Далее, с помощью кабельного соединения 18 тензометрический датчик силы 6 подключают к АЦП 8, а его затем подключают к ПК 9 и производят тарировку тензометрического датчика силы 6. В результате проведения тарировки происходит деформация съемного динамометра 5 и тензометрического датчика силы 6, при этом тензометрический датчик силы 6 передает электрический сигнал в АЦП 8, который соответствует силе растяжения съемного динамометра 5, а затем обработанный в АЦП 8 сигнал далее поступает в ПК 9.

После тарировки тензометрического датчика силы 6 полевая установка запускается в работу. При движении трактора (не показан) рабочий орган 4, находясь в почве, испытывает сопротивление со стороны почвы и перемещает заднюю 11 часть рамы 1 по роликам 13 боковин 12 на определенное расстояние. При этом в зависимости от величины сопротивления рабочего органа 4 тензометрический датчик силы 6 передает электрический сигнал в АЦП 8 и далее уже обработанный им сигнал поступает в ПК 9. Одновременно с тензометрическим датчиком силы 6 величину сопротивления рабочего органа 4 зрительно показывает и съемный динамометр 5. Таким образом, можно анализировать величину тягового сопротивления как зрительно, так и в автоматическом режиме с помощью ПК 9.

В случае, когда тяговое сопротивление рабочего органа 4 превышает допустимую нагрузку, а, следовательно, и деформацию съемного динамометра 5 и тензометрического датчика силы 6, то задняя 11 часть рамы 1 упором 15 будет упираться в ролики 13 боковин 12 и дальнейшая деформация съемного динамометра 5 и тензометрического датчика силы 6 будет предотвращена.

Заключение. Предложена полевая установка, которая позволяет производить тарировку тензометрических датчиков и испытания дисковых, рыхлительных и прикатывающих рабочих органов в полевых условиях и обеспечит защиту измерительных приборов в случае превышения допустимой на них нагрузки.

Список использованной литературы

1. Установка для объемного тензометрирования: пат. 2589217 РФ, МПК G01L 5/13, A01B 63/00 / И.М. Бартенев, И.Е. Донцов, М.Л. Шабанов, М.Н. Лысыч: заявитель ФГБОУ ВО «Воронежский гос. лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова» – № 2015114509/28; заявл. 17.04.2018; опубл. 10.07.2016 – 6 с.

2. Полевая установка для испытаний почвообрабатывающих рабочих органов: пат. 2436270 РФ, МПК A01B 63/112, G01L 5/13 / Б.Ф. Тарасенко и др.: заявитель ФГБОУ ВПО «Кубанский гос. аграрный университет» – № 2010116516/13; заявл. 26.04.2010; опубл. 20.12.2011 – 6 с.

3. Полевая испытательно-тарировочная установка для почвообрабатывающих рабочих органов: пат. 165480 РФ, МПК G01L 5/13 / В.В. Василенко, С.В. Василенко, А.Н. Хахулин, В.И. Руденко: заявитель ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – № 201548121/13; заявл. 09.11.2015; опубл. 20.10.2016 – 4 с.

УДК 631.312.06

КОМБИНИРОВАННЫЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИЙ АГРЕГАТ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВЛАГОСБЕРЕГАЮЩЕГО И ВЛАГОНАКОПИТЕЛЬНОГО СЛОЯ ПОЧВЫ НА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ

Н.Д. Лепешкин, канд. техн. наук, доцент, В.В. Мижурин
РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»
*г. Минск, Республика Бе*ларусь
e-mail: mehposev@mail.ru

Аннотация. В статье описано устройство и работа комбинированного почвообрабатывающего агрегата для формирования влагосберегающего и влагонакопительного слоя почвы на склоновых землях.

Abstract. The article describes the device and operation of a combined tillage unit for the formation of a moisture-saving and moisture-accumulating soil layer on sloping lands.

Ключевые слова: агрегат, рабочие органы, склоновые земли.
Key words: unit, working bodies, sloping lands.

Введение. Одним из способов предотвращения стока и накопления влаги на склонах является основная безотвальная послойная обработка почвы при проведении которой должен формироваться влагонакопительный и влагосберегающий слой почвы [1, 2]. Анализ известных, в том числе и запатентованных агрегатов для основной безотвальной обработки почвы показал, что все они в той или иной степени не обеспечивают формирование влагосберегающего и влагонакопительного слоя с требуемыми параметрами, а их рабочие органы на глинистых и суглинистых почвах могут забиваться почвой и растительными остатками [2, 3].

Основная часть. Для формирования влагонакопительного и влагосберегающего слоя почвы при обработке склоновых земель РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» предлагается комбинированный почвообрабатывающий агрегат, представленный на рисунке 1 [2].

Комбинированный почвообрабатывающий агрегат содержит раму 1 (рисунок 1), навеску 2, опорные колеса 3 с механизмами регулировки 4, последовательно установленные в два ряда подпружиненные диски 5, стойки 7 с лапами 6, в задней части агрегата к раме 1 присоединен каток 9 и лопастной барабан 10.

При этом диски 5 выполнены волнистыми, а лапы 6 выполнены в виде односторонних треугольных клиньев и установлены на бо-

ковых поверхностях стойки 7 с возможностью их регулировки по вертикали, а на конце стойки 7 установлено долото 8. Кроме этого, каток 9 выполнен в виде пустотелого цилиндра 11, на наружной поверхности которого установлены зубчатые диски 12, с установленными между ними чистиками 13, а лопасти лопастного барабана 10 выполнены в виде планок 14 и наклонены к горизонту в продольном на угол α и поперечном на угол β направлениях.

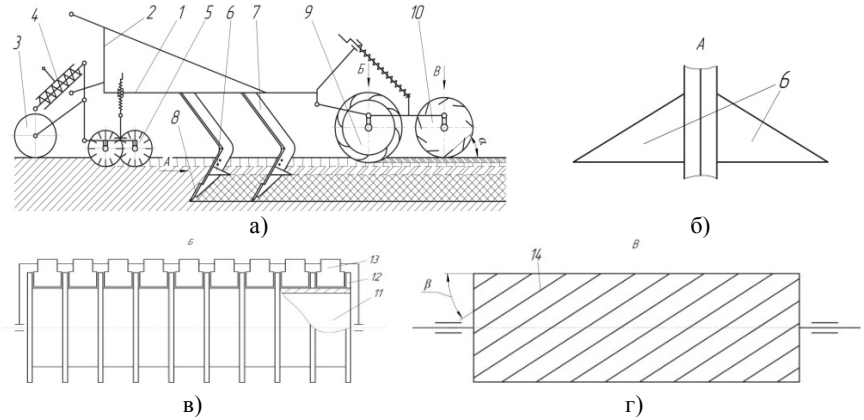


Рисунок 1 – Схема комбинированный почвообрабатывающий агрегат для формирования влагосберегающего и влагонакопительного слоя почвы на склоновых землях: а) вид агрегата сбоку; б) вид А; в) вид Б; г) вид В
1 – рама; 2 – навеска; 3 – опорные колеса; 4 – механизм регулировки; 5 – диск; 6 – лапа; 7 – стойка; 8 – долото; 9 – каток; 10 – лопастной барабан; 11 – пустотелый цилиндр; 12 – зубчатый диск; 13 – чистик; 14 – планка

Работа комбинированного почвообрабатывающего агрегата осуществляется следующим образом. После начала движения и заглубления стоек 7 диски 5 внедряются в почву и режущими кромками волн разрезают и измельчают растительные остатки, а волны при вращении дисков 5 производят рыхление и увеличение обрабатываемой полосы перед стойками 7. Это улучшает качество подготовки верхнего мульчирующего слоя почвы и устраняет нависание растительных остатков на стойки 7. Стойки 7 нарезают вертикальные щели, а установленные на боковых поверхностях стойки 7 лапы 6, выполненные в виде односторонних треугольных клиньев, за счет подъема почвы вверх и последующего его опускания (падения) вниз крошат почву в среднем слое. При этом одно-

временно с крошением почвы происходит уплотнение среднего слоя снизу-вверх. Одновременно расположенное внизу стойки 7 долото 8 производит рыхление нижнего слоя с формированием в его нижней части гребней, которые препятствуют почвенному стоку в направлении склона. При необходимости изменения соотношения глубины обработки среднего и нижнего слоя производится регулировка лап 6 по вертикали стойки 7.

Затем каток 9 заглубляется зубчатыми дисками 12 в почву и перекатывается. Поскольку взрыхленная дисками 5 и стойками 7 с закрепленными на них лапами 6 почва содержит комки, то при перекатывании каток 9 раздробляет их на меньшие частицы и уплотняет средний слой. При этом уплотнение среднего слоя происходит сверху-вниз. Налипшая на пустотелый цилиндр 11 катка 9 почва очищается установленными между зубчатыми дисками 12 чистиками 13. Боковые и наружные поверхности зубчатых дисков 12 самоочищаются за счет трения и разности окружных скоростей по отношению к пустотелому цилиндру 11. Далее лопастной барабан 10, лопасти которого выполнены в виде планок 14, крошит верхний слой почвы. За счет наклона планок 14 под углом α в продольном направлении происходит подуплотнение верхнего слоя, а за счет наклона планок под углом β в поперечном направлении – выравнивание. Одновременно при вращении лопастного барабана 10 планки 14 выбрасывают почву и растительные остатки, покрывая поверхность сплошным мульчированным слоем.

Заключение. Предложен комбинированный почвообрабатывающий агрегат для формирования влагосберегающего и влагонакопительного слоя почвы на склоновых землях позволяющий с высокой технологической надежностью выполнить технологический процесс и повысить влагосбережение и влагонакопление при послойной безотвальной обработке суглинистых и глинистых почв на склоновых землях.

Список использованной литературы

1. Лепешкин, Н.Д. Обоснование технологического процесса работы агрегата для основной безотвальной обработки почвы на склонах / Н.Д. Лепешкин, В.В. Мижурин, А.И. Филимонов // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сб. научн. Статей по материалам XXV Междунар. научн.-практич. Конф. – Гродно: ГГАУ, 2022 – С. 92–95.

2. Комбинированный почвообрабатывающий агрегат для формирования влагосберегающего, влагонакопительного слоя почвы на склоновых землях: пат.

12875 Респ. Беларусь, МПК A01B 49/02 / Н.Д. Лепешкин, В.В. Мижурин; заявитель РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» – № u 20210266; заявл. 29.09.2021; опубл. 01.03.2022 – 4 с.

3. Лепешкин, Н.Д. К обоснованию способа и агрегата для основной обработки почвы склоновых земель (в условиях Республики Беларусь) / Н.Д. Лепешкин, В.В. Мижурин, Д.В. Зубенко // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск; Беларуская навука, 2021. – Вып.55 – С. 131–137.

УДК 631.316.22

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЬ

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

РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь
e-mail: mehposev@mail.ru

Аннотация. В статье описано устройство и работа многофункционального глубокорыхлителя.

Abstract. The article describes the device and operation of the multifunctional subsoiler.

Ключевые слова: глубокорыхлитель, стойка.

Key words: subsoiler, rack.

Введение. Одним из мероприятий в борьбе с эрозией почвы является переход на безотвальные приёмы обработки почвы. Поэтому в республике при обработке почвы все большое распространение получают машины с чизельными рабочими органами, в том числе и глубокорыхлители. Вместе с тем практика использования глубокорыхлителей показала, что это в основном однооперационные машины, которые не всегда обеспечивают требуемое качество рыхления, а также техническую и технологическую надежность.

Основная часть. Анализ известных конструкций глубокорыхлителей [1, 2] показал, что фронтальная поверхность их стоек, как правило, выполнена плоской, а верхняя часть стойки выполнена под прямым углом к направлению движения. Все это ведет к налипанию на стойке растительных остатков и далее к её забиванию, в результате чего снижается качество рыхления. Кроме этого в большинстве глубокорыхлителей носок наральника вынесен вперед относительно оси крепления стойки, поэтому при наезде на препятствие и срабатывании защиты стойка поворачиваясь на оси, будет дополнительно заглубляться в почву ниже установленной глубины обработки или поднимать весь глубокорыхлитель, что не исключает деформацию или излом стойки.

Учитывая сказанное РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» предложена конструкция глубокорыхлителя, исключающая данные недостатки (рисунок 1) [2].

Предлагаемый глубокорыхлитель содержит раму 1 с кронштейнами 2 и лапы-рыхлители (рисунок 1 а). Лапы-рыхлители состоят из стойки 3, наральника 4 и съемных боковых ножей 5. Лапы-рыхлители закреплены в кронштейнах 2 рамы 1 при помощи осей 6 и предохранительных разрушающихся элементов, выполненных преимущественно в виде срезных болтов 7. Кронштейны 2 рамы 1 состоят из двух пластин, между которыми расположены лапы-рыхлители. Каждая пластина имеет одно отверстие для оси 6 и как минимум два отверстия 8 под срезные болты 7 для регулировки углов наклона наральника 4 к горизонту α_1 и α_2. Стойка 3 выполнена разнонаклонной к направлению движения v, с тупым углом β_1 в верхней части и острым углом β_2 в нижней, а центр оси 6 крепления лап-рыхлителей по горизонтали вынесен вперед на расстояние $Б$ (рисунок 1 а) или находится на одном уровне (рисунок 1 в) с носком наральника 4. Наряду с этим фронтальная поверхность верхней и нижней частей стойки 3 имеет режущие кромки 9, 10, а на её боковых поверхностях установлены дополнительные съемные Г-образные боковые ножи 11 (рисунок 1 г). Г-образные боковые ножи 11 установлены с возможностью регулировки их угла наклона к горизонту γ и их расположения на стойке 3 по вертикали.

Глубокорыхлитель работает следующим образом. При настройке глубокорыхлителя на рыхление подпахотного слоя (рисунок 2 а) на стойку 3 устанавливается только наральник 4. Путем перестановки срезных болтов 7 в соответствующие отверстия 8 кронштейнов 2 рамы 1 устанавливается угол наклона наральника 4 к горизонту α_1.

При движении глубокорыхлителя режущие кромки 9, 10 стойки 3 разрезают вертикально пахотный и подпахотный слой почвы вместе с растительными остатками и корнями. При этом выполнение стойки 3 разнонаклонной к направлению движения v, с тупым углом β_1 в верхней части и острым углом β_2 в нижней, а также установка наральника 4 под углом α_1 (оптимальным для данной операции) позволяет увлекать в образованную стойкой 3 щель растительные остатки и корни, а, следовательно, самоочищать стойку 3,

что исключает её забивание. Все это приводит к повышению качества крошения подпахотного слоя, а также исключается вынос нижних слоев почвы на поверхность, который неблагоприятно влияет на прорастание семян.

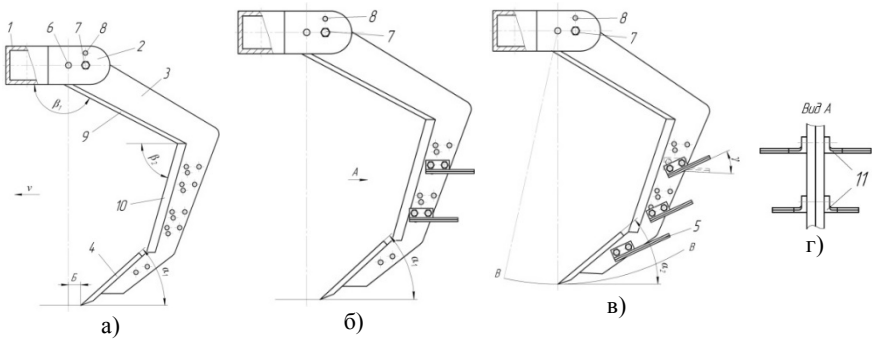


Рисунок 1 – Схема глубокорыхлителя: а) при рыхление подпахотного слоя почвы, вид сбоку; б) при выполнении рыхления пахотного слоя, вид сбоку; в) при выполнении рыхления подпахотного и пахотного слоя, вид сбоку; г) вид А
1 – рама; 2 – кронштейн; 3 – стойка; 4 – наральник; 5 – боковой нож; 6 – ось; 7 – срезной болт; 8 – отверстие; 9, 10 – режущая кромка; 11 – Г-образный боковой нож

При настройке глубокорыхлителя на одновременное рыхление подпахотного и пахотного слоя (рисунок 1 б) на боковой поверхности нижней части стойки 3 устанавливаются дополнительные Г-образные боковые ножи 11. Здесь при движении глубокорыхлителя наряду с рыхлением подпахотного слоя происходит интенсивное рыхление с помощью Г-образных боковых ножей 11 пахотного слоя. Требуемое качество рыхления данного слоя обеспечивается путем регулирования угла наклона Г-образных боковых ножей 11 к горизонту γ и расположением их на стойке 3 по вертикали. При настройке глубокорыхлителя на рыхление пахотного слоя (рисунок 1 в) на боковые поверхности стойки 3 устанавливаются боковые ножи 5 и Г-образные боковые ножи 11. Требуемое качество рыхления почвы в данном случае обеспечивается путем установки требуемых углов наклона α_2 наральника 4 и углов наклона γ Г-образных боковых ножей 11.

При наезде на препятствие и продолжении движения глубокорыхлителя вперед, происходит разрушение срезного болта 7. В это

время носок наральника 4 стойки 3 пройдет по дуге $B - B$, следовательно стойка 3 повернется на оси 6 без подъема всего глубокорыхлителя, что приводит к повышению надежности стойки 3 и установленных на ней боковых ножей 5 и Г-образных боковых ножей 11.

Заключение. Применение предлагаемого многофункционального глубокорыхлителя позволит производить качественное разделенное или одновременное рыхление подпахотного и пахотного слоев почвы, что расширит его функциональные возможности и обеспечит надежную защиту стоек во время преодоления препятствий.

Список использованной литературы

1. Лепешкин, Н.Д. К обоснованию типа рыхлительных рабочих органов почвообрабатывающего агрегата для влагонакопления и влагозадержания на склоновых землях / Н.Д. Лепёшкин, В.В. Мижурин // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. темат. сб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2022, Вып. 55 – С. 138 – 147.

2. Глубокорыхлитель: пат. 12817 Респ. Беларусь, МПК A01B 13/00 / Н.Д. Лепешкин, В.В. Мижурин; заявитель РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» – № u 20210214; заявл. 16.08.2021; опубл. 15.12.2021 – 4 с.

UDK 631.

DESIGN AND FABRICATION OF PEANUT THRESHING MACHINE

РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ МОЛОТИЛЬНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ АРАХИСА

Muhammad Bello Garba, *Ph.D[1], Nuruddeen Abdullahi[2], Umar Ahmad Muhammad[3]**

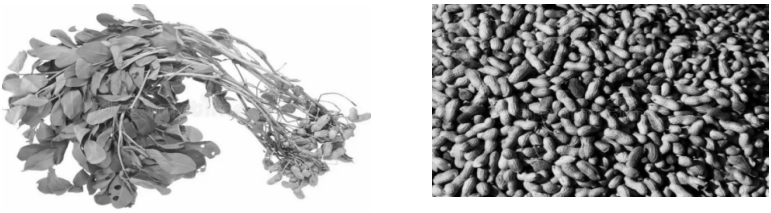
[1]*Department of Technical Education, Shehu Shagari University of Education, Sokoto,*
[2]*Department of Technical Education, Shehu Shagari College of Education, Sokoto,*
[3]*Department of Mechanical Engineering, Umaru Ali Shinkafi Polytechnic, Sokoto*
**Corresponding author: engrbg@mail.ru*

Аннотация: Машина предназначена для отделения орехов от стручек арахиса с помощью цилиндрического барабана с плоскими железными венчиками для разрушения стручка арахиса. Машина состоит из молотильной камеры и генератора (2 л.с.), которые соединены между собой клиновым ремнем стандарта B-55 с шагом 1450 мм. В качестве материала для молотильного барабана используется мягкая сталь. Все материалы, используемые в производстве, поставляются на месте, чтобы обеспечить доступность и простоту обслуживания для мелких фермеров. Машина была протестирована с использованием различных сортов арахиса, найденных в Северной Нигерии, и результаты были сравнены с данными обычных ручных машин. Результаты показывали, что разработанная машина работает быстрее и эффективнее. Эффективность обмолота составляла 84 % для сорта «SAMNUT 24» арахиса сухости 85 %.

Abstract: The machine is design to separate the nuts from its pod by using a cylindrical drum with flat iron beaters in order to break the peanut pod. The machine is made up of threshing chamber, and a generator (2 HP) that are arranged and connected by a B-55 standard v-belt with a pitch length of 1450 mm. A mild steel is used as material for the threshing drum. All materials used in the fabrication are sourced locally to maintain affordability and easy maintenance by smallholder farmers. The machine was tested using different varieties of peanut found in Northern Nigeria and compared the results with the manual conventional ones. Results shows that the constructed machine performed faster and more effectively. The threshing efficiency is 84% for peanut of 85% dryness.
Ключевые слова: Арахис, стручок, молотилка, изготовление, конструкция.
Keywords: Peanut, pod, threshing machine, fabrication, design

Introduction. Peanut or groundnut is a legume plant species belonging to 'bean' family. It grows in the Northern part of Nigeria in states like Kano, Kaduna, Adamawa, Borno, Taraba, Sokoto and Bauchi among others as it tends to do well in the arid or semi-arid regions [1]. Peanut farming is one of the lucrative agricultural businesses due to its demand for nutritious seed and cooking oil derived the seeds. After harvesting peanut can be threshed for further processing depending on the product one wants to derive from it. The threshed pods can be boiled, fried, roasted, or eaten raw with other meals.

Peanut farming in Nigeria serves as a means of livelihood for small-scale farmers, most especially in the Northern part of Nigeria. Nigeria is the third largest producer of peanuts in the world as shown in Table 1 below [2]. Nigerian peanuts are available in early-maturing varieties suitable for short rainfall regions and late-maturing varieties suitable for areas with prolonged rainfall.



a *b*

Figure 1 – Peanut legume (*a*) and pod (*b*)

Peanuts are important protein crops in Nigeria grown mostly under rain-fed conditions. It is one of the most essential raw materials in Nigeria because of the high demand for its product and by-products. Peanut pods (Fig. 1b) after harvesting can be sold to individuals and processing factories depending on what it wants to be used for.

Sources: [2]

Several threshing machines were developed by different scientist and fabricators, such as hand-operated peanut sheller, rubber-powered groundnut sheller among others [3], [4] and [5]. These machines were expensive for smallholder farmers and producers to import and require maintenance which sometimes involved replacement of spare parts which are not readily available in the local content. However, [6] designed and fabricated a similar machine with local materials which an efficiency of 78 % while it used spike to shell the pods.

Table 1 – Peanut production in different countries

S/N	Country	Production (million tonnes)
1.	China	17
2.	India	9.5
3.	Nigeria	3.0
4.	United States	1.9
5.	Myanmar	1.4

The purpose of this research is aimed at using drum with flat iron beaters in the threshing of the peanut pod to replace the existing design and improve on the threshing capacity with local low-cost available material.

MATERIALS AND METHODS. Materials. The materials used were locally obtained from *Kara* market and Aliyu Jodi road, all within Sokoto metropolis of Sokoto State in Nigeria. The selection of these materials was made based on their physical properties such as durability, cost and availability, strength and rigidity.

Description of the Peanut Threshing Machine. The main components that were assembled to form the fabrication were: the frame, hopper, auger shaft, seed discharge outlet, threshing chamber, blower and chaff outlet.

Frame. It is the main support member for the machine and must be able to hold and withstand various stresses and loads as well as maintaining good welding properties. However, it holds the hopper, the rotating shaft, threshing chamber, as well as the prime mover and source of power (electric motor). Hitherto, a suitable mild steel in the form of angle bar was used.

Hopper. It contains the raw unthreshed peanut before and during the threshing operation. It is made up from mild steel sheet of 2 mm thickness. The hopper must be able to be of good strength and resistance to corrosion as well to withstand the vibration loads and stresses.

Threshing Chamber. It houses the shaft and the threshing drum. The threshing operation occurred inside it. Therefore, it must be able to withstand load and stresses, good weld ability and corrosion resistance. The diameter of the threshing drum is 250 mm with flat iron bars beaters around the cylindrical circumference. The active length of the drum is 470 mm. So, mild steel of 2 mm thickness was selected.

Seed and Chaff Discharge Outlet. The threshed peanut seed is collected through this outlet. The seeds fall under gravity from the threshing chamber on a level ground spread with tarpaulin or similar collection material. It must be good strength and have high resistance to impact loads. Therefore, mild steel of 2 mm thickness was used. The broken/crushed pod is separated from the peanut by pressure provided from the fan which is also made from mild steel of 2 mm thickness.

Fabrication Process. The fabrication was executed at metal workshop at the Department of Technical Education, Shehu Shagari College of Education, Sokoto, Sokoto State, Nigeria. After thorough understanding of the design involved in the research, The fabrication process involved purchase of required materials. However, several operations which include marking out and cutting of components, bending and folding of sheet metals, welding, drilling, debruising by grinding, assembling, body filling and painting were done.

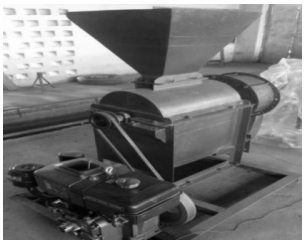


Figure 2 – Peanut threshing machine

Operation of the threshing machine. The dried nuts were fed into the machine through the hopper. The power source (diesel generator) is connected to the threshing chamber with the aid of pulley. As it supplies the power, drum rotates and breaks the pods by beating against the lower concave stationary sieve of the chamber wall. The air produced by the action of the fan (or blower) sweeps the both seeds and thresh fragment out of the threshing zone into the inclined outlet unit. As there is no separation chamber, the collected products are then taken for winnowing or separation. The fabricated machine is shown in Figure 2 after assembling and painting.

RESULTS AND DISCUSSION. Performance Evaluation. The test was carried out with a 2 horse power (1440 rpm) diesel generator using peanut nuts of various quantities. The unthreshed peanut were bought from Sokoto Central Market dried. Then, the machine was fed with a constant mass of 30kg of peanut pods. After threshing, upon threshing, the quantity of pods threshed and unthreshed were collected and weighed separately. The efficiency obtained was shown in Table 2 and 3 below [7].

Table 2 – Result of threshing efficiency

Test	Total weight (kg)	Threshed (kg)	Broken (kg)	Unthreshed (kg)	% Threshed	% Broken
I	30	24.9	4.0	1.1	83	13
II	30	25.1	4.4	0.5	84	15

By using the fabricated peanut threshing machine, we can save more money and faster work when compared to conventional manual machine. And also, labour is very expensive now-a-days and the manual process require many people to achieve required tonnage per day. Therefore, it will help the farmers and peanut processors to thresh with minimum time and money as well to cover the required tonnage in a shorter time. Based on the working of the peanut thresher the following performance analysis were obtained as shown in Table 3 below.

CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS. The peanut threshing machine was fabricated calculated design parameters. Locally and easily available materials were used for the fabrication. The machine was run with different varieties of peanut found within the locality and threshing efficiency was obtained. The efficiency of the machine was about 84 % for peanut of 85 % dryness. Based on the results of the study, recommendations were suggested as follows:

– Research and development centres/institutions where technological equipment design and fabrication are carried out should be empowered by providing them with research grants;

– Federal government should place a ban on importation of equipment that can be efficiently produced in the country;

– Where necessary, an expatriate(s) can be employed by the government to lead in design and fabrication of complex machines and members of engineering departments of higher institutions in Nigeria should be availed the opportunity to learn from these expatriates;

– The staff in Research and Development units should be adequately remunerated as a means of motivation in order to make the job very competitive.

– Table 3 –Result of average threshing efficiency

	Average threshed	Average broken
% by mass	84	14

– Table 3 - Performance analysis of the threshing machine

S/N	Description	Values
1.	Number of workers required (Nos)	1
2.	Collection of threshed peanuts per hour, kg	180
3.	Total working time period/day, hours	8
4.	Collection of peanuts per day, kg	1,440
5.	Cost per labour, Naira	3,000
6.	Fuel required, ltrs/hr	4.2
7.	Total fuel required, ltrs	33.6
8.	Cost of fuel with oil, Naira	13,940
9.	Total fuel cost, Naira	13,440

Acknowledgements. The authors are highly grateful to Tertiary Education Trust Fund (TETFUND), Abuja for financing the research study and technical support under Institutional Based Research (IBR) programme Batch 7: 2015–2021 Merged S/No. 161.

References

1. Maduako, J.N., Saidu, RA, Matthias, P. and Vanke, I. (2006). Testing of an Engine Powered Groundnut Shelling Machine. Journal of Agricultural Engineering and Technology, vol. 14, pp.

2. Rajnish, R Dubey, Ravi M, Nandhu T, Nithin S A, Vijai R. (2019). Design and Fabrication of Groundnut Thresher Machine. JETIR, vol. 6 (5). www.jetir.org.

3. Akerele, O. V. and Ejiko, S.O. (2015). Design and Construction of Oil Expeller. International Journal of Engineering and Computer Science, India, ISSN 2319-7242 Vol. 4, Issue 6, pp. 12529–12538.

4. Okegbile, O.J, Hassan, A.B, Mohammed, A and Obajulu, O. (2014). Design of a combined Groundnut Roaster and Oil Expeller Machine. International journal of science and Engineering Investigations, vol. 3, issue 26, pp 26–30.

5. Okegbile, O.J, Hassan, A.B, Mohammed, A and Obajulu, O. (2014). Design of a combined Groundnut Roaster and Oil Expeller Machine. International journal of science and Engineering Investigations, vol. 3, issue 26, pp 26–30.

6. Khurmi, R.S. and Gupta J.K. (2005). A Textbook of Machine Design. Multicolour illustrative ed., Eurasia publishing house (PVT) Ltd. by S. Chand & Co. Ltd, India.

7. Azeez, T.M. et al. (2017) Performance Evaluation of a Developed Maize Sheller, J. of Advancement in Engineering and Technology, V5I2. DOI: 10.15297/JAET.V5I2.04.

УДК 631.353.24

МАКЕТНАЯ УСТАНОВКА ГРАБЛЕЙ КОЛЕСНО-ПАЛЬЦЕВЫХ С РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ СДВОЕННОГО ТИПА

Э.В. Дыба, канд. техн. наук, доцент,
Л.И. Трофимович, научный сотрудник,
П.В. Яровенко, старший научный сотрудник,
В.В. Микульский, канд. техн. наук
РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»
г. Минск, Республика Беларусь
e-mail: dibua-18@mail.ru, trofimovich88@mail.ru

Аннотация: В статье представлены общие сведения, назначение, устройство, а также технологический процесс работы макетной установки граблей колесно-пальцевых с рабочими органами сдвоенного типа для валкования травяных кормов.

Abstract: The article presents general information, purpose, device, as well as the technological process of operation of a model installation of a wheel-finger rake with working bodies of a double type for swathing grass fodder.

Ключевые слова: кормопроизводство, травяные корма, качество травяных кормов, грабли-валкователи, сгребание, ворошение, оборачивание, колесо пальцевое.

Key words: fodder production, grass fodder, quality of grass fodder, rake-rakes, raking, tedding, turning, finger wheel.

Введение. Проведенный анализ современных конструкций колесно-пальцевых граблей [1-4] для валкования травяных кормов, показывает востребованность данного типа граблей, вследствие их надежности и простоты в эксплуатации, высокой производительности, низкой стоимости, а также многофункциональности. Зарубежными производителями ведутся работы по созданию и применению новых механизмов, обеспечивающих идеальное копирование рельефа поля, а также повышению маневренности граблей.

Одной из перспективных разработок можно считать грабли-валкообразователи с двухколесным механизмом. Использование граблей с этим изобретением позволяет получить корм высокого качества, на 66 % менее загрязненный золой (по сравнению с традиционными граблями) и обладающий более высокой питательной ценностью [5]. В связи с этим, проведение исследований процесса валкования травяных кормов рабочими органами сдвоенного типа, для определения эффективности их использования на качество заготавливаемых кормов, является актуальной научно-технической задачей.

Основная часть. На основе изученной отечественной и зарубежной научно-технической информации обоснованы основные конструктивные параметры сдвоенных рабочих органов [6] и разработана конструкторская документация на макетную установку граблей колесно-пальцевых с рабочими органами сдвоенного типа (рисунок 1 и 2).

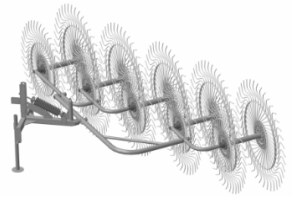


Рисунок 1. – 3D модель макетной установки граблей колесно-пальцевых с рабочими органами сдвоенного типа

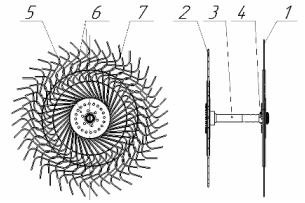


Рисунок 2. – Рабочий орган сдвоенного типа
1 и 2 – колёса пальцевые;
3 – удлинитель; 4 – ступица;
5 – диск; 6 – кольцо-обод;
7 – палец пружинный

Для исследования процесса валкования травяных кормов, а также изучения эффективности граблей колесно-пальцевых с рабочими органами сдвоенного типа РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» в соответствии с разработанной конструкторской документацией изготовлена макетная установка для сгребания (валкования) травяных кормов (рисунок 3).

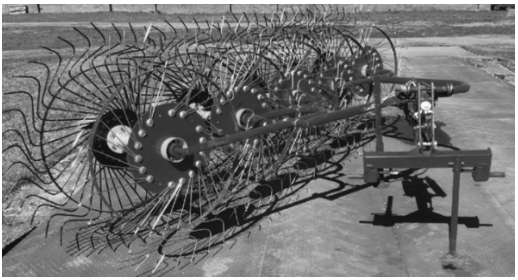


Рисунок 3. – Макетная установка граблей колесно-пальцевых с рабочими органами сдвоенного типа

Для проведения экспериментальных исследований по определению потерь и качества сгребания травяных кормов макетная установка оснащена приводными колесами диаметром – 1400 мм, а так-

же сменными сгребающими колесами диаметром – 1200 мм, 1250 мм, 1300 мм и 1350 мм (рисунок 4). Расстояние между сгребающими и приводными колесами (регулируемое) – 350 мм, 400 мм, 450 мм, 500 мм. Расстояние между соседними сдвоенными колесами – 750 мм [6].

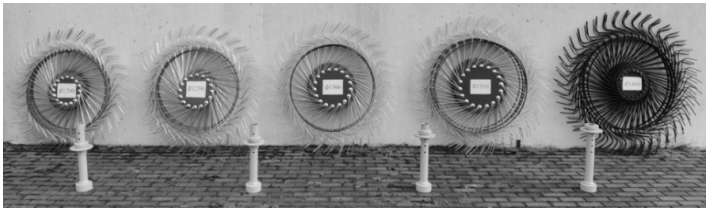


Рисунок 4. – Изготовленные сменные сгребающие колеса макетной установки

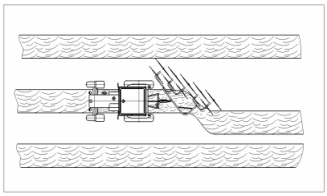


Рисунок 5. – Схема оборачивания валков

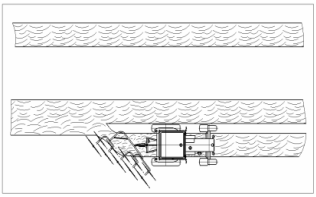


Рисунок 6. – Схема сдваивания валков

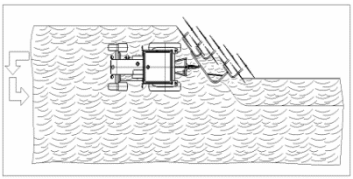


Рисунок 7. – Схема сгребания растительной массы из растила в валок (первый проход)

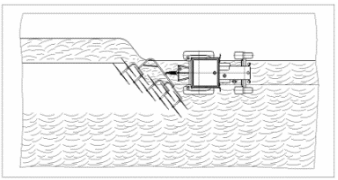


Рисунок 8. – Схема сгребания растительной массы из растила в валок (второй проход)

Процесс валкования (рисунки 5-8) происходит при движении граблей по прокосу, рабочие колеса за счет сцепления с почвой вращаются. Благодаря расположению рабочих колес под углом к направлению движения и вращению их, стебельчатая масса, захваченная первым сдвоенным колесом, перемещается на величину захвата этого колеса. Затем, масса подхватывается вторым, третьим и т.д. сдвоенными колесами. Таким образом, после прохода всех колес образуется валок.

Травяные корма собираются передними сгребающими колесами вдоль рабочей области и перемещаются вдоль направления потока к выпускной стороне, где формируется валок. Передние сгребающие

колеса, имеющие меньший диаметр (D_1) относительно задних приводных колес (D_2), возвышаются над землей (размер А) и не поднимают грязь и почву (рисунок 9). Расстояние между плоскостями симметрии каждой пары спаренных сгребающих и приводных колес регулируется в пределах (размера В).

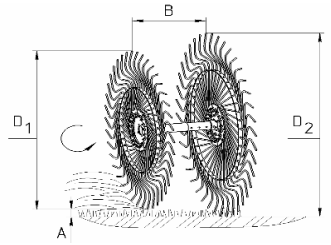


Рисунок 9. – Схема работы рабочего органа сдвоенного типа

Заключение. Разработанная и изготовленная макетная установка позволит провести экспериментальные исследования по установлению зависимости влияния конструктивных параметров рабочих органов сдвоенного типа, на потери травяных кормов и засорение примесями формируемого валка, заготовки кормов высокой энергетической ценности.

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.

5. Грабли-валкообразователи колесно-пальцевые Repossi Macchine Agricole S.R.L. // Сайт компании «Repossi Macchine Agricole S.R.L.» [Электронный ресурс].

– 2021. – Режим доступа: https://www.repossi.it/ru/prodotti/ra-rake-1212vs. – Дата доступа: 25.06.2021.

6. Исследование процесса валкования травяных кормов с обоснованием параметров рабочих органов сдвоенного типа // отчет о НИР (промежуточный) / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» / рук. темы 6.8.1: Э.В. Дыба. – Минск. – 2021. – С. 50–60.

УДК 631.353.2

ОБЗОР И АНАЛИЗ ИЗВЕСТНЫХ ЛЕНТОЧНЫХ ВАЛКОВАТЕЛЕЙ

Э.В. Дыба, канд. техн. наук, доцент,
Л.И. Трофимович, научный сотрудник
РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»
г. Минск, Республика Беларусь
dibua-18@mail.ru, trofimovich88@mail.ru

Аннотация: В статье представлен обзор и анализ известных валкователей травяных кормов ленточного типа. Представлены достоинства и недостатки данных валкователей, а также тенденции развития их технического уровня.

Abstract: The article presents an overview and analysis of the well-known belt-type grass feed fellers. The advantages and disadvantages of these rollers are presented, as well as trends in the development of their technical level.

Ключевые слова: кормопроизводство, валкование, ленточные валкователи, подборщик, ленточный транспортер, травяные корма, загрязнение кормов, качество травяных кормов, чистый и бережный подбор.

Keywords: feed production, felling, belt feller, picker, belt conveyor, grass feed, contamination of feed, quality of grass feed, clean and careful selection.

Введение. В Республике Беларусь каждый сезон заготавливают большое количество травяных кормов (планируемый объём заготовки травяных кормов в сельскохозяйственных организациях республики на 2022 год: сено – 955,2 тыс. тонн; сенаж – 13429,2 тыс. тонн; силос – 19092,8 тыс. тонн, зеленые корма – 14035,0 тыс. тонн), вкладывают значительные средства в их производство и понимают, что не имеют права терять качество или оставлять белок на поле из-за несовершенства операций подбора и валкования. Известно, что роторные и колесно-пальцевые грабли формируют валок, перемещая зеленую массу по полю, поднимая пыль, повреждая скошенные растения и оставляя часть урожая на поле [1-4]. Потери могут быть слишком значительными даже по сравнению со стоимостью новой машины [5]. В связи с чем, действительно назрела необходимость использования новых машин, для выполнения работ по формированию валков, обеспечивающих минимальные потери и загрязнение кормов.

Чтобы собрать грубые корма с минимальными потерями и наименьшим загрязнением, к тому же щадяще к следующей генерации растений травостоя, в США и Западной Европе уже несколько лет подряд используют валкователи ленточного типа.

Основная часть. В результате выполненного обзора лучших промышленно-освоенных объектов техники было установлено, что фирмами «Reiter (RT Engineering)» (Австрия), «ROC» (Италия), «POTTINGER» (Австрия), «KUHN» (Франция), «SIP» (Словения) «Oxbo International Corp» (США) и др. были разработаны и реализуются сельхозпроизводителям валкователи травяных кормов ленточного типа, предназначенные для подбора и укладки скошенной массы в один или два валка для последующей уборки пресс-подборщиком или кормоуборочным комбайном (рисунки 1-4).



Рисунок 1. – Ленточный валкователь RESPIRO R 9 PROFI фирмы «Reiter (RT Engineering)» (Австрия)



Рисунок 2. – Ленточный валкователь RT 1000 фирмы «ROC» (Италия)



Рисунок 3. – Ленточный валкователь MERGE MAXX 950 фирмы «KUHN» (Франция)



Рисунок 4. – Ленточный валкователь Mergento VT 9220 фирмы «POTTINGER» (Австрия)

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. В этом проявляется первое преимущество рассматриваемых машин. Корма в меньшей степени подвергаются загрязнению в сравнении с дру-

гими технологиями валкования, прежде всего при работе роторными валкообразователями и колесно-пальцевыми граблями. К тому же благодаря этому снижается износ машин во всей последующей уборочной цепочке, независимо от того, какие машины она включает – кормоуборочный комбайн, прицеп-подборщик или пресс-подборщик. Кроме того, в валок попадает меньше камней.

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 листва 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, которые могут уже начать отрастать в процессе, когда идет валкование. А это ускоряет срок отрастания нового урожая.

Еще один плюс в копилку ленточных валкователей – более высокая максимальная рабочая скорость. 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 указывают максимально возможную – до 20 км/ч. На низких рабочих скоростях ленточные валкователи великолепно справляются с большим количеством скошенной массы.

При подборе ленточными валкователями лучше перемешиваются уже сухие и еще влажные компоненты, в дальнейшем травяная масса просушивается равномерно благодаря рыхлости образуемого валка. Но такое интенсивное перемешивание при работе с длинностебельчатой массой может привести к сильному ее переплетению в валке. Поэтому скошенный материал лучше укладывать стеблями по направлению движения.

Сформированный ленточным валкователем богатый валок удобнее для кормоуборочного комбайна: его производительность и эффективность работы повышаются за счет сокращения числа проходов. По данным отдельных производителей, оптимальный валок способствует увеличению скорости работы комбайна на 20 %.

С выходом на рынок итальянской компании «ROC», австрийской фирмы «Reiter» и обновлением машины Merge Maxx производства фирмы «Kuhn» ленточные валкователи стали все чаще ока-

зываться в центре внимания аграриев. Однако сложностей выбора не избежать – столь велики отличия у машин различных моделей и производителей в вопросах организации подбора массы, адаптации к рельефу, гибкости в эксплуатации. Далее подробнее рассмотрим основные и на наш взгляд перспективные модели ленточных валкователей.

Таблица 1. Сравнительная техническая характеристика ленточных валкователей

Наименование технических, конструктивных и эксплуатационных показателей	Единица измерения	Марка машины			
		Mergento VT 9220 фирмы «POTTINGER», Австрия	MERGE MAXX 950 фирмы «KUHN», Франция	RESPIRO R 9 PROFI фирмы «RT Engineering», Австрия	RT 1000 фирмы «ROC», Италия
Рабочая ширина подбора	м	8,7/9,2	7,5/9,5	7,0/9,0	8,9
Рабочая ширина с валком	м	9,2	9,5	9,0	10,0
Количество рабочих секций	шт.	2	2	2	3
Рабочая скорость	км/ч	до 16	до 16	до 16	до 16
Производительность (за 1 час основного времени)	га/ч	до 14,4	9-13	8-12	10-14
Мощность трактора	л/с	90	85	150	120-150
Производительность гидравлики	л/мин	не менее 60	не менее 60	не менее 60	не менее 60
Привод подборщиков и транспортеров	тип	гидравлический	гидравлический	гидравлический	гидравлический
Колеса	типоразмер	500/50-17,0	400/55-22,5	500/50-22,5	500/50-17,0
Масса	кг	4750	4845	6400	4980
Цена (на 2022 г.)	руб. евро	351 120,00 132 000,00	266 000,00 100 000,00	556 317,00 213 968,00	319 200,00 120 000,00

Важно отметить, что для всех ленточных валкователей характерен гидравлический привод подборщика и поперечных ленточных транспортеров. Гидравлика позволяет регулировать частоту вращения вала и скорость работы в зависимости от условий уборки. В прицепных вариантах орудий с большой шириной захвата масло по гидроконтуру гонится одним или двумя масляными насосами, приводимыми от вала отбора мощности и имеющими собственный запас масла. Во фронтально навешиваемых орудиях циркуляция масла обеспечивается системой управления фронтальными агрегатами трактора.

Сравнительная техническая характеристика зарубежных наиболее известных и высокопроизводительных ленточных валкователей представлена в таблице 1.

Заключение. Технические решения различных производителей отличаются деталями. Для ленточных валкователей характерны высокая производительность, возможность выбора укладки валка – один или два, центральный или боковой, а также чистый и бережный подбор скошенной массы.

Ленточный валкователь подходит для процесса заготовки силоса, сена или сенажа, позволяя валковать люцерну, сорго, пшеницу, мискантус, солому, кукурузу, а также различные травяные и бобовые культуры. Применение ленточного валкователя позволит также: формировать один большой валок без потери качества каждые 9, 18, 27, 36 и 45 метров, что позволяет существенно сэкономить топливо и обеспечить необходимую загрузку кормоуборочного комбайна, пресс-подборщика и прицеп-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, что в свою очередь повышает качество конечной продукции; снизить ветеринарные расходы, так как животные перестают страдать от желудочной инфекции, животные становятся здоровее и избегают смерти от клостридиоза; повышать продуктивность коров, которые согласно исследованиям начали давать в сутки на 1-1,5 л молока больше, а это дополнительная прибыль.

Таким образом, учитывая весьма убедительные достоинства новых валкователей ленточного типа перед ротационными и ко-

лесно-пальцевыми граблями, становится абсолютно очевидной актуальность создания и освоения в производстве отечественного аналога валкователя, внедрение которого обеспечит повышение качества основных видов кормов, а значит – приблизит выполнение планов в кормопроизводстве Республики Беларусь.

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.

5. Почему ленточный валкообразователь стоит внимания // Официальный сайт электронной версии журнала «Молоко и Ферма» [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: http://milkua.info/ru/post/pocemu-lentocnyj-valkoobrazovatel-stoit-vnimania. – Дата доступа: 12.09.2022.

УДК 631.353.2

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ГРЕБЁНЧАТЫХ ГРАБЛЕЙ-ВАЛКОВАТЕЛЕЙ ГВГ-9,5

В.В. Микульский, канд. техн. наук,
Э.В. Дыба, канд. техн. наук, доцент,
Л.И. Трофимович, научный сотрудник,
П.В. Яровенко, старший научный сотрудник
РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь
mikulskyvadim@yandex.by

Аннотация: В статье описано устройство гребенчатых граблей-валкователей ГВГ-9,5, приведены результаты предварительных испытаний, а также показана

экономическая целесообразность их использования перед серийно выпускаемыми отечественными граблями-валкователями роторного и колёсно-пальцевого типа.

Abstract: The article describes the mechanism of comb swath collector rakes CSCR -9,5, presents the results of preliminary tests, and displays the economic feasibility of their use in comparison with serially produced domestic rotary and star-wheel swath collector rakes.

Ключевые слова: корма, травы, валок, засорение, грабли, сгребание, гребёнчатые грабли-валкователи, устройство, предварительные испытания, экономическая эффективность.

Key words: feed, grass, swath, clogging, rakes, raking, comb swath collector rakes, mechanism, preliminary tests, economic efficiency.

Введение. В Республике Беларусь технологическая операция сгребания высушенной или провяленной массы выполняется с помощью граблей-валкователей ротационного или колесно-пальцевого типа, которым присущ один существенный технологический недостаток, который заключается в принципе работы самой машины. Дело в том, что процесс сгребания травяной массы как ротационными, так и колёсно-пальцевыми граблями-валкователями происходит путем волочения рабочих органов по поверхности поля, чем увеличивается вероятность увлекания за собой камней и других инородных тел в валок. При уборке таких валков, увеличивается и вероятность повреждения и выхода из строя рабочих органов кормоуборочной техники, что в свою очередь приводит к увеличению сроков уборки и потере кормов. Кроме того, постоянный контакт рабочих органов граблей с поверхностью почвы приводит к увеличению засорения формируемого валка землей и пылью, особенно при валковании трав на торфяных почвах, что приводит и к потере энергетической ценности кормов [1]. Последнее влияние недостатка уже доказано исследованиями, проведенными в регионе интенсивного животноводства в Германии, где установлено, что увеличение содержания примесей в сухой массе собранного урожая с 2 до 4 % приводит к снижению их энергетической ценности до 4 %, а энергия усваиваемая коровой сокращается – до 7,5 %. Исследованиями также установлено, что для достижения производства кормов с 4 до 2 % уровня содержания примесей, в корма необходимо добавлять концентраты на сумму около 89 евро на 1 гектар в год [2].

Основная часть. Учитывая весьма убедительные достоинства гребенчатых граблей-валкователей перед ротационными и колесно-пальцевыми, а также приведенный экономический эффект от сни-

жения количества примесей в кормах, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» на базе ОАО «Управляющая компания холдинга «Лидсельмаш» разработан отечественный аналог полуприцепных гребенчатых граблей-валкователей ГВГ-9,5.

Грабли (рисунок 1), состоят из рамы 1, дышла 2, навески 3, ходовых колес 4, поворотных стрел 5, рабочих секций 6, тормозной системы 7, гидрооборудования 8 и электрооборудования 9.

Дышло, рама, и навеска граблей представляют собой сварные конструкции, соединенные между собой шарнирно. Такое соединение между навеской и дышлом позволяет агрегату лучше маневрировать на поворотных полосах, а следовательно, сократить потери времени на уборку трав.

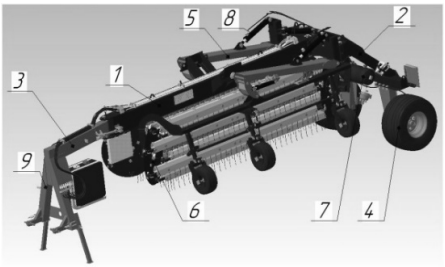


Рисунок 1. – Грабли-валкователи гребенчатые ГВГ-9,5 (вид с боку)

Шарнирное соединение дышла и рамы позволяет агрегату формировать валок относительно трактора, как справа, так и слева. Это функция особенно полезна, если между прокосами небольшое пространство и необходимо избежать движения по ним.

Навеска граблей обеспечивает надежное присоединение их к заднему навесному устройству трактора в двух точках и имеет регулируемую опору для безопасного отсоединения (присоединения) граблей от (к) трактору.

Рабочие секции граблей служат для «чистого» сгребания растительной массы в валок и состоят (рисунок 2) из рамы 1 и рабочих органов, состоящих из двух параллельно расположенных ведущей 2 и ведомой 3 боковин, к которым шарнирно соединены граблины 4 с пружинными зубьями 5.

Для обеспечения хорошей адаптации граблей к неровностям рельефа почвы рама 1 рабочих секций граблей опирается на три опорно-копирующие колеса 6, которые имеют довольно близкое расположение к пружинным зубьям 5.

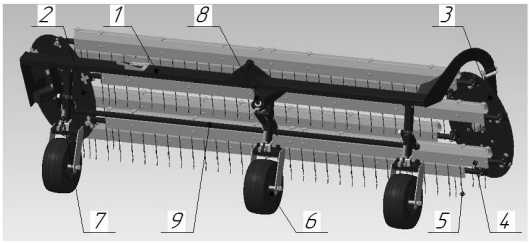


Рисунок 2. – Рабочая секция

Регулировка зазора между нижней частью зубьев граблин и поверхностью поля осуществляется талрепами 7, находящимися над каждым опорно-копирующим колесом, и рукояткой 8 через рычажную систему 9.

Гидрооборудование гребенчатых граблей-валкователей приводится в действие от ВОМ трактора и предназначено для привода рабочих секций и перевода их из транспортного положения в рабочее и наоборот, а также для поворота (смещения) дышла относительно оси движения трактора.

Привод рабочих секций граблей (рисунок 3) осуществляется от гидромотора 1, а их подъём-опускание, складывание-раскладывание и вынос – гидроцилиндрами 2, 3 и 4 соответственно. Смещение дышла относительно оси движения трактора осуществляется гидроцилиндром 5.

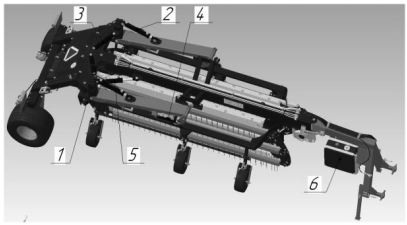


Рисунок 3. – Гидрооборудование

Кроме того, при работе граблей в рабочем положении гидроцилиндры, обеспечивающие подъём-опускание рабочих секций, работают в так называемом режиме гидравлических пружин для более уверенного преодоления различных препятствий и неровностей почвы, защищая грабли от возможных поломок.

Тормозная система имеет два независимых друг от друга контура: пневматический, действующий от пневмосистемы трактора, и механический – ручной (стояночный тормоз). Пневматический привод тормозов служит для торможения ходовых колес граблей

одновременно с трактором и срабатывает при нажатии тормозной педали в тракторе. Механический привод тормозов служит для одновременной блокировки ходовых колес граблей на стоянке.

Процесс валкования скошенной травяной массы граблями-валкователями ГВГ-9,5 осуществляется следующим образом. При движении граблей по прокосу граблины правой и левой рабочих секций, вращаясь под углом к направлению движения, подхватывают скошенную массу. Благодаря параллелограммному механизму рабочих секций зубья граблин, совершая поступательное движение, перемещают подхваченную массу вдоль рабочей зоны, не давая ей при этом соприкоснуться с почвой до тех пор, пока масса не переместиться в зону формирования валка. В процессе перемещения растительной массы в зону формирования валка рабочие органы граблей осуществляют их активное вспушивание и отделение от примесей (земли, пыли, камней и т.д.), обеспечивая таким образом «чистый» и хорошо продуваемый ветром валок.

Результаты исследований. Предварительные испытания гребенчатых граблей-валкователей проводились в ГП «Экспериментальная база «Зазерье» РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» на уборке трав. Общая наработка граблей за время испытаний составила 760 *га*. Отказов производственного и конструктивного характера зафиксировано не было.

Техническая характеристика ГВГ-9,5 представлена в таблице 1.

Таблица 1. – Техническая характеристика граблей-валкователей ГВГ-9,5

Наименование показателя	Значение	
	по ТЗ	по испытаниям
Тип	полуприцепной	полуприцепной
Агрегатирование	трактора класса 2,0	трактора класса 2,0
Производительность за 1 час основного времени	до 11,4	до 14,32
Рабочая скорость, км/ч	от 7 до 12	от 7 до 15
Рабочая ширина захвата, м	9500±200	9550
Удельный расход топлива за ч сменного времени, кг/га	1,55	1,34
Масса конструктивная, кг	3600±200	3740

В результате испытаний получены следующие параметры работы граблей валкователей: производительность за 1 час основного времени составила 6,68–14,32 га/ч (при рабочей скорости от 7 до

15 км/ч), ширина сформированного валка 2,1 м, плотность валка при влажности скошенных злако-бобовых трав 64,3 % составила 10,5 кг/м, количество обслуживающего персонала – 1 чел., загрузка двигателя трактора составила 76–80 %, удельный расход топлива за основное время работы – 1,34 кг/га [3].

Расчет экономических показателей использования гребенчатых граблей- валкователей ГВГ-9,5 выполнен в сравнении с роторными ГВБ-6,2 и колесно-пальцевыми ГРЛ-9,6-01.

При определении годового экономического эффекта от использования гребенчатых граблей-валкователей учитывалось повышение энергетической ценности травяных кормов за счет снижения засорения их посторонними примесями при формировании волка. Расчет выполнен в ценах на август 2022 года.

Показатели сравнительной экономической эффективности валкования травяных кормов представлены в таблице 2.

Таблица 2. – Показатели экономической эффективности валкования травяных кормов гребёнчатыми граблями-валкователями ГВГ-9,5 в сравнении с роторными ГВБ-6,2 и колесно-пальцевыми ГРЛ-9,6-01

Наименование показателя	Значение	
	В сравнении с ГВБ-6,2	В сравнении с ГРЛ-9,6-01
Годовая экономия затрат труда, чел.-ч	180,73	72,47
Степень снижения затрат труда, %	59,12	36,71
Годовой приведеный экономический эффект, руб.	212052,25	207329,50
Годовая экономия себестоимости механизированных работ, руб.	183027,60	216119,17
Степень снижения себестоимости механизированных работ, %	60,19	64,09
Годовая экономия топлива, кг	77,32	296,41
Степень снижения расхода топлива, %	4,29	14,65
Срок окупаемости абсолютных капитальных вложений, лет	0,46	0,39
Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, лет	0,01	0,22
Цена базовой машины (с НДС), руб.	82560,00	37600,00
Цена новой машины (с НДС), руб.	85000,00	

В результате расчетов был получен положительный экономический эффект от использования разработанных гребенчатых граблей-валкователей за счёт уменьшения прямых эксплуатационных

затрат на единицу наработки. Так в сравнении с роторными граблями-валкователями данный показатель снизился в 2,5 раза, а в сравнении с колёсно-пальцевыми – в 2,8 раза. Уменьшились и сумма приведенных затрат от использования новых граблей-валкователей ГВГ-9,5 до 125,26 руб./га, против 289,80 руб./га при использовании ГВБ-6,2 и 286,14 руб./га при использовании ГРЛ-9,6-01. Также из расчетов показателей экономической эффективности видно, что годовые затраты труда от использования новых граблей-валкователей в сравнении с ГВБ-6,2 и ГРЛ-9,6-01 снизились на 59,12 % и 36,71 % соответственно, что обусловлено большей производительностью гребёнчатых граблей-валкователей в час сменного времени: 10,31 га/ч против 4,22 га/ч (ГВБ-6,2) и 6,53 га/ч (ГРЛ-9,6-01). Также снизились затраты на топливо на 4,29 % при сравнении с ГВБ-6,2 и 14,65 % при сравнении с ГРЛ-9,6-01[9].

Заключение. Таким образом, годовой экономический эффект от эксплуатации гребёнчатых граблей-валкователей ГВГ-9,5, по данным предварительных испытаний, составили: в сравнении с роторными граблями-валкователями 212052,25 руб., в сравнении с колёсно-пальцевыми – 207329,50 руб. Экономия себестоимости механизированных работ составили 183027,60 руб. и 216119,17 руб. соответственно, что обусловило окупаемость дополнительных капитальных вложений новых граблей-валкователей за 0,01 и 0,22 года в сравнении с ГВБ-6,2 и ГРЛ-9,6-01. Приведенные цифры свидетельствуют о том, что использование граблей-валкователей гребенчатого типа экономически выгодно для сельскохозяйственных производителей нашей страны.

Список использованной литературы

1. Лабоцкий, И.М. Техническое обеспечение кормоуборочных работ. Состояние и перспективы / И.М. Лабоцкий [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства: Межведомственный тематический сборник РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». В 2-х томах. – Мн.: 2013. – Вып. 46. – Т. 2. – С. 3–10.

2. Тройные комбинации дисковых косилок // Проспект фирмы KUHN (Франция), 2017. – 20 с.

3. Протокол №1-2022П предварительных испытаний опытного образца граблей-валкователей гребёнчатых ГВГ-9,5 / Испытательный полигон РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства» – пос. Ждановичи, 2022 – 34 с.

УДК 621.317.39

ЕМКОСТНОЙ ДАТЧИК ВЛАЖНОСТИ ЗЕРНА И ЕГО ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

С.Е. Мозжаров[1], научный сотрудник,
Т.З. Насиров[2], канд. физ.-мат. наук, доцент
[1]Институт технической акустики НАН Беларуси,
г. Витебск, Республика Беларусь;
[2]Ташкентский государственный технический университет,
г. Ташкент, Республика Узбекистан
lkm_ita@vitebsk.by

Аннотация: Предложена конструкция первичного преобразователя датчика влажности зерна облегчающая его установку в бункере и исключающая возможность его засорения. Получены зависимости показаний датчика от температуры при различной влажности зерна.

Abstract: The design of the primary converter of the grain moisture sensor is proposed, which facilitates its installation in the bunker and excludes the possibility of its clogging. Dependences of sensor readings on temperature are obtained at different grain moisture content.

Ключевые слова: датчик влажности, сыпучие продукты, микроконтроллер, чувствительность датчика, температурная зависимость.

Keywords: moisture sensor, bulk products, microcontroller, sensor sensitivity, temperature dependence.

Введение. Во всем мире зерно, а именно пшеница и рис, составляют большую часть ежедневно потребляемой пищи [1]. А, поскольку зерно по своей природе гигроскопично, то его качество после уборки сильно зависит от уровня его влажности. Для обеспечения сохранности собранное зерно должно быть своевременно высушено до норм безопасного хранения [2]. Также, при переработке зерна для получения продукции высокого качества необходимо поддержанием требуемой влажности. Т.е. точное определение содержания влаги необходимо на всех стадиях превращения зерна в пищевой продукт.

Известно, что при разработке высокоточного прибора для измерения влажности крайне важным является задача выбора первичного преобразователя, его принципов действия и конструкции [3]. В настоящее время первичные преобразователи емкостных датчиков зерна в основном представлены двумя типами: цилиндрическим и плоскопараллельным. Плоскопараллельные емкостные преобразователи представляют собой две параллельные проводящие пластины, являющимися обкладками конденсатора. Такие преобразователи

вставляются вертикально или встраиваются в поток зерна в сушилке. Чтобы улучшить чувствительность датчика влажности необходимо увеличивать начальное значение емкости первичного преобразователя. Обычно это делается путем увеличения относительной площади пластин, что заставляет увеличивать размеры сушилки, увеличивая объем инвестиций в оборудование. Можно уменьшать расстояние между электродами, но в этом случае существует риск засорения преобразователя при прохождении потока зерна. Кроме того, такие преобразователи довольно сложны в установке.

Чтобы решить вышеуказанные проблемы нами был изготовлен плоский преобразователь (рисунок 1) по схеме, предложенной в работе [4]. Такой преобразователь может быть легко установлен вне потока зерна, например на стенке бункера. В этом случае зерно легко стекает по плоской поверхности, а преобразователь не препятствует движению потока зерна.

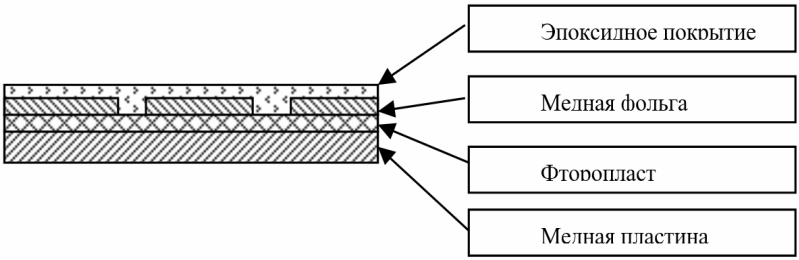


Рисунок 1 – Схема плоского первичного преобразователя

Как известно, у влагосодержащих материалов температура является второй (после влажности) величиной по степени влияния на электрические свойства [5]. Температурный коэффициент диэлектрической проницаемости (относительное изменение на 1 °С) $\alpha = (1/\varepsilon)(\Delta\varepsilon/\Delta t)$ для большинства твердых тел положителен и имеет величину, близкую к 10^{-4} град$^{-1}$. Для воды в диапазоне температур 0<t<100°С часто используют упрощенное уравнение: $\varepsilon_t = \varepsilon_0 - 0,4(t - t_0)$. Исследования влияние температуры в пределах от 0 до 40°С на результаты измерения влажности зерна влагомерами резонансного типа в диапазоне мегагерц и показали, что зависимость эффективной емкости датчика С от температуры близка к линейной [5]. Угол наклона прямых С(t) при W=const повыша-

ется с. ростом влажности. Практически у диэлькометрических влагомеров диапазона ниже 10^8 Гц влияние температуры можно учесть введением температурной поправки к результатам измерения по формуле:

$$W = W_n - k_t(t - t_0),$$

где W – истинная влажность материала при температуре t; W_n – результат отсчета влажности по шкале; t и t_0 – температура материала соответственно в момент измерения и при градуировке влагомера; k_t – температурный коэффициент для данного материала.

Величины температурных коэффициентов определяют экспериментом при градуировке влагомера. Иногда целесообразно значения k_t дифференцировать по диапазонам измеряемой влажности.

Если пределы изменений влажности и отклонение температуры от градуировочной не очень велики, можно применять единую величину температурного коэффициента. У влагомеров без разделения составляющих полного сопротивления датчика средняя величина этого коэффициента для большинства материалов (при влажности 12<W<25%) близка к 0,1 % влажности на 1 °С.

Для того чтобы получить зависимость показаний разработанного нами емкостного датчика от температуры использовалась установка, основными узлами которой являются: термостатированная ячейка, температура в которой поддерживается прокачным жидкостным термостатом U1. В качестве теплоносителя использовалось силиконовое масло с верхним температурным пределом 250 °С; емкостной измерительный датчик влажности, генератор которого выполнен на микросхеме TLC555. Сигнал с генератора поступает на RC фильтр низких частот, где С измерительный конденсатор. Емкость конденсатора, а значит, и его реактивное сопротивление $X_c = 1/\omega C = 1/2\pi fC$, будет изменяться при изменении диэлектрической проницаемости окружающей среды [6] .При этом, чем выше емкость измерительного конденсатора, тем ниже амплитуда напряжения на выходе фильтра. Сигнал с RC фильтра поступает на пиковый детектор, представляющий собой, однополупериодным выпрямителем с подключенным к выходу фильтрующим конденсатором. Выпрямленное напряжение может использоваться непосредственно для формирования выходного сигнала датчика (как собственно выходной сигнал). Или, например, оно может преобразовываться в ток петли 4-20 мА. Если выходной сигнал датчика должен быть не

аналоговым, а цифровым, то дополнительно потребуется АЦП, который может входить и в состав микроконтроллера; цифровой датчик температуры DS18B20; микроконтроллерная плата управления с LCD дисплеем. К этой плате подключены датчик влажности и датчик температуры. Она же осуществляет первичную обработку данных и обеспечивает связь с компьютером; компьютер с программным обеспечением получает данные с микроконтроллера и позволяет проводить их обработку.

По данным полученным с микроконтроллера строились графики зависимости показаний датчика влажности от температуры. Вначале проверялся пустой датчик. В диапазоне от +15 °С до +85°С показания датчика не изменялись. Отсюда можно сделать вывод, что электронная схема датчика не требует температурной компенсации, в этом диапазоне температур.

Затем датчик проверялся при заполнении зерном с разной влажностью. Измерение проводились с зерном семенной пшеницы при влажности 15, 25 и 35 %. Графики зависимостей приведены на рисунке 2. Поскольку датчик еще не калибровался, влажность приведена в условных единицах. На графиках, также показаны линии тренда при линейной регрессии, приведены уравнения этих линий и даны значения достоверности аппроксимации R^2.

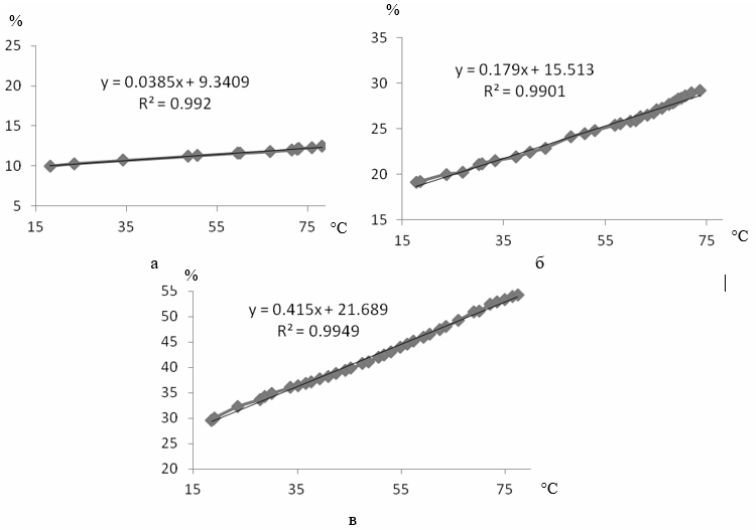


Рисунок 2 – Графики зависимости показаний емкостного датчика от температуры а) влажность 10 %, б) влажность 20 %, в) влажность 30 %

Как видно из графиков зависимость действительно линейная и наклон прямых увеличивается с ростом влажности материала. Так на рисунке 6, а при влажности 10 % показания датчика увеличиваются ~ 0,04 % на градус, на рисунке 6-б, при влажности 20 % показания датчика увеличиваются ~ 0,2 % на градус, а на рисунке 6-в, при влажности 30 % показания датчика увеличиваются уже ~ 0,4 % на градус. Т.е. величины температурных коэффициентов различаются довольно сильно. Поэтому как, отмечалось выше, целесообразно при калибровке емкостного датчика, значения температурных коэффициентов дифференцировать по диапазонам измеряемой влажности, занося их в таблицу, при программировании микроконтроллера. На данный момент мы выделили три диапазона - < 15 % с коэффициентом 0,04, от 15 до 25 % с коэффициентом 0,2 и выше 35 % с коэффициентом 0,4.

Работа выполнена при поддержке БРФФИ (проект Т21УЗБГ-014).

Список использованной литературы

1.Ramli, N A M A Review on Frequency Selection in Grain Moisture Content Detection /N A M Ramli et al , 2019 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 705 012002

2. Li, Z. On research of automatic control about moisture content for cereal grains / Z. Li, Y. Zhang, L. Zhang // Journal of Shenyang Normal University. – 2008. – № 26 (1). – P. 79–81.

3. Насиров, Т.З. Расчет емкости конусного преобразователя влагомера зерна и зернопродуктов / Т.З. Насиров, П.Р. Исматуллаев, Х.Ш. Жаборов // Приборы. – 2019. – № 4 (226). – С. 11–16.

4. Liu, Yang. Development of plane polar probe of capacitive grain moisture sensor [J] / Yang Liu, Mao Zhihuai, Dong Lanlan // Transactions of the CSAE. – 2010. – № 26 (2). – P. 185–189.

5. Берлинер, М.А. Измерение влажности / М.А. Берлинер. – М.: Энергия, 1973. – 400 с.

6. Емкостные датчики. Измерения и обработка сигнала [Электронный ресурс] Режим доступа https://zen.yandex.ru/media/id/5b935f60343d6c00a9f52b06/emkostnye-datchiki-izmereniia-i-obrabotka-signala-5e89905d587fbc169935759d. – Дата доступа: 10.08. 2022.

УДК 621.9.048.6

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ИСПЫТАНИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

А.В. Бондарев, канд. техн. наук, доцент, С.А. Горелов, студент

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», п. Майский, Россия

Аннотация: В данной работе приводится анализ системы испытаний сельскохозяйственной техники, выявляются предпосылки её усовершенствования и возможные перспективные направления развития.

Abstract: This paper analyzes the testing system of agricultural machinery, identifies the prerequisites for its improvement and possible future directions of development.
Ключевые слова: система, анализ, сельскохозяйственная техника, испытания.
Key words: system, analysis, agricultural machinery, testing.

Введение. В условиях рыночной экономики для любого машиностроительного предприятия очень важным является решение вопроса, связанного с конкурентоспособностью выпускаемой техники, что обеспечит его эффективную и рентабельную работу.

Уровень качества техники во многом зависит от процесса разработки, изготовления и использования машин. Создание новой и совершенствование существующей сельскохозяйственной техники является сложным, многоэтапным и длительным процессом, включающим разработку технического задания на основании утвержденных технических требований; разработку конструкции и изготовление опытного (макетного) образца; ведомственные испытания; межведомственные испытания; государственные испытания важнейших видов продукции.

Основная часть. Испытания подразделяются на исследовательские, контрольные, сравнительные, определительные. Кроме того, испытания могут быть доводочными, предварительными, приемочными, лабораторными, стендовыми, полигонными, натурными, эксплуатационными, нормальными, ускоренными, сокращенными. Для готовой продукции предусмотрены квалификационные, периодические, типовые и сертификационные испытания [1].

Общие принципы испытаний сельскохозяйственных машин были сформулированы академиком В.П. Горячкиным и в дальнейшем получили развитие в трудах, других ведущих ученых. Они заключаются в отработке видов и упорядочении системы основных показателей и критериев оценки машин в различных зональных условиях, разработке методов оптимизации режимов их работы, планировании эксперимента, применении соответствующей измерительной аппаратуры и т.д. [2].

Задачами испытаний новой машины являются получение характеристик, определяющих соответствие её своему назначению; выявление слабых сторон, а также определение показателей качества выполнения технологического процесса, производительности, энергоемкости, надежности, условий труда оператора, уровня воздействия на окружающую среду и т.д.

Испытания являются продолжением научно-исследовательских и конструкторских работ по созданию новых машин, способствуют подготовке их к серийному производству. Испытания сельскохозяйственной техники проводятся на региональных машиноиспытательных станциях (МИС) расположенных в природно-климатических зональных условиях, соответствующих реальным естественно производственным.

Для проведения испытаний изготовитель представляет в соответствующую машиноиспытательную станцию (МИС) опытный образец машины и техническую документацию. Документация содержит: техническое задание на проектирование с техническими требованиями; инструкцию по устройству и эксплуатации машины с технической характеристикой, схемой смазки, последовательностью разборки и сборки и правилами безопасности; протокол ведомственных испытаний; полный комплект чертежей, конструктивную, технологическую и кинематическую схемы машины. По результатам испытаний на МИС составляется протокол (акт, отчет), в котором содержатся оценка машины и заключение [3].

В системе испытаний сельскохозяйственной техники в период плановой экономики был разработан ОСТ 70.2.30-78 [4], по комплексной оценке, машин, который позволял в условиях директивной экономики получить количественную оценку показателей работы машин по результатам испытаний. В условиях рыночной экономики выросли требования к качеству сельскохозяйственной техники, и поэтому необходимо обоснование (уточнение) новой номенклатуры оценочных показателей и их характеристик (весомость, значимость) и на этой основе построение показателя комплексной оценки эффективности с учетом новой номенклатуры оценочных показателей и их характеристик. Эта работа позволит обеспечить необходимую адекватность критериев оценки условиям рыночной экономики.

В действующих стандартах отсутствует понятие оценки условий работы сельскохозяйственного агрегата и регламентируются только методы определения условий испытаний сельскохозяйственной техники (ГОСТ 20915-88) [5], а также не в полной мере учитывается влияние функционального уровня человека-оператора на процесс работы сельскохозяйственных машин (РТМ 70.23.026-80) [6]. Поэтому на практике испытания проводятся в некоторых, не всегда представительных, условиях работы агрегата, что, в свою

очередь, приводит к ошибочным выводам о качестве работы сельскохозяйственного агрегата.

Кроме того, действующая нормативно-техническая документация практически не отражает оценку конкурентоспособности сельскохозяйственной техники, одного из главнейших свойств, определяющего ее востребованность в условиях рыночной экономики. Поэтому актуальным является построение критерия конкурентоспособности на основе нового комплексного показателя эффективности и стоимостных характеристик техники. Рыночный критерий конкурентоспособности позволит сельхозтоваропроизводителю более обоснованно выбирать и покупать сельскохозяйственную технику. С учетом показателя комплексной оценки эффективности и критерия конкурентоспособности предоставляется возможность разработать рекомендации сельхозтоваропроизводителю по выбору предпочтительного варианта машин.

Некоторые существующие методики предусматривают получение большого количества оценочных показателей, многие из показателей повторяются в разных видах оценки, что приводит к запутанности и трудоемкости проведения испытаний, затрудняет формирование выводов и рекомендации по результатам испытаний.

Заключение. В связи с этим требуется обоснование структуры показателей каждой из проводимых оценок, что позволит снизить затраты на испытания и увеличить их достоверность, однако в этом случае возрастает трудоемкость обработки данных.

Выходом из сложившейся ситуации может стать усовершенствование системы испытаний путем создания новых методов и критериев оценки уровня качества функционирования сельскохозяйственных агрегатов, введение критерия конкурентоспособности, и эти работы целесообразно проводить на основе системного анализа качества функционирования сельскохозяйственных агрегатов.

Метод оценки уровня качества функционирования при этом существенно снижает возможность субъективных выводов. Использование в системе испытаний данного метода оценки уровня качества сельскохозяйственных агрегатов позволит объективно судить о качестве изготовления машины, выполнении технологического процесса и улучшить потребительские свойства техники.

Список использованной литературы

1. ГОСТ 16504-81. Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1981.

2. Горячкин, В.П. Собрание сочинений в 3-х томах – Изд. 2-е. / В.П. Горячкин. – М.: Колос, 1968.

3. ГОСТ 28305-89. Машины и тракторы сельскохозяйственные и лесные. Правила приемки на испытания. – М.: Изд-во стандартов, 1989.

4. ГОСТ 70.2.30-78. Испытания сельскохозяйственной техники. Комплексная оценка машин. Программа и методы. – М.: Изд-во стандартов, 1978.

5. ГОСТ 20915-88. Методы определения условий испытаний. Сельскохозяйственная техника. – М.: Изд-во стандартов, 1988.

6. РТМ 70.23.026-80. Испытания сельскохозяйственной техники. Комплексная оценка и учёт функционального уровня оператора. – М.: Изд-во стандартов, 1980.

УДК. 631.333.55

ТЯГОВОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ РЫХЛИТЕЛЯ С ТУКОПРОВОДОМ-РАСПРЕДЕЛИТЕЛЕМ

З.Л. Батиров, д-р техн. наук, доцент,
И.Ж. Тоиров, канд. техн. наук, доцент
Каршинский инженерно-экономический институт,
г. Карши, Республика Узбекистан
botirov1972@inbox.ru

Аннотация. Приведена методика расчета тягового сопротивления рыхлителя-удобрителя снабженного тукопроводами-распределителями для трехъярусного внесения удобрений. Определены составляющие баланса тягового сопротивления, установлена зависимость от глубины посева.

Abstract. A method for calculating the traction resistance of a ripper-fertilizer equipped with fertilizer ducts-distributors for three-tier fertilizer application is given. The components of the balance of traction resistance are determined, the dependence on the depth of sowing is established.

Ключевые слова: тяговое сопротивление, рыхлитель-удобритель, тукопровод-распределитель, гребнеделатель.

Key words: traction resistance, cultivator-fertilizer, fertilizer distributor-distributor, comber.

Введение. Технологии и технические средства для внесения минеральных удобрений в слой развития корневой системы растений занимает одно из важных вопросов на производстве сельскохозяйственных культур. Также одной из важных задач в сельском хозяйстве считается разработка технических средств, осуществляющих формирование гребней с одновременным внесением минеральных удобрений в зону развития корневой системы растений. В сельскохозяйственном производстве особое внимание уделяется снижению затрат труда и энергии, экономии ресурсов на основе передовых технологий и разработки высокопроизводительных сельскохозяйственных машин.

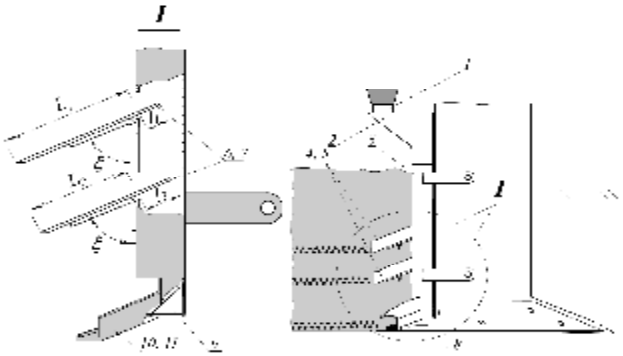
В предложенной технологии вначале рыхлителями, снабженными тукопроводами-распределителями, проводят рыхление почвы по линии посева на глубину до 35 см и одновременно ленточно вносятся удобрения в три яруса: на глубину 16–18 см, 28–30 см и 40–45 см. Затем по линии внесения удобрений формируются гребни.

Данная технология осуществляется осенью на подготовленном поле для формирования гребней: после уборки стеблей хлопчатника, вспашки двухъярусными плугами на глубину 35–40 см или вспашки на глубину 30 см с почвоуглублением на 10–15 см, чизелования, боронования и малования.

Процесс работы комбинированного агрегата происходит следующим образом: вначале рыхлитель разрыхляет почву на глубину 30–35 см. Одновременно с рыхлением тукопроводом, установленным на задней части стойки рыхлителя, вносятся удобрения в три слоя. Затем гребнеделателями формируются гребни по линии внесения удобрения.

Предлагаемая нами технология предусматривает поярусное внесение минеральных удобрений под семена хлопчатника, т.е. 100% их размещение в зоне распространения корневой системы растения с одновременным формированием гребней.

Основная часть. Для обеспечения этой технологии нами разработан экспериментальный рыхлитель-удобритель снабженный тукопроводами-распределителями для трехъярусного внесения удобрений с междурядьем 90 см [1].



Рисинук 1 – Тукопровод-распределитель для трехслойного внесения удобрений

Тукопровод-распределитель рыхлителя-удобрителя состоит из цилиндрической части 1, к которой присоединяется тукопровод от туковысевающего аппарата, наклонной воронкообразной части 2, концентрирующий поток удобрений и тукопроводящего канала 3.

На задней части тукопроводящего канала установлены два патрубка 4 и 5 в виде лотка под углом, обеспечивающего свободное движение гранулированных удобрений. Внутри каждого патрубка установлены подвижные отражательные пластины 6 и 7, которые рассекают удобрения, движущиеся по тукопроводящему каналу на части с последующим направлением их в соответствующий горизонт почвы. Отражательные пластины тукопроводящего канала полностью его не перекрывают, поэтому часть удобрений поступает в нижний распределитель 8 туков [1, 2].

Известно, что тукопровод рыхлителя-удобрителя должен отвечать следующим основным требованиям: иметь удобную компоновку за рыхлительным рабочим органом рыхлителя, обеспечить качественное распределение минеральных удобрений на заданных глубинах [3].

Тяговое сопротивление рыхлителя зависит от параметров его элементов и физико-механических свойств почвы. Тяговое сопротивление рыхлителя складываются из сопротивлений долота, лемехов и стойки с тукопроводом

$$P = P_д + 2P_л + P_{ст}, \qquad (1)$$

где $P_д$, $P_л$ и $P_{ст}$ – соответственно тяговые сопротивления долота, лемеха и стойки с тукопроводом.

Общее тяговое сопротивление рыхлителя с тукопроводом-распределителем будет равно

$$\begin{aligned} P = P_д + 2P_л + P_{ст} = \sigma_o \delta b_д + \frac{q b_д t_д^2 \sin(\alpha_д + \beta_ф)\sin(\alpha_д + \beta_ф + \phi)}{2\sin^2 \beta_ф cos\phi} + \tau \frac{a}{\sin\psi} \times \\ \times (b_д + K\frac{actg\psi_1}{\sin\psi})[\cos\psi + f\sin(\alpha_д + \psi)\cos\alpha_д] + \\ + \gamma a[b_д V^2 \sin\alpha_д tg(\alpha_д + \phi) + g l_д (b_д + actg\psi_1)(\frac{1}{2}\sin\alpha_д + \\ + f\cos^2\alpha_д)](1 + \frac{W}{100}) + K_c F_c E_1 + \left(F_1^1\gamma_1 + F_1\gamma_2\right)\left(g l_1 E_2 + V^2 E_3\right) + \\ + \frac{2\rho h K_3}{\cos\phi}\left(l_{cm} V^2 \sin^2\beta_1 \sin(\beta_1 + \phi) + \frac{gh}{2tg\gamma_1}\cos^2\gamma_1 (tg\gamma_1 + tg\phi_1)(l_c \sin(\beta_1 + \phi) + 2(b_1 + b_2)\sin\phi)\right), \end{aligned} \qquad (2)$$

где F_c – площадь скалывания почвы, м^2; K_c – удельное сопротивление почвы подпахотного слоя сдвигу.

Расчеты по формуле (2) показали, что тяговое сопротивления тукопровода составляет 12–12,5 % от тягового сопротивления стойки и 4–5 % от общего тягового сопротивления рабочего органа рыхлителя.

Графическая интерпретация математический модели (2) на ЭВМ (рис.2) показывает, что при увеличении скорости движения рабочего органа рыхлителя с тукопроводом-распределителем, тяговое сопротивление увеличивается по криволинейной зависимости. Так при V = 1,0 м/с, φ_1 = 28^0 тяговое сопротивление составило 4,11 кН, а при V=2,0 м/с, φ_1 =28^0 P=5,86 кН.

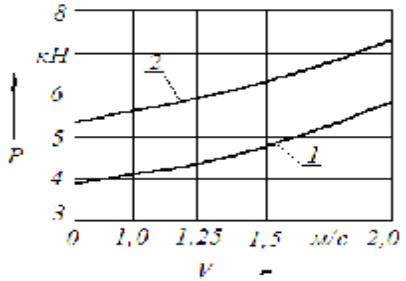


Рисунок 2. Тяговое сопротивление рабочего органа рыхлителя с тукопроводом-распределителем в зависимости от скорости движения 1 – φ=26^0, φ_1=28^0; 2–φ=29^0, φ_1=40^0

Тяговое сопротивление увеличивается также с увеличением коэффициента внутреннего трения почвы φ_1. Так, например, при V=1,0 м/с, φ_1 =28^0 P=4,11 кН, а при V =1,0 м/с, φ_1 =40^0 и P=5,61 кН. Эти зависимости можно использовать для определения тягового сопротивления при различных параметрах рабочего органа рыхлителя, физико-механических свойствах почвы и скорости движения.

Заключение. Тяговое сопротивление рабочего органа рыхлителя с тукопроводом-распределителем зависит от физико-механических свойств почвы, толщины лезвия и длины лезвия долота, длины рабочей поверхности лемеха, угла крошения и раствора лемеха, ширины захвата рабочего органа и скорости движения.

Список использованной литературы

1. Батиров, З.Л. Тяговое сопротивление глубокорыхлителя с тукопроводом - распределителем для трехслойного внесения удобрений / З.Л. Батиров, Ф.М. Маматов, Б.С. Мирзаев, М.С. Халилов // «Молодой ученый». – Россия, 2013. – № 11 (58), – С. 252–255. https://moluch.ru/archive/58/8000/

2. Маматов, Ф.М. Трехъярусное внесение удобрений тукопроводом-распределителем глубокорыхлителя / Ф.М. Маматов, З.Л. Батиров, М.С. Халилов, Е.Б. Холияров // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2019. – https://doi.org/10.22314/2073-7599-2019-13-4-48-53.

3. Batirov, Z. Layered application of mineral fertilizers with the coulter ripper of a combined unit / Z. Batirov, I. Toirov, F. Boymuratov, Sh. Sharipov // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1030 (2021). doi: 10.1088/1757-899X/1030/1/012168.

УДК. 631.333.55

ПАРАМЕТРЫ МАШИНЫ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ГРЕБНЕЙ С ОДНОВРЕМЕННЫМ ВНЕСЕНИЕМ УДОБРЕНИЙ

З.Л. Батиров, д-р техн. наук, доцент,
Ф.Э. Бегимкулов, канд. техн. наук, доцент,
Ё.Э. Махмудов, ассистент, З.О. Тухтаева, студент
Каршинский инженерно-экономический институт,
г. Карши, Республика Узбекистан
botirov1972@inbox.ru

Аннотация. Применяемые способы внесения удобрений под хлопчатник в Узбекистане имеют ряд существенных недостатков. Они не обеспечивают доступность питательных веществ в корневую систему растения. При внесении удобрения в зоне развития корней в нужном соотношении повышается коэффициент их использования и урожайности хлопчатника. В статьи приведены технология формирования новых гребней вместо существующих гребней и новых борозд вместо существующих борозд на полях с убранной гуза-паи с одновременным внесением удобрений и усовершенствованный чизель-культиватор-удобритель с гребнеобразователями для его осуществления, а также результаты теоретических исследований по обоснованию основных параметров чизеля.

Abstract. The applied methods of applying fertilizers for cotton in Uzbekistan have a number of significant drawbacks. They do not ensure the availability of nutrients to the root system of the plant. When applying fertilizer in the zone of root development in the right ratio, the coefficient of their use and cotton yield increases. The article presents the technology for the formation of new ridges instead of existing ridges and new furrows instead of existing furrows in fields with harvested guza-pai with simultaneous application of fertilizers and an improved chisel-cultivator-fertilizer with ridge formers for its implementation, as well as the results of theoretical studies to substantiate the main parameters of the chisel .

Ключевые слова: почва, гребня, внесение удобрений, технология, чизель-культиватор-удобритель, гребнеобразователь, туковый сошник.

Key words: soil, ridges, fertilization, technology, chisel-cultivator-fertilizer, ridge former, fertilizer coulter.

Введение. Технологии и технические средства для внесения минеральных удобрений в слой развития корневой системы растений занимает одно из важных вопросов на производстве сельскохозяйственных культур. Также одной из важных задач в сельском хо-

зяйстве считается разработка технических средств, осуществляющих формирование гребней с одновременным внесением минеральных удобрений в зону развития корневой системы растений. В сельскохозяйственном производстве особое внимание уделяется снижению затрат труда и энергии, экономии ресурсов на основе передовых технологий и разработки высокопроизводительных сельскохозяйственных машин.

Передовые фермерские хозяйства республики уже давно доказали о возможности получения высоких и устойчивых урожаев хлопчатника при систематическом и правильном применении минеральных и органических удобрений на фоне высокой агротехники. Эффективное использование возрастающих из года в год доз минеральных удобрений достигается при соблюдении научно-обоснованных сроков и норм внесения удобрений для определенных почвенно-климатических условий хлопководческих районов.

Для максимального использования вносимых удобрений, уменьшения количество проходов машин по полю, снижения энергоёмкости подготовки почвы к посеву и ресурсосбережения нами предложен новый способ подготовки почвы из-под хлопчатника для возделывания хлопчатника на гребнях.

Целью исследования является обоснование параметров комбинированной машины для формирования гребней на полях из-под хлопчатника с одновременным внесением удобрений.

Основная часть. Предложенный способ осуществляется осенью на полях из-под хлопчатника после уборки стеблей хлопчатника следующим образом (рис. 1). Вначале середины существующего междурядья разрыхляется на глубину a_1 и ширину b_1 (рис.1*б*). Затем середина существующего гребня разрыхляется на глубину 18–20 см и на эту глубину одновременно вносят смеси минеральных и органических удобрений в виде полосы шириной 15–20 см (рис. 1*в*). После чего формируют новые гребни вместо существующих гребней путем смещения разрыхленной почвы из середины существующего междурядья, т.е. из поливной борозды (рис. 1*г*). Весной проводят полосную обработку почвы на гребнях и сеют. При этом резко сокращается количество операций по подготовки почвы к гребневому посеву.

Весной проводят полосную обработку гребней и сеют семена без внесения удобрений. В результате исключается разбросное внесение удобрений под вспашку, раннее весеннее боронование с ма-

лованием, а трудоемкая операция вспашка с оборотом пласта заменяется безотвальным рыхлением с внесением удобрений и одновременно формируются гребни [1]. Ленточное локальное внесение удобрений способствует уменьшению расхода удобрений и повышению коэффициента использования их растениями [2, 3].

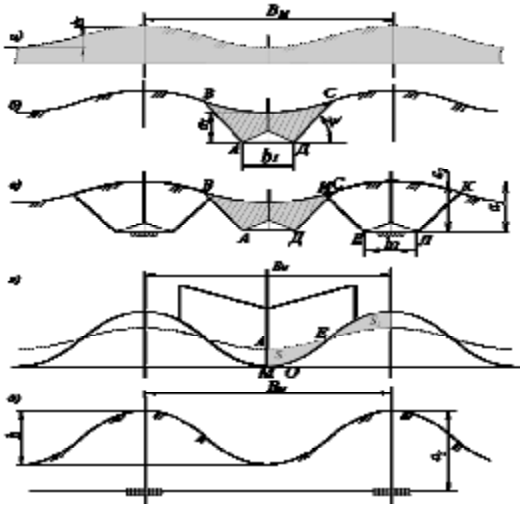


Рисунок 1. Технологическая схема технологии формирования гребней на полях из-под хлопчатника с одновременным внесением удобрений:
а – поперечное сечение поля из-под хлопчатника после уборки стеблей хлопчатника;
б – поперечное сечение поля после рыхления почвы середины существующего междурядья; *в* – поперечное сечение поля после рыхления середины существующего гребня с одновременным внесением удобрений; *г* – поперечное сечение поля после формирования новых гребней вместо существующих;
д – поперечное сечение поля после формирования новых гребней и борозд

Для обеспечения предложенной технологии нами на базе существующего чизеля-культиватора-удобрителя был разработан экспериментальный усовершенствованный универсальный чизель-культиватор-удобритель ЧКУ-4М.

Для этого его оборудуют следующими рабочими органами: рыхлителями для рыхления почвы середины междурядья, рыхлителями с тукопроводом для рыхления существующих гребней с одновременным внесением удобрений по линии посева и гребнеобразователями для формирования новых гребней вместо существующих гребней.

Технологический процесс усовершенствованного чизеля-культиватора-удобрителя протекает следующим образом. Вначале рыхлитель 3 разрыхляет почвы *АВСД* (рис. 1*б*) середины существующего междурядья на глубину a_1, затем рыхлитель 4 с туковым сошником 5 разрыхляет почву *ЕИКЛ* середины существующего гребня на глубину a_2 и одновременно на эту глубину вносить удобрения (рис. 1*в*). Ширина полосы внесенного удобрения равна 18-20см. После чего гребнеобразователь смещая почвы *МНЕО* разрыхленной почвы рыхлителем 3 середины междурядья на гребню старого гребня формирует новую гребню и борозду (рис. 1*г*).

Из-за симметричного расположения рабочих органов обеспечивается устойчивость движения машины в горизонтальной плоскости. За один проход машина формируют четыре междурядья с шириной 2,4 м или 3,6 м. Из-за формирования гребней из разрыхленных слоев почвы обеспечивается мелкокомковатость почвы гребней. Усовершенствованный универсальный чизель-культиватор-удобритель может осуществлять подготовку почвы к посеву на гребнях на полях из-под хлопчатника и т.д.

Для формирования нового гребня с высотой H вместо существующего гребня с высотой h необходимо почву с площадью поперечного сечения S_1 переместить на верхнюю поверхность существующего гребня. Из условия равенства площадей S_1 и S_2 находим искомые параметры по расчетной схеме, приведенной на рис. 4 определяли величины пласта перемещаемый рабочими органами и формирумого гребня, т.е. площади поперечных сечений S_1 и S_2,.

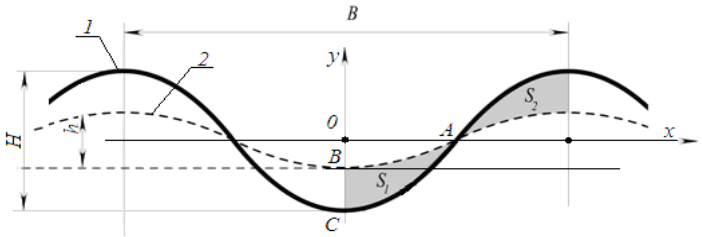


Рисунок 2. Поперечные разрезы существующих и формируемых гребней

Из.рисунка 2 имеем

$$S_1 = S_2 = \frac{B}{4\pi}(H - h),$$

где h и H – среднее значение высоты существующего гребня и нового гребня, м; B – ширина междурядья, м.

При среднем значении h=12 см и H=30 см при B=90 см площади поперечных сечений S_1=S_2=128,98 см^2.

При ширине междурядья 90 и 60 см и глубины рыхления 12 см соответственно минимальная ширина захвата рыхлителя 12,5 см и 5 см.

Заключение. 1.Новая технология подготовки полей из-под хлопчатника к посеву на гребнях с применением усовершенствованного чизеля-культиватора-удобрителя за один его проход предусматривает рыхление почвы середины существующих борозд, рыхление существующего гребня с одновременным внесением удобрений и формирование новых гребней на месте существующих гребней, а на месте существующих борозд новых борозд. 2. Образование качественного гребня с внесением удобрений по линии посева требуемой степени при следующем взаимном расположении рабочих органов агрегата: минимальное продольное расстояние от рыхлителя до опорного колеса 20 см, минимальное продольное расстояние гребнеобразователя до сошника рыхлителя 31,3 см, поперечное расстояние между соседними рыхлителями 60 или 90 см, поперечное расстояние от рыхлителя до опорного колеса 30 или 45 см.

Список использованной литературы

1. Батиров, З.Л. Обоснование длины патрубков верхнего и среднего ярусов тукового сошника для послойного внесения минеральных удобрений / З.Л. Батиров // Проблемы науки. – 2020. – № 11 (59). – С. 15–19.

2. Батиров, З.Л. Тяговое сопротивление рыхлителя с тукопроводом-распределителем. / З.Л. Батиров, И.Ж. Тоиров, Ш.Б. Амиркулова // Проблемы науки. – 2021. – №5(64). – С. 14-19. DOI: 10.24411/2413-2101-2021-10502

3. Батиров, З.Л. Технологический процесс равномерного распределения удобрений по ширине сошника / З.Л. Батиров, Ш.Б. Амиркулова, А. Рахмонов, Ё. Махмудов // Проблемы науки. – 2021. – №5(64). – С.10-13. DOI: 10.24411/2413-2101-2021-10501.

УДК 631.319.06

ОБОСНОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОГО РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ МАШИНЫ ДЛЯ ОБЪЕМНОЙ ОБРАБОТКИ ГРЕБНЕЙ ПЕРЕД СЕВОМ

Х.Г. Абдулхаев, PhD по техн. наукам, старший научный сотрудник

Наманганский инженерно-строительный институт

г. Наманган, Республика Узбекистан

ax_stajyor@mail.ru

Аннотация: В данной статье приведены результаты теоретических исследований по определению продольного расстояния между стрельчатой лапой

и ротационным рыхлителем машины. Установлено, что при продольном расстоянии между стрельчатой лапой и ротационным рыхлителем не менее 57,4 см создается возможность качественного крошения почвы на откосах гребней.

Abstract: This article presents the results of theoretical studies to determine the longitudinal distance between the pointed foot and the rotary ripper of the machine. It was found that with a longitudinal distance between the pointed foot and the rotary ripper of at least 57.4 cm, the possibility of high-quality crumbling of the soil on the slopes of the ridges is created.

Ключевые слова: машина, стрельчатая лапа, ротационный рыхлитель, планчатый каток, обработка, откосы гребней, глубина обработки, качество крошения,

Keywords: material, cutting process, blade, force, layer, stress, edge, angle, thickness, elasticity, compression, deformation.

Введение. В Республике Узбекистан с каждым годом все большое признание получает технология возделывания хлопчатника на гребнях. Повышенная температура почвы на гребнях, лучшая аэрация, а также оптимальная плотность почвы создают благоприятные условия для получения ранних и дружных всходов, а также роста и развития растений.

Как правило, гребни для возделывания хлопчатника формируют осенью, а весной сначала производится предпосевная обработка, а затем осуществляются сев семян хлопчатника на их вершину.

Проведенные испытания показали, то что существующие машины и орудия для предпосевной обработки гребней не обеспечивают обработку их по всему профилю. В результате не достигается полное уничтожение сорняков и почвенной корки. Учитывая это нами разработана новая машина [1,2], обеспечивающее объемную обработку гребней, т.е. обработку их по всему профилю перед севом. Она состоит (рис. 1) из рамы 1 с навеской 2, стрельчатых лап 3, установленных за ними ротационных рыхлителей 5, направителей 6 с нажимными пружинами 7 и размещенных между ротационными рыхлителями планчатые катки 9. Стрельчатые лапы 3 к раме присоединены жестко, а ротационные рыхлители 5 и планчатые катки 9 – шарнирно соответственно посредством продольных тяг 4 и 8.

В процессе работы стрельчатая лапы разрыхляют дно борозд между гребнями, ротационные рыхлители и планчатые катки обрабатывают соответственно откосы и вершины гребней, копируя их неровности. Благодаря этому обеспечивается обработка гребней по всему профилю без огрехов.

В данной статье приведены результаты теоретических исследований по определению продольного расстояния между стрельчатой лапой и ротационным рыхлителем машины.

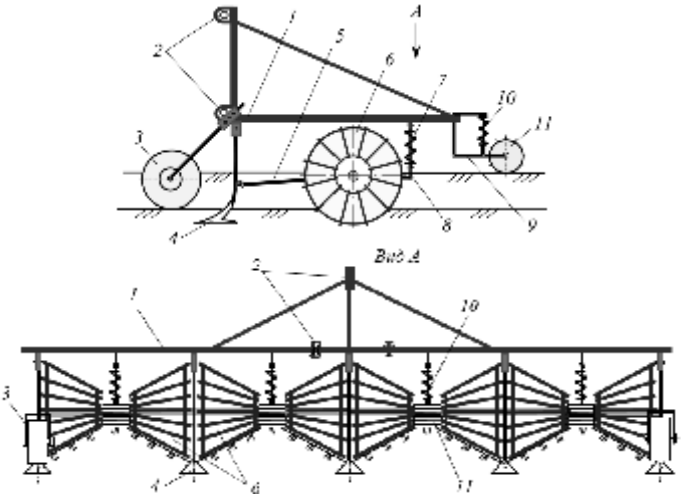


Рисунок 1 – Схема машины для объемной обработки гребней перед севом
1 – рама; 2 – навесное устройство; 3 – опорное колесо; 4 – стрельчатая лапа;
5, 9 – тяга; 6-ротационный рыхлитель; 7, 10 – пружина; 9 – направитель;
11 – планчатый каток

Основная часть. Продольное расстояние между стрельчатой лапой и ротационным рыхлителем машины определяем из условия, чтобы ротационный рыхлитель взаимодействовал с частицами почвы, сходящими с рабочей поверхности стрельчатой лапы, после падения их на дно борозды и откосы гребней, так как в противном случае нарушается технологический процесс работы ротационного рыхлителя и частицы почвы, сходящие с стрельчатой лапы измельчаются ротационным рыхлителем не в достаточной степени. Для решения поставленной задачи рассмотрим движение частиц почвы, сходящих с стрельчатой лапы. Частицы почвы после схода с рабочей поверхности стрельчатой лапы переходят на свободный полет с начальной скоростью V_a (рис.2) и по истечении некоторого времени они падают на дно борозды или откосы гребней [3]. Из схемы, приведенной в рис.2, следует

$$V_a = V \frac{\sin \alpha}{\cos \phi}, \qquad (1)$$

где V – скорость движения агрегата; β – угол крошения стрельчатой лапы; φ – угол внешнего трения почвы.

Определяем проекции скорости V_a на оси X и Z

$$V_{ax} = V_a \sin(\alpha + \phi) = V \frac{\sin arctg(tg\beta \sin\gamma)}{\cos\phi} \sin\left[arctg(tg\beta \sin\gamma) + \phi\right]; \quad (2)$$

$$V_{az} = V_a \cos(\alpha + \phi) = V \frac{\sin arctg(tg\beta \sin\gamma) + \phi}{\cos\phi} \cos\left[arctg(tg\beta \sin\gamma) + \phi\right]; \quad (3)$$

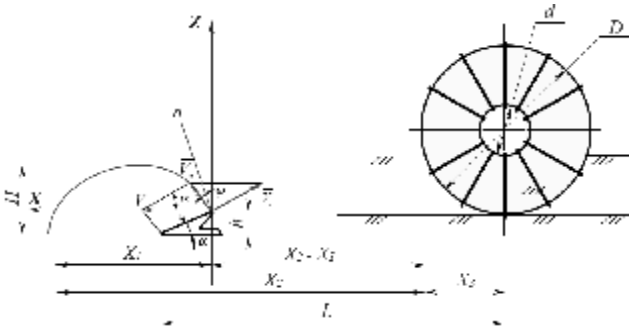


Рисунок 2 – Схема к определению продольного расстояния между стрельчатой лапой и ротационным рыхлителем машины для объемной обработки гребней перед севом

Время, затрачиваемое на поднятие частицы почвы по оси Z

$$t_1 = \frac{V_{az}}{g} = \frac{V \sin arctg(tg\beta \sin\gamma) \cos\left[arctg(tg\beta \sin\gamma) + \phi\right]}{g \cos\phi}. \quad (4)$$

За это время частица почвы поднимается от дна обработанного стрельчатой лапой слоя почвы на высоту

$$H = V_{az} t_1 + h = V \frac{\sin\left[arctg(tg\beta \sin\gamma) + \phi\right]}{\cos\phi} \cos\left[arctg(tg\beta \sin\gamma) + \phi\right] \; t_1 - \frac{1}{2} g t_1^2 + h. \quad (5)$$

где h – глубина хода стрельчатой лапы.

Время возвращения частицы почвы на дно обработанного стрельчатой лапой слоя

$$t_2 = \sqrt{\frac{2H}{g}}; \quad (6)$$

Расстояние, на которое перемещается частица почвы по направлению движения за время $t_1 + t_1 \; t_1 + t_2$

$$X_1 = V \frac{\sin arctg(tg\beta \sin\gamma)}{\cos\phi} \sin\left[arctg(tg\beta \sin\gamma) + \phi_1\right] \; (t_1 + t_2). \quad (7)$$

При этом стрельчатая лапа и ротационный рыхлитель по направлению движения перемещаются на расстояние

$$X_2 = V(t_1 + t_2). \qquad (8)$$

По схеме, приведенной на рисунке 2, продольное расстояние L между стрельчатой лапой и ротационным рыхлителем

$$L \geq X_2 - X_1 + X_3 + l_y \cos arctg(tg\beta \sin\gamma), \qquad (9)$$

$$X_3 = \frac{1}{2}\sqrt{d_2^2 - d_1^2}; \qquad (10)$$

где l_y – длина рабочей поверхности стрельчатой лапы;

d_1, d_2 – малый и большой диаметры ротационного рыхлителя.

Учитывая выражения (7)-(10), получим следующее окончательное выражение для определения продольного расстояния между стрельчатой лапой и ротационным рыхлителем машины

$$\begin{aligned} L \geq{}& \frac{V}{g\cos\phi}\left\{1 - \frac{\sin arctg(tg\beta\sin\gamma)}{\cos\phi}\sin\left[arctg(tg\beta\sin\gamma) + \phi\right]\right\} \times \\ &\times\left\{V\sin arctg(tg\beta\sin\gamma)\cos\left[arctg(tg\beta\sin\gamma) + \phi\right] + \right. \\ &\left. + \sqrt{V^2\sin^2\beta\cos^2\left[arctg(tg\beta\sin\gamma) + \phi\right] + 2gh\cos^2\phi}\right\} + \\ &+ \frac{1}{2}\sqrt{d_2^2 - d_1^2} + l_y\cos arctg(tg\beta\sin\gamma). \end{aligned} \qquad (11)$$

Из анализа этой формулы следует, расстояние между стрельчатой лапой и ротационным рыхлителем зависит от их параметров, скорости движения агрегата, физико-механических свойств почвы, а также от глубины рыхления борозд гребней. Расчеты по выражению (11) проведенные при h=0,10 м, β=25º, φ=25º, V=2,0 м/с, g=9,81 м/с^2, d=0,1 м, D=0,4 м и l_y=0,05 м показали, что продольное расстояние между стрельчатой лапой и ротационным рыхлителем должно быть не менее 57,4 см.

Заключение. Таким образом, установлено, что при продольном расстоянии между стрельчатой лапой и ротационным рыхлителем не менее 57,4 см создается возможность качественного крошения почвы на откосах гребней.

Список использованной литературы

1. Ротационный рыхлитель: пат. № FAP 00888 РУз., МПК 8 A01B 21/00 / А. Тухтакузиев, Х.Г. Абдулхаев, А.Д. Нуриддинов № FAP 20130049; заявл. 19.04.2013; опубл. 30.04.2014, Бюл. № 4. С. 48.

2. Устройство для обработки гребней и борозд между ними: пат. № FAP 01071 РУз., МПК 8 A01B 33/00. / Тухтакузиев А. и Абдулхаев Х.Г. № FAP 20150066; заявл. 15.05.2015; опубл. 31.03.2016, Бюл. № 3. С. 176.

3. Синеоков, Г.Н. Теория и расчет почвообрабатывающих машин / Г.Н. Синеоков, И.М. Панов. – Москва: Машиностроение, 1977. – 328 с.

УДК 631.302.004.6

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ЛЕМЕХА ПРИ ЗАТУПЛЕНИИ ЛЕЗВИЯ

К.К. Нуриев, д-р техн. наук, профессор,
М.К. Нуриев, старший преподаватель

Гулистанский государственный университет,
г. Гулистан, Республика Узбекистан.
karimnuriyev0@gmail.com

Аннотация: В статье отмечается, что при вспашке тяговое сопротивление лемеха с затылочной фаской увеличивается пропорционально объему уплотняемой почвы. Выявлено, что увеличение объемного коэффициента смятия от 4 до 10 Н приводить к повышению тягового сопротивления до 2,5 раз. Для экономии ГСМ и других расходуемых средств на вспашку необходимо проводить при минимальных значениях параметров затылочной фаски и коэффициента объемного смятия почвы.

Ключевые слова: Лемех, абразивное изнашивание, затупление, вспашка, предельное состояние, пласт, сопротивление почвы, лезвие, затылочная фаска, выталкивающая сила, сопротивление плуга.

Abstract: The article notes that when plowing, the traction resistance of a ploughshare with an occipital chamfer increases in proportion to the volume of compacted soil. It is revealed that an increase in the volume coefficient of crumpling from 4 to 10 N leads to an increase in traction resistance up to 2.5 times. To save fuel and other expended funds for plowing, it is necessary to carry out at the minimum values of the parameters of the occipital chamfer and the coefficient of volumetric crumpling of the soil.

Keywords: Ploughshare, abrasive wear, blunting, plowing, limit condition, formation, soil resistance, blade, occipital chamfer, pushing force, plough resistance.

Введение. Как известно, эксплуатационно-технологические показатели работы пахотного агрегата в основном зависит от лемеха плуга. Лемех эксплуатируется в тяжёлых почвенных условиях постоянного абразивного изнашивания. В связи с этим затупление лемеха – это неизбежный процесс. Следовательно, затупление лемеха способствует к увеличению в процессе вспашки сил сопротивления [1-3].

Для снижения сил сопротивления при использовании монометаллических (однослойных) а иногда и двухслойных лемехов требуется производить их заточку или его замену на острую. В настоящее время многие хозяйства не производят своевременную заточку или замену лемехов и используют их до предельного состояния.

Основная часть. Рассмотрим работу лемеха с затупленным лезвием. При работе с затупленными лемехами повышается общее тяговое сопротивление лемеха. Многие учёные общее тяговое сопротивление делят на сопротивление почвы прирезанное лезвием, сопротивление почвы при деформации, преодоление силы тяжести, силы инерции пласта [4]. Общее сопротивление лемеха, движущегося с неизменной скоростью определяется по формуле.

$$P_x=R_p+R_\partial+G_m+R_u \quad (1)$$

При наличии затылочной фаски сопротивление резанию определяется как сумма сил выталкивающий лемех из почвы и силы тяги.

$$R_p=R_x+R_y \quad (2)$$

А.А. Вильде [5] установил, что корреляционная связь между твёрдостью почвы и тяговым сопротивлением плуга определяется зависимостью

$$R_x=K_1\times H\times F, \quad (3)$$

где H – средняя твердость почвы на глубине обработки, МПа; F – площадь деформируемого слоя, см^2; K_1-переводной коэффициент, учитывающий влияние формы и размеры затылочной фаски.

Площадь деформируемого слоя определяется по параметрам затылочной фаски.

$$F=b\times s\times\sin\varepsilon, \quad (4)$$

тогда

$$R_x=K_1\times H\times b\times s\times\sin\varepsilon. \quad (5)$$

Сила выталкивающая лемех из почвы определяеться по следудующей формуле.

$$R_y=g_0\times V, \quad (6)$$

$$V=b\times h_s\times l_s\times s\times\sin\varepsilon/\cos\varepsilon, \quad (7)$$

где b-ширина захвата лемеха, h_s-высота затылочной фаски, l_s-ширина затылочной фаски, V-объем сминаемой почвы, g_0-коэффициент объемного смятия почвы.

Учитывая, что

$$h_s=l_s\times\sin\varepsilon, \quad (8)$$

$$R=bg_0\sin 2\varepsilon\, l_s^2/2\sin\gamma. \quad (9)$$

Как известно, коэффициент объемного смятия почвы зависит от его скорости деформации (смятия), т.е. [6].

$$g_0=g_0^1\ (1+K_v v_Э), \tag{10}$$

где g_0^1 – объемный коэффициент смятия, выбранное при статических испытаниях, т.е. при скорости деформации равное нулю. K_v – коэффициент, учитывающий изменение коэффициента объемного смятия почвы в зависимости от скорости смятия, с/м, $v_Э$ – скорость смятия почвы затылочной фаской в вертикальном направлении м/с.

Из рисунка 1. Используя теорему синусов получим

$$\frac{\vartheta_M}{\sin(90-\phi)} = \frac{\vartheta_C}{\sin[180-(90+\phi+\varepsilon)]} \tag{11}$$

Отсюда,

$$\frac{\vartheta_C}{\vartheta_M} = \frac{\cos(\varepsilon+\phi)}{\cos\phi} \tag{12}$$

$$\vartheta_C = \vartheta_M \left(\cos\varepsilon - \sin\varepsilon \times tg\phi\right) \tag{13}$$

$$\vartheta_э = \vartheta_C \cos(90-\varepsilon) = \vartheta_M \left(\cos\varepsilon - \sin\varepsilon \times tg\phi\right)\sin\varepsilon \tag{14}$$

Получим

$$R_y = \frac{b_0 \sin 2\varepsilon}{2\sin\gamma}\ l_s^2\ g_0^1 \left[1 + K_ϑ \vartheta_M (\cos\varepsilon - \sin\varepsilon \times tg\phi)\sin\varepsilon\right] \tag{15}.$$

Тогда подставляя из уравнений (5) и (15) значения R_x и R_y в выражение (2), получаем

$$R_p = K_l \times H \times b \times s \times sin\varepsilon + \frac{b\sin 2\varepsilon}{2\sin\gamma}\ l_s^2\ g_0^1 \left[1 + K_ϑ \vartheta_M (\cos\varepsilon - \sin\varepsilon \times tg\phi)\sin\varepsilon\right] \tag{16}$$

Сопротивление почвы деформации $R_д$ имеет переменную величину. Сила $R_д$ является равнодействующей элементарных нормальных и касательных реактивных сил на рабочей поверхности клина. Она приложена близ лезвия клина и отклонена от нормали к его рабочей поверхности на угол трения φ. Типичным видом деформации почвы под воздействием клина является отрыв, а не сдвиг. Но для этого вида деформации почвы до сих пор еще не найдены формулы, обеспечивающие определение силы $R_д$. Горизонтальная

составляющая сопротивления деформации пропорционально поперечному сечению пласта.

$$R_д = \kappa ab \qquad (17)$$

где κ – коэффициент, учитывающий свойство почвы и геометрическую форму лемеха.

Сила тяжести пласта G_m, воспринимаемое лемехом, можно определить по зависимости. $G_m = ablp$ (18), где a- глубина вспашки, b и l – ширина и длина рабочей поверхности лемеха, ρ-объем веса почвы. Сила инерции пласта R_u можно рассматривать как суммарную силу соударения частиц почвы о плоскость лемеха, тогда ее величину определяем исползуя теорему изменения количества движения [4]. Как известно, сила динамического давления пласта R_u равна $R_u = -jm$ (19) , где j – среднее ускорение, сообщаемое клином частицами почвы, m – масса пласта.

Под воздействием клина скорость движения каждой точки пласта изменяется от $\vartheta_0 = 0$ до ϑ_a поэтому средняя величина ускорения, сообаемого пласту, равна

$$j = (v_a - v_0)/ (t_2 - t_1) = v_a / (t_2 - t_1) \qquad (20)$$

где $t_2 - t_1$ – время, в течение которого частица почвы, двигающаяся со скоростью v_rпо поверхности клина, проходит путь l. Учитывая, что $t_2 - t_1 = l/v_r$, $v_r = v$ и что, согласно уравнению [4]/

$$v_a = 2v \sin(\beta/2)$$

тогда

$$j = 2 (v^2/l) v \sin(\beta/2) \qquad (21).$$

Ускорение j сообщается всем точкам пласта. Для определения массы используем зависимость

$$m = ablp/g \qquad (22).$$

Подставляя в уравнение (19) значение j и m из выражений (21) и (22) и после некоторых преобразований получим

$$R_u = \frac{ab\rho}{g} \vartheta_M^2 \sin\beta tg(\alpha + \phi) \qquad (23)$$

где v – скорость движения агрегата, м/с. Подставив значение сил R_p, $R_д$, G_m, R_u из формул (16), (17), (18), (19) в уравнение (1) получим общее сопротивление лемеха движущегося с неизменной скоростью

$$P_x = K_1 H b\, s \sin\varepsilon + \frac{b \sin 2\varepsilon}{2 \sin\gamma}\, l_s^2\, g_0^1 \left[1 + K_\vartheta \vartheta_M (\cos\varepsilon - \sin\varepsilon \times tg\phi)\sin\varepsilon\right] +$$

$$\kappa a b + a b l \rho + \frac{a b \rho}{g}\, \vartheta_M^2 \sin\beta tg(\alpha + \phi) \qquad (24)$$

Из уравнения (15) видно, что на величину силы R_y способствующий выглублению лемеха из почвы наибольшее влияние оказывает ширина затылочной фаски, а по исследованиям Г.Н. Синеоков [4] и В.И. Зрулина [7], этим параметром считается высота затылочной фаски. Однако мы считаем, что на величину силы R_y способствующий выглублению лемеха из почвы в процессе взаимодействия, оказывает объем сминаемой почвы под затылочной фаской $V_з$ (рисунок 2).

$$V_з = \frac{l_s \cos\varepsilon}{2} h_s b \qquad (25).$$

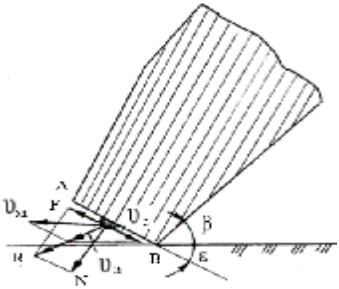


Рисунок 1 – Схема к определению скоростей движения лемеха и почвы

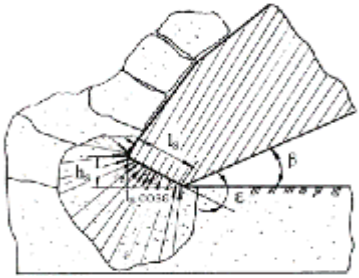


Рисунок 2 – Схема к определению объема сменаемой почвы затылочной фаской лемеха

Здесь мнение многих ученых расходяться, поэтому рассмотрим влияние этих параметров на объем уплотняемой почвы под лемехом (затылочной фаской) так как именна уплотняемая почва создает выталкивающую силу лемеха из почвы. Рассмотрим влияние параметров затылочной фаски на объем уплотняемой почвы под лемехом. Из рис. 2 видно, что

$$h_s = l_s \sin\varepsilon \qquad (26)$$

Построим графики зависимости влияния ширины l_s и угла затылочной фаски ε на толщину уплотняемой почвы h_s и на объем $V_з$

уплотняемой почвы под лемехом по формулам (26) и (25) (рисунок 3). Поставив формулы (26) в (25) и поле некоторых преобразований получим

$$V_s = l_s^2 b \sin 2\varepsilon \quad . \qquad (27).$$

Как видно из этой зависимости на величину уплотняемого объема почвы V_s, который способствует возникновению выталкивающей силы R_y основное влияние оказывает ширина l_s и угол затылочной фаски ε. С учетом зависимостей (26) и (27) и после некоторых преобразований формула (15) выгладить так

$$R_y = \frac{V_s}{2\sin\gamma}\ g_0^1 \left[1 + K_g \vartheta_M (\cos\varepsilon - \sin\varepsilon \times tg\phi)\sin\varepsilon\right] \qquad (28)$$

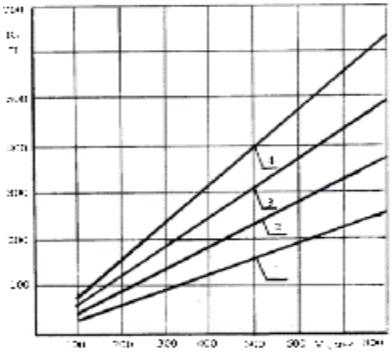


Рисунок 3 – Зависимость тягового сопротивления от объема уплотняемой почвы затылочной фаской 1,2,3,4 – соответственно $R_y = f(g_0)$ при g_0=4, 6,8,10 Н

Заключение. Графики, построенные по формуле (28) при различных значениях объемного коэффициента смятия показаны на рисунок. 3. Как видно из графика при работе тяговое сопротивление лемеха с затылочной фаской увеличивается пропорционально объему уплотняемой почвы. Необходимо отметит также, что увеличение объемного коэффициента смятия от 4 до 10 Н тяговое сопротивление повышается до 2,5 раз. Следовательно, для экономии ГСМ и других расходуемых средств на вспашку необходимо проводить при минимальных значениях параметров затылочной фаски и коэффициента объемного смятия почвы.

Список использованной литературы

1. Миронов, Д.А. Обоснование конструктивно-материаловедческих параметров, обеспечивающих повышение ресурса и работоспособности лемешных рабо-

чих органов. Дисс. на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Москва, 2017. – С. 13.

2. Севернев, М.М. Износ деталей сельскохозяйственных машин / М.М. Севернев. – Л.: Колос, 1977. – 288 с.

3. Нуриев, К.К. Установление предельного срока эксплуатации плужных лемехов / К.К. Нуриев, Ш.Ш. Шарипов. – Ташкент: Фан, 2003. – 98 с.

4. Синеоков Г.Н. Проектирование почвообрабатывающих машин / Г.Н. Синеоков. – М.: Машиностроение, 1965. – 312 с.

5. Вильде, А.А. Тяговое сопротивление кривого клина. / А.А. Вильде // Тр. Латвийского НИИМЭСХ, Т.1. – Рига: 1967. – С. 263–268.

6. Ширяев, А.М. Предпосевное уплотнение почвы / А.М. Ширяев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1988, №3 – С. 33–35.

7. Зрулин, В.И. Исследование изнашивания лемехов для двухъярусной вспашки и определение их оптимальных параметров / В.И. Зрулин, Б.А. Чернов. // Ж. Механизация хлопководства. – 1984. – №12. – С. 15–17.

УДК 631.331.022

ПРИМЕНИМОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО КРИТЕРИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ВЫСЕВАЮЩИХ АППАРАТОВ ПРОПАШНЫХ СЕЯЛОК

К.П. Дубина, канд. техн. наук, ассистент,
А.Ю. Несмиян, д-р, техн. наук, профессор,
А.П. Жигайлова, аспирантка

Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ,
г. Зерноград Ростовской области, Россия
nesmiyan.andrei@yandex.ru

Аннотация: Исследование посвящено проверке применимости комплексного критерия функциональной оценки аппаратов точного высева к отдельным их узлам, а также к оценке технологических свойств высеваемых семян. Результаты, полученные экспериментальным путем, подтвердили возможность использования предложенного комплексного критерия в данных направлениях.

Abstract: The study is devoted to testing the applicability of a comprehensive criterion for the functional assessment of precision seeding machines to their individual nodes, as well as to assessing the technological properties of the sown seeds. The results obtained experimentally confirmed the possibility of using the proposed complex criterion in these areas.

Ключевые слова: аппарат точного высева; подсолнечник; кукуруза; оценка; комплексный критерий; частота подач

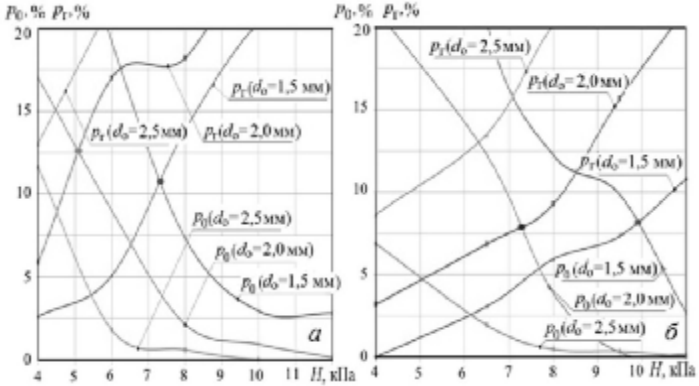
Key words: precision seeding machine; sunflower; corn; grade; complex criterion; innings frequency.

Введение. В Азово-Черноморском инженерном институте ФГБОУ ВО Донской ГАУ был предложен к использованию комплексный критерий оценки (ККО) или «критерий неоптимально-

сти» конструкции АТВ [1], который применим при средних подачах семян дозирующими элементами близкими к единице и в процентах показывает, насколько функциональные возможности аппарата отклоняются от оптимальных (p_1=100 %). Для высевающего аппарата сеялки МС-8 в лабораторных условиях было получено значение *ККО* ≈1 % [1].

Целью представленного исследования является проверка применимости данного критерия к оценке качества работы не аппарата в целом, а отдельных его узлов, а также проверка влияния отдельных параметров АТВ на этот показатель.

Основная часть. Исследование проводилось экспериментальным путем на специализированном стенде [2] с использованием высевающего аппарата сеялки МС-8. При высеве подсолнечника диаметр присасывающих отверстий высевающих дисков принимался равным d_{o1}=1,5 мм; d_{o2}=2,0 мм; d_{o3}=2,5 мм. Разряжение (H, кПа) в вакуумной камере варьировалось от 4 до 12 кПа. При высеве кукурузы: d_{o1}=1,5 мм; d_{o2}=2,0 мм; d_{o3}=2,5 мм; H=5…11 кПа. Каждый опыт проводился в пятикратной повторности. В каждой повторности наблюдалось 300 подач семян. Частота вращения высевающего диска – около 0,6 об/сек (расчетная рабочая скорость агрегата – около 3 м/с), количество присасывающих отверстий на высевающем диске – 20 шт. При проведении исследования сбрасыватель «лишних» семян из АТВ демонтировался. Результаты эксперимента представлены в графическом виде на рисунках 1 и 2.



а – при высеве семян подсолнечника; *б* – при высеве семян кукурузы

Рисунок 1 – Показатели подачи семян дозирующими элементами высевающего аппарата сеялки МС-8

Значения диаметров присасывающих отверстий в опытах принимались меньше рекомендуемых традиционно. Это связано с параллельным проведением исследования по влиянию параметров высевающего диска АТВ на частоту образования двойных подач семян.

Визуально, значение ККО определяется как ордината точки пересечения графиков нулевых и двойных подач семян при заданных условиях эксперимента. Из данных рисунков 1 и 2 видно, что при высеве семян подсолнечника ККО варьировался в диапазоне от 10,8 до 12,6 %, а при высеве кукурузы отличался большей стабильностью и практически независимо от диаметра присасывающих отверстий был примерно равен 8 %.

Заключение. Полученные результаты позволяют сделать заключение о достаточно высокой устойчивости комплексного критерия оценки, независимо от диаметра используемых присасывающих отверстий. При этом технологически кукуруза более «удобная» для посева культура, чем подсолнечник (*ККО* меньше почти в полтора раза), причём, при высеве подсолнечника уменьшение диаметра присасывающих отверстий благоприятно сказывается на качестве захвата семян (хотя это предположение требует дополнительной проверки с точки зрения статистической достоверности). С учетом полученных ранее результатов (для высевающего аппарата МС-8 в целом $ККО \approx 1\%$), можно предположить, что применение сбрасывателя «лишних» семян повышает качество работы аппарата (приближает к «идеальному») на 7–12 %.

Список использованной литературы

1. Несмиян, А.Ю. Показатель оценки технологического уровня конструкции высевающих аппаратов пропашных сеялок / А.Ю. Несмиян, В.В. Должиков // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: материалы Международной научно-практической конференции. Ч. 1. – Минск: БГАТУ, 2014. – С. 254–256.

2. Пат. RU 2356210 C1. Стенд для испытания высевающих аппаратов сеялок точного высева / Лобачевский П.Я., Хижняк В.И., Несмиян А.Ю., Авраменко Ф.В. // Патент на изобретение, 27.05.2009. Заявка № 2007143012/12 от 20.11.2007.

УДК 631.333.4

ВНУТРИПОЧВЕННОЕ ВНЕСЕНИЕ ЖИДКОГО НАВОЗА РОТОРНЫМ РАПРЕДЕЛИТЕЛЕМ

В.Б. Ловкис, канд. тех. наук, доцент, Э.В. Дыба, канд. техн. наук, А.В. Пётух, магистрант

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

Аннотация: В статье рассматривается повышение эффективности применения жидкого навоза путём внесения его роторным распределителем.

Abstract: The article deals with effective use of liquid manure by applying it with a rotor distributor.

Ключевые слова: жидкий навоз, роторный распределитель, внутрипочвенное внесение, сферический диск, канавка.

Key words: liquid manure, rotor distributor, introduction into soil, spherical disk, flute.

Введение. В качестве рабочих органов на машинах для внутрипочвенного внесения жидкого навоза используют: плоский диск, стрельчатую лапу на жесткой стойке, долотообразную рыхлительную лапу, клиновидный рабочий орган, инжекторное колесо, сферический диск. Наиболее распространёнными из них являются: плоский диск, стрельчатая лапа на жесткой стойке и сферический диск. Первые два типа рабочих органов не могут обеспечить в буквальном смысле внутрипочвенное внесение жидкого навоза в широких пределах вносимых доз, так как они не образуют достаточные полости в почве для его приёма. Образовывание полостей плоскими дисками повышает впитываемость жидкого навоза почвой. [4, с. 26–31].

Недостатком стрельчатых лап является неизменность малого объема полостей под стрельчатой лапой, в которую подается из цистерны жидкий навоз в большом диапазоне доз. Поэтому большая часть жидкого навоза вываливается на поверхность почвы. Следовательно, эффект от внутрипочвенного внесения жидкого навоза с использованием первых двух типов рабочих органов будет неполным, так как испарнение аммиачного азота с поверхности почвы при этом полностью не исключается.

Наиболее эффективным рабочим органом для внутрипочвенного внесения жидкого навоза является сферический диск, проделывающий канавки в почве для приёма жидкого навоза в широких пределах вносимых доз.

Основная часть. Дисковый рабочий орган, установленный под углом к направлению движения, образует после прохода канавку,

куда с помощью роторного распределителя по разливочному шлангу подается жидкий навоз. При формировании канавки происходит отбрасывание почвы в продольном и поперечном направлениях, при этом, чтобы избежать испарения аммиачного азота, канавка закрывается почвой, отбрасываемой соседним диском. [4, с. 33].

Для исключения выхода жидкого навоза из канавки, образуемой рабочим органом, на поверхность почвы объем его Vж , подаваемый через один разливочный шланг, должен соответствовать вместимости формируемой канавки, полости, щели, т.е. удовлетворять условию.

$$V\text{к} \geq V\text{ж}$$

где Vк – объем канавки, образованной одним рабочим органом до момента закрытия ее соседним, м^3; Vж – объем жидкого навоза, подаваемый через один разливочный шланг роторным распределителем за время существования закрытой канавки, м^3.

Равномерное распределение жидкого навоза между дисками происходит с использованием специального роторного распределителя, обеспечивающего разделение общего потока жидкого навоза, подаваемого из цистерны, на множество равномерно малых потоков.

Жидкий навоз, находящийся в цистерне, подается по нагнетальному трубопроводу в ротор, состоящий из стакана и патрубков. Ротор, вращаясь, распределяет общий жидкий поток навоза по выливным штуцерам, после чего равномерные потоки жидкого навоза подаются по разливочным шлангам.

Частота вращения ротора распределителя существенно влияет на неровномерность подачи жидкого навоза по разливочным патрубкам и потребную мощность на его привод. [4. с 88].

При увеличении частоты вращения ротора распределителя от 100 мин$^{-1}$ до 250 мин$^{-1}$ неравномерность распределения снижается на 13,39 % до 4,68 %. При увеличении частоты вращения ротора распределителя от 100 до 350 затраты мощности на его привод растут с 0,35 кВт до 1,58 кВт. Объясняется это тем, что в системе трубопровода машины роторный распределитель является источником местных гидравлических сопротивлений, снижающим пропускную способность трубопровода.

Для обеспечения минимальной неравномерности подачи жидкого навоза роторным распределителем наиболее рациональной представляется частота вращения ротора до 200 мин$^{-1}$ до 300 мин$^{-1}$.

Следующие выражения дают возможность произвести технические настройки роторного распределителя, при которых исключа-

ется выход жидкого навоза на поверхность почвы при различных дозах внесения: [4. с 87]

- объем жидкого навоза, подаваемого через один разливочный шланг за время существования открытой канавки:

$$V_{ж} = \frac{4Q_{н}k_{гп}l_{д}}{\pi z_{ш}\upsilon}$$

где $k_{гп}$ – коэффициент гидравлических потерь ; $l_{д}$ – длина участка, на котором осуществляется подача жидкого навоза, м;

- фактический объем открытой канавки, образованной сферическим диском:

$$V_{кд} = \frac{1}{2}h\left(Yb + rd\,2tga\right)$$

где b – ширина канавки, м; r_d – радиус сферического диска, м.

Список использованной литературы

1. Новиков, А.В. Техническое обеспечение производства продукции растениеводства: Практикум: учебное пособие / А.В. Новиков; под редакцией А.В. Новикова. – Минск: БГАТУ, 2011. – 408 с.

2. Водянников, В.Т. Научно-технический процесс и эффективность сельскохозяйственного производства / В.Т Водянников // Техника и оборудование для села. – 2019. – С. 44–48

3. Степук, Л.Я. Построение машин химизации земледелия / Л.Я. Степук, А.А. Жешко. – Нац. Акад. Наук Беларуси, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2012. – 443 с.

4. Степук, Л.Я/ Внутрипочвенное внесение жидкого навоза роторным распределителем с заделкой дисковым адаптером / Л.Я. Степук, А.А. Жешко, Э.В. Дыба. – Минск, 2015.

УДК 631.3

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОРСИНОК ЩЁТКИ ДЛЯ СЧЕСЫВАНИЯ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА

В.А. Бурдейко[1], м. пед. наук, старший преподаватель,
В.Б. Ловкис[2], канд. техн. наук, доцент,
[1]УО «Барановичский государственный университет», г. Барановичи;
[2]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь
V_A_Victor@mail.ru

Аннотация. Приводятся классификация и физико-механические свойства материалов ворсинок щеток машины для счесывания колорадского жука с целью выращивания экологически чистого картофеля.

Ключевые слова: классификация, колорадский жук, щётки, ворс, полимерные материалы, полипропилен, гибкость, жесткость, износостойкость, счесывание, экологически чистый картофель.

Abstract. The classification and physical and mechanical properties of the materials of the bristles of the brushes of the machine for combing the Colorado potato beetle for the purpose of growing environmentally friendly potatoes are given.

Keywords: classification, Colorado potato beetle, brushes, pile, polymer materials, polypropylene, flexibility, rigidity, wear resistance, combing, organic potatoes.

Введение. Основными перспективными рабочими органами машин для счесывания колорадского жука являются щётки [1]. Производительность и качество их работы зависит от физико-механических свойств ворса [2]. Наибольший эффект при работе щёток достигается счёсыванием колорадских жуков полимерным ворсом. Цель статьи – составление классификации физико-механических свойств материалов ворсинок щеток для счесывания колорадского жука и рассмотрение основных достоинств, недостатков полимерного ворса.

Основная часть. Рассмотрим физико-механические свойства ворсинок щёток для счесывания колорадского жука. Материалом ворса является натуральная, а также искусственная щетина [3].

Искусственная щетина. Для ворса щеток используют синтетические полимерные материалы – полиамидные, полипропиленовые и поливинилхлоридные (табл. 1), а также сополимеры, к которым относятся сэтрон, вайлон и велипропилен.

Таблица 1 – Физико-механическая характеристика синтетического ворса

Вид ворса	Физико-механические свойства
Нейлон 6.6 (Полиамид 6.6)	Наиболее широко применяется в промышленности, очень хорошая стойкость к температуре и износу
Rilsan®	Не поглощает влагу, стойкость к абразивному износу.
Полипропилен (PP)	Не поглощает влагу, стойкость к кислотам, износостойкость ниже, чем у нейлона 6.6 и 6.12
Полиэстер (PE)	Очень хорошая стойкость к температуре, хорошая износостойкость, не поглощает влагу

Синтетическая щетина выпускается диаметром 0,15…0,8 мм и имеет различные цвета. В отличие от натуральной синтетическая щетина более гладкая, не имеет пор.

Мягкий нейлон (полиамид, PA6) – самое мягкое волокно из всех щетин. Отлично подходит для работы щетки при счесывании особей колорадского жука в верней части картофельной ботвы (не травмирует листья ботвы). Степень водной абсорбции – 9,5 %, термостойкость во влажной среде +90 °С, диаметр волокна – 0,008…2,5 мм, плотность 1,14 г/см^3, стойкость к абразиву (PA6.12 = 100 %) – 75.

Нейлон 6.6 (полиамид ПА 6.6) наиболее распространенная композиция промышленных нейлонов, отличается от PA6 меньшей степенью абсорбции и большей абразивной стойкостью. В нем хорошо сбалансированы свойства прочности, жесткости, термостойкости, нейлон обладает также превосходными диэлектрическими свойствами. Степень водной абсорбции – 8,5 %, термостойкость во влажной среде +100 °С, диаметр волокна 0,008…1,5 мм, плотность 1,14 г/см^3, стойкость к абразиву (PA6.12 = 100%) – 85.

PP полипропилен – термопластичный полимер пропилена, хороший диэлектрик, износостойкий, с малым водопоглощением, химической устойчивостью к агрессивным жидкостям. Идеально подходит для легкой и средней очистки. Степень водной абсорбции – 0,1 %, термостойкость во влажной среде – +90 °С, диаметр волокна 0,10…2,0 мм, плотность 0,91 г/см^3, стойкость к абразиву (PA6.12 = 100 %) – 60.

Полипропилен – идеальный материал для ворса щеток: теплостойкий до 73 градусов, износостойкий и практически не поглощающий влагу (0,01%) (табл. 2).

Таблица 2 – Техническая характеристика полипропиленового ворса (лески)

Наименование показателя	Значение
Диаметр	2,5 мм ±0,3 мм
Длина	350…950 мм ±5 мм
Водопоглощение	0,01%
Профиль (сечение)	Может меняться в зависимости от области применения и сезона от 1,8 до 2,8 мм
Внешний вид	Одинакового диаметра по всей длине

Преимуществами данного ворса являются качество, износостойкость и хорошее копирование поверхности, с которой соприкасается щетка. В сравнении с другими материалами полипропиленовый ворс надолго сохраняет форму. Средний срок службы почти в 1,5 раза больше, чем у капроновых щёток.

Рассмотрим особенности полипропиленового ворса при счесывании колорадского жука. Ворс отличается повышенной износоустойчивостью и долговечностью. Производится полипропиленовый ворс диаметром в сечении 1, 2, 3, 4 и 5 мм.

Проведённые исследования показали, продолжительность службы полипропиленовых щёток в машине для счесывания колорадского жука больше, чем капроновых примерно в 1,5 раза (2585 против 1820 часов). При эксплуатации щетки с полипропиленовым ворсом достигается высокое качество работы – счесывание более 75 % особей колорадского жука с допустимым уровнем травмирования ботвы картофеля. Наиболее эффективные результаты счесывания показали щетки с полипропиленовым ворсом диаметром 2,5 и 3 мм и длиной 6…9 мм.

Заключение. Представленная классификация перспективных материалов щёток машин характеризует их физико-механические свойства, которые влияют как на производительность, так и на качество работы. Наиболее перспективным материалом ворса для изготовления щёток с целью счесывания колорадского жука при выращивании экологически чистого картофеля являются полипропиленовые волокна диаметром 2,5 и 3 мм, так как они при работе щёток более эффективно счёсывают особи колорадского жука по сравнению с натуральным ворсом.

Список использованной литературы

1. Бурдейко, В.А. Перспективные рабочие органы машин для сбора колорадского жука / В.А. Бурдейко // Техника и технологии: инновации и качество : материалы III Междунар. науч.-практ. конф., Барановичи, 18 дек. 2015 г. – Барановичи : РИО БарГУ, 2015. – С. 7–8.

2. Бурдейко, В.А. Расчет технологических параметров машины для сбора колорадского жука / В.А. Бурдейко, В.Б. Ловкис // Агропанорама. – 2021. – № 4. – С. 7–11.

3. Техполимер : каталог продукции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.techpolimer.com/ – Дата доступа: 12.09.2022.

УДК 631.348.42, 632.934.2

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО АГРЕГАТА, СОВМЕЩАЮЩЕГО ПОЧВООБРАБОТКУ И ФИТОСАНИТАРНЫЕ РАБОТЫ

И.С. Немцев[1], аспирант, О.И. Теплинский[1], соискатель
В.П. Чеботарев[2], д-р техн. наук, профессор,
В.Б. Ловкис[2], канд. техн. наук, доцент

[1]ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, Российская Федерация,
[2]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь
[1]ivannemcev180997@gmail.com; [2]dekanat_amf@bsatu.by

Аннотация: Одним из способов оперативной борьбы с почвенными патогенами в настоящее время является обеззараживание почвы химическими препаратами фумигантного действия. Применение таких препаратов, являющихся высокотоксичными ядами, повышает риски химического загрязнения почвы. Для снижения рисков химического загрязнения агроландшафтов предлагается использовать комбинированный агрегат, обеспечивающий при возделывании картофеля основную обработку и дифференцированное внесение химических препаратов.

Abstract: One of the main ways of operative control of soil pathogens nowadays is soil disinfection by chemical preparations of fumigant action. The use of such preparations, which are highly toxic poisons, increases the risks of chemical soil contamination. To reduce the risks of chemical pollution of agrolandscapes it is proposed to use a combined unit, which provides during the cultivation of potatoes the basic treatment and differentiated application of chemical preparations.

Ключевые слова: Картофель, экологическая безопасность, химический препарат, комбинированный агрегат, фумигатор.

Key words: Potato, environmental safety, chemical, combined unit, fumigator.

Введение. Получение высокой урожайности картофеля зависит от многих условий сложившихся в конкретной сельскохозяйственной производственной среде. Особое внимание следует уделять поддержанию благоприятного фитосанитарного состояния агроландшафта. В случае выявления признаков нахождения в почве патогенных организмов необходимо на несколько последующих лет остановить производство картофеля и других культур, являющихся растениями-хозяевами вредителей. В виду того, что число растений-хозяев почвенных патогенов чрезвычайно велико, севооборот может быть неэффективен для снижения численности их

популяции [1]. Поэтому в настоящее время эффективным способом оперативной борьбы с такими патогенами является обеззараживание почвы химическими препаратами фумигантного действия, в т.ч. жидкими, вносимыми специальными машинами химизации – фумигаторами в осенний период на глубину 10-15 см [2]. Используемые препараты для этих целей являются высокотоксичными ядами, повышающими риски химического загрязнения почвы. Повысить эффективность применения данных химических препаратов, снижающих отмеченные риски, возможно за счет их дифференцированного внесения с помощью комбинированного агрегата, совмещающего основную обработку почвы и фитосанитарные работы.

Основная часть. Интенсивная технология производства картофеля предусматривает значительное число проходов машинно-тракторных агрегатов (МТА) по полю для выполнения технологических операций. Это приводит к значительному переуплотнению почвы [3]. Для снижения количества проходов МТА по полю был разработан комбинированный агрегат, совмещающий операции по обеззараживанию почвы с основной ее обработкой [4]. Технологическая схема предлагаемого комбинированного агрегата, включающего фумигатор и культиватор-глубокорыхлитель изображена на рисунке 1.

Агрегат включает почвообрабатывающие секции, каждая из которых состоит из двух стрельчатых лап *1* на пружинных стойках, расположенных в передней части агрегата и глубокорыхлительной лапы *5*, закрепленной на жесткой стойке, и окучивающего корпуса *6*, установленного на этой же стойке с возможностью перемещения по высоте. При движении агрегата стрельчатые лапы *1*, выполняют обработку почвы в основании гребня на заданной глубине. Закрепленные на стойках лап *1* жиклеры *2*, вносят рабочую жидкость химического препарата в почву. Глубокую обработку почвы в междурядьях выполняет рыхлительная лапа *5*, а создание гребневой поверхности реализуется окучивающим корпусом *6*. Рыхлая почвенная структура, формируемая используемыми рабочими органами, позволяет парам препарата распространиться по всему объему корнеобитаемого слоя, повышая эффективность обеззараживания почвы.

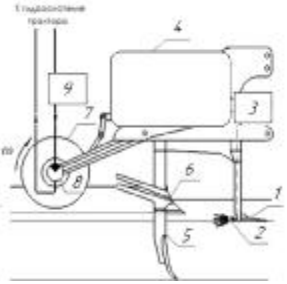


Рисунок 1 – Технологическая схема комбинированного агрегата для обеззараживания и основной обработки почвы

Элементом *3* на схеме является цифровая система контроля и управления качеством дозирования препарата [5]. Она включает насос, дозирующее устройство, гидравлические коммуникации и цифровой регулятор дозирующей системы. Емкость для рабочей жидкости на схеме представлена элементом *4*.

Эффективность обеззараживания почвы химическими препаратами фумигантного действия зависит также от экспозиции обработки т.е. времени нахождения его паров в корнеобитаемом слое. Для увеличения экспозиции обработки в состав комбинированного агрегата включен активный диаболический каток *7*, работающий в режиме буксования. Активный каток *7* имеет привод от гидромотора-редуктора *8* и создает упрочненный поверхностный слой гребня. Это препятствует быстрому улетучиванию паров химического препарата в атмосферу. Режим работы активного катка *7*, при котором достигается максимальное упрочнение поверхностного слоя почвы был выбран на основании рекомендаций, предложенных в работах [6, 7]. Этот режим поддерживается автоматически с учетом изменяющихся в процессе функционирования условий почвенного состояния элементом *9* [8].

Внесение рабочей жидкости препарата путем дифференцированного применения только на участках поля, являющихся очагами заражения патогеном. Для этого заранее подготавливают карту-задание с нанесенными очагами заражения, которую перед работой комбинированного агрегата импортируют в цифровую систему контроля и управления дозированием [9]. В процессе функционирования система автоматически включает или выключает подачу рабочей жидкости в зависимости от текущего местоположения агрегата и карты-задания.

Заключение. Снижение рисков химического загрязнения агроландшафтов при выполнении операций по обеззараживанию почвы достигается за счет использования разработанного комбинированного агрегата. Одновременное выполнение основной обработки почвы и ее обеззараживания создает рыхлую структуру корнеобитаемого слоя, в которой пары химического препарата легко распространяются по всему объему. Использование активного катка, работающего в режиме буксования, позволяет регулировать экспозицию обработки почвы препаратом. Включенная в состав комбинированного агрегата цифровая система контроля и управления дозированием рабочей жидкости обеспечивает возможность выполнения дифференцированного внесения рабочей жидкости в почву по предварительно построенной для обрабатываемого поля картезаданию.

Список использованной литературы

1. Ерохова М.Д., Кузнецова М.А. Методы борьбы со стеблевой нематодой рода Ditylenchus. Подход стран ЕС // Картофельная система. – 2022. – № 1. – С. 28–32.

2. Велецкий И.Н. и др. Механизация защиты растений: справочник – М.: Агропромиздат. 1992. – 223 с.

3. Калинин А.Б., Теплинский И.З., Теймуров Т.Ш. Совершенствование методов и средств снижения технологических рисков при функционировании машин для возделывания картофеля // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1(62). – С. 178–190.

4. Патент 207495 U1 РФ, МПК A01B 49/00 (2006.01). Устройство для обработки и обеззараживания почвы при формировании профилированной поверхности поля / Калинин А.Б., Теплинский И.З., Немцев И.С., Ружьёв В.А., Теплинский О.И., Нам И.Я.Г.; патентообладатель ФГБОУ ВО СПбГАУ. – № 2021117975; заявл. 18.06.2021; опубл. 29.10.2021, Бюл. №31.

5. Немцев И.С., Теплинский О.И. Универсальное цифровое устройство контроля дозирующих систем машин химизации // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения. – 2022. – С. 208–211.

6. Калинин А.Б., Теплинский И.З., Врублевский В.Д., Смелик О.В. Теоретические основы выбора рациональных режимов работы активного катка в составе комбинированного агрегата для подготовки посадок картофеля к уборке // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2012. – № 28. – С. 346–351.

7. Калинин А.Б., Теплинский И.З. Выбор оптимальных режимов работы активного катка // Сельский механизатор. – 2015. – № 5. – С. 8–9.

8. Патент 207496 U1 РФ, МПК A01B 29/06 (2006.01), G05F 1/00 (2006.01). Устройство цифрового управления режимом работы адаптера для поверхностного упрочнения почвы / Калинин А.Б., Теплинский И.З., Немцев И.С., Ружьёв В.А.; патентообладатель ФГБОУ ВО СПбГАУ. – № 2021109353; заявл. 05.04.2021; опубл. 29.10.2021, Бюл. №31.

9. Немцев И.С. Повышение эффективности работы машины для внесения жидких нематицидов в точном земледелии за счет совершенствования ее технологического процесса // Роль молодых ученых и исследователей в решении актуальных задач АПК. – СПбГАУ, 2020. – С. 301–303.

УДК 631.331.022

ОБОСНОВАНИЕ ПОТОКА СОРТИРУЕМЫХ ПЛОДОВ

А.Н. Юрин[1], канд. техн. наук, доцент, заведующий лабораторией,
В.К. Клыбик[1], канд. техн. наук, доцент, заведующий лабораторией,
А.В. Захаров[2], канд. техн. наук, доцент, А.Н. Юрина[3], инженер
[1]РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
[2]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
[3]РУП «БелГИМ», г. Минск, Республика Беларусь.
anton-jurin@rambler.ru

Аннотация: В данной статье приведен анализ способов формирования потока плодов при сортировке. Обоснован одно признаковый тип потока с равномерным расстоянием между плодами и обоснован их шаг.

Abstract: In this article, an analysis of the methods for forming the flow of fruits during sorting is given. Justified one indicative type of flow with a uniform distance between the fruits and substantiated their step.

Ключевые слова: плоды, поток плодов, однопризнаковый тип потока, математическое ожидание, размер плода, шаг потока.

Key words: fruit, fruit flow, one-attribute type of flow, mathematical expectation, fruit size, flow step.

Введение. Повышение производительности труда при сортировании яблок возможно применением сортировщика оптического сортировщика с системой технического зрения [1-2]. Способ формирования потока плодов, и подача их в модуль оптического сортировщика определяет конструктивные требования и режимы работы системы технического зрения в целом.

Поэтому определение типа формирования потока плодов и его основных параметров является актуальной задачей.

Основания часть. Потоки, поступающие на контроль, можно представить в виде моделей, характеризуемых математическим ожиданием, дисперсией расстояния между центрами плодов и размерностью пространства. Наиболее просто поддающиеся автоматизации является одномерный поток плодов, т.к. при переменном расстоянии между плодами в потоке необходимо применение дополнительных систем слежения за плодами. Таким образом рациональным является обеспечение одномерного потока плодов.

Необходимо выбрать признаки, по которым выстраивается поток. Возможно использование одного, двух и более признаков, при которых системы подачи плодов будут одно-, двух признаковым.

В соответствии с СТБ 2288 [3] плоды сортируются по размеру и наличию дефектов от вредителей, болезней и механических повреждений. При этом яблоки большинства сортов имеют шарообразную форму, характеризуемую диаметром. Следовательно, основной физической величиной, характеризующей яблоки, является средний диаметр.

При этом размер плодов может изменяться в широких пределах от 40 до 95 мм.

Плотность вероятности распределения размеров подчиняется в большинстве случаев нормальному закону:

$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{(X-m)^2}{2\sigma^2}},$$

где X, m_x, σ – размер, математическое ожидание и разброс размеров плодов.

Для обеспечения автоматической сортировки в одно признаковой системе подачи необходимо решение задачи поштучной подачи плодов, которая сводится к прохождению его через заданную ячейку. При этом через нее должен пройти любой плод, только два плода одновременно пройти не должны. Такая ячейка может быть описана постоянной плотностью вероятности:

$$f(x) = \frac{1}{h_в - h_н}$$

где f(x) – плотность распределения вероятности пропускной способности ячейки; $h_в$, $h_н$ – верхняя и нижняя границы пропускной способности ячейки.

Плотность распределения вероятности выстраивания плодов по одному в общем случае может быть определена как плотность распределения системы независимых случайных величин *p(x)* и *f(x)*. Вероятность выстраивания по одному в общем случае может быть определена по формуле:

$$P_{ед} = \int_{h_н}^{h_в} (p(x)\ f(x) dx$$

Для нормального закона распределения плотности вероятности выстраивания плодов *p(x)* имеет вид:

$$P_{ед} = \frac{1}{2}\left[\Phi\left(\frac{h_в - m_x}{\sigma} \right) - \Phi\left(\frac{m_x - h_н}{\sigma} - \right) \right],$$

где $\Phi(x) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x \exp\left(-\frac{t^2}{2} \right) dt.$

Из выражения вытекает, что наложение функции *p(x)* и *f(x)* позволяет выявить три области: от 0 до $h_н$ – вероятность выстраивания плодов по два и более, от $h_н$ до $h_в$ – поштучно, от $h_в$ до ∞ – вероятность, что плод не пройдет через ячейку из за большого размера. Плоды небольших размеров, оказываясь одновременно в зоне поштучного формирования, могут проходить по два сразу. Считая, что одновременно можно наблюдать в зоне контроля не более двух плодов, вероятность появления «двоек» можно определить:

$$P_{дв} = \left[k_{дв} \int_0^{h_н} p(x)\, dx \right]^2,$$

где $k_{дв}$ – коэффициент появления «двойки».

В расчетах принимаем $k_{дв}$=1 В связи с тем, что плоды размерами, близкими к $h_в$, с трудом проходят через формирующее устройство, получается много «пропусков», то есть интервал между плодами дискретно меняется от Δ до nΔ (где n=2,3…). Это снижает плотность потока и производительность. Поэтому целесообразно соблюдать условие:

$$h_в \approx (1{,}1 \ldots 1{,}2) x_{max}$$

В данном случая зная размеры наибольший плодов необходимых к сортировке определяем размер ячейки устройства для формирования потока $h_в$=10,5 см.

Заключение. 1. Обоснован одномерного потока плодов с равномерным расстоянием между сортируемыми плодами. 2. Определен рациональный размер шага ячеек для устройства формирования потока плодов равный $h_в$=10,5 см.

Список использованной литературы

1. Бобров В.П. Применение систем технического зрения. Механизация и автоматизация производства. №9, 1989, стр. 23.

2. Бусаров Н.А. Сбор и товарная обработка плодов и ягод. М., Колос, 1970.

3. СТБ 2288-2012 «Яблоки свежие поздних сроков созревания. Технические условия».

УДК 631.331.022

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОПТИЧЕСКОЙ СОРТИРОВКИ ЯБЛОК

А.Н. Юрин[1], канд. техн. наук, доцент, заведующий лабораторией,
В.К. Клыбик[1], канд. техн. наук, доцент, заведующий лабораторией,
А.В. Захаров[2], канд. техн. наук, доцент А.Н. Юрина[3], инженер
[1]РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
[2]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
[3]РУП «БелГИМ», г. Минск, Республика Беларусь.
anton-jurin@rambler.ru

Аннотация: В статье приведено обоснование метода осмотра плодов при сортировке с использованием системы технического зрения.

Abstract: The article provides a rationale for the method of examining fruits during sorting using a technical vision system.

Ключевые слова: плоды, метод осмотра, вероятность осмотра, площадь плода, объект контроля, приемник излучения.

Key words: fruits, inspection method, inspection probability, area of the fetus, control object, radiation receiver.

Введение. Сортировка наиболее трудоёмкий процесс производства плодов, на выполнение которой затрачивается до 70 % всех трудозатрат [1-2].

Повышение производительности труда при сортировании яблок возможно с помощью оптических сортировочных устройств. Поэтому, обоснование основных параметров технических средств для оптической сортировки является важной агроинженерной задачей.

Основная часть. Эффективная работа оптических сортировщиков плодов возможна только при попадании контролируемых признаков в зону осмотра и их обнаружения.

Таким образом, для оптико-электронных систем важна вероятность осмотра поверхности плода, которая может быть охарактеризована вероятностью однократного осмотра:

$$P_{\text{осн}_1} = \frac{S_{\text{осн}_1}}{S_{\text{пл.}}},$$

где $P_{\text{осн}_1}$ – вероятность однократного осмотра; $S_{\text{осн}_1}$ – площадь однократного осмотра поверхности плода; $S_{\text{пл.}}$ – площадь поверхности плода.

Для качественной сортировки яблок плод должен быть осмотрен полностью. В этом случае $S_{\text{осн}_1} = S_{\text{пл.}}$.

Для оценки эффективности осмотра целесообразно представить плоды в виде геометрической модели – шара. В таком случае оптический приемник можно представить радиус вектором, координаты которого изменяются в зависимости от перемещения плода.

Если сферу принять неподвижной, то положение оптического приемника задается радиус-вектором с переменными координатами.

В этом случае оптический приемник характеризуется конусом эффективного осмотра, который охватывает часть плода. В таком случае сфера разбивается на n элементарных участков:

$$n \geq \frac{S_{пл}}{\pi d_a^2}$$

где d_a – разрешающая способность оптико-электронной системы.

Для единичного осмотра плода с $P_{\text{осн1}}$ стремящимся к 100 % можно записать:

$$S_{\text{осн}_1} = n \cdot \pi \cdot d_a^2 = \pi \cdot d_{\text{сф}}^2$$

Очевидно, при осмотре объекта контроля одним приемником:

$$d_a = d_{\text{сф}}$$

где $d_{\text{сф}}$ – диаметр сферы.

В таком случае обзор, осуществляемый одним приемником, находящимся на оси X, можно представить, как поворот вокруг оси Y на угол 360°. При использовании двух, трех и более приёмников контроль поверхности сферы можно осуществлять без их вращения вокруг оси Y. При этом возрастает разрешающая способность приемника и соответственно качество контроля поверхности.

Однако увеличение количества приемников приводит к удорожанию системы технического зрения, а качество контроля поверхности сферы на периферии осмотра снижено.

В этой связи наиболее рациональным является использование неподвижного приемника расположенного над объектом контроля, который осуществляет принудительное вращение вокруг своей оси посредством двух приводных вальцов (рисунок 1г).

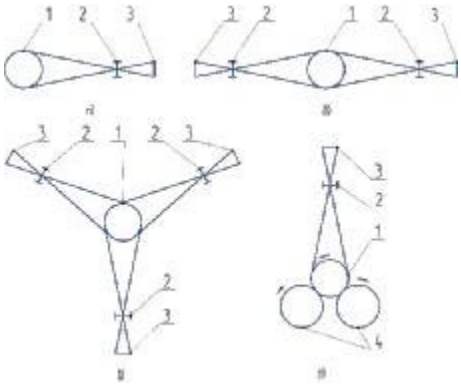


Рисунок 1. Схема расположения приемников при осмотре объектов:
1 – объект контроля; 2 – объектив; 3 – приемник излучения; 4 – ролики;
а – схема с одним приемником; б – схема с двумя приемниками;
в – схема с тремя приемниками; г – схема осмотра с вращением объекта.

Заключение. 1. Для качественного выполнения сортировки плодов важным является наиболее полный осмотр поверхности плода. 2. Рациональным способом осмотра поверхности плода является применение системы технического зрения с одним приёмником, осуществляющим осмотр плода вращающегося вокруг собственной оси.

Список использованной литературы

1. А.Н. Юрин. Перспективы развития садоводства в республике Беларусь. Перспективы развития садоводства в республике Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://belagromech.by/articles/perspektivy-razvitiya-sadovodstva-v-respublike-belarus/ Дата доступа: 30.04.2018.

2. А.Н. Юрин, Д.А. Жданко. Механизация трудоемких процессов в садоводстве. Механизация трудоемких процессов в садоводстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://belagromech.by/articles/mehanizatsiya-trudoemkih-protsessov-v-sadovodstve/ Дата доступа: 30.04.2018.

3. П.П. Казакевич, А.Н. Юрин, Г.А. Прокопович. Система технического зрения распознавания дефектов яблок: обоснование, разработка, испытание. / Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. 2021. Т. 59. №4. С. 488–500.

УДК 631.331.022

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РОБОТИЗИРОВАННОЙ ПРОПОЛКИ ПИТОМНИКОВ

А.Н. Юрин[1], канд. техн. наук, доцент, заведующий лабораторией,
В.К. Клыбик[1], канд. техн. наук, доцент, заведующий лабораторией,
А.В. Захаров[2], канд. техн. наук, доцент, А.Н. Юрина[3], инженер
[1]РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
[2]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
[3]РУП «БелГИМ», г. Минск, Республика Беларусь.
anton-jurin@rambler.ru

Аннотация: В данной статье представлено обоснование основных параметров роботопропалывателя питомников.

Abstract: This article presents the rationale for the main parameters of the nursery robotic weeder.

Ключевые слова: междурядье, насаждение, штамб, защитная зона, ультразвуковой датчик, схема размещения.

Key words: aisle, planting, trunk, protective zone, ultrasonic sensor, layout intensive gardens,

Введение. В настоящее время уровень механизации работ в садоводстве остается самым низким в отрасли сельского хозяйства. Наиболее трудоемким процессом в садоводстве является прополка питомников, выполняемая в настоящее время вручную [1-2], так как механизация данной операции традиционными средствами невозможна.

В этой связи обоснование параметров роботизированных средств для прополки питомников является актуальной задачей [3].

Обоснование схемы расположения датчиков. При обработке почвы в межстволовой и около штамбовой зоне посадочного материала плодовых культур необходимо соблюдение агротехнических требований:

Таблица 1 – Агротехнические требования к выполнению операции прополки

Подрезание сорной растительности	95 %
Глубина обработки почвы	3-5 см
Отклонение от средней глубины обработки, не более	1 см
Повреждение насаждений	не допускается

Очевидно, что полное подрезание сорной растительности при отсутствии повреждений посадочного материала возможно только применением системы автоматической ориентации рабочего органа

машины, основанной на бесконтактном методе определения наличия и расположения растений.

При этом полное подрезание сорной растительности возможно только при обработке почвы вплотную к саженцу, что может привести к его повреждению. Поэтому при прополке предусматривается создание защитной зоны возле обрабатываемых растений.

Бесконтактное определение положения саженца может быть основано на принципе технического зрения или с использованием ультразвуковых датчиков. При этом рациональным является применение ультразвуковых датчиков, способных работать в условиях плохой видимости и высокого запыления.

Для обоснования рациональной конструктивно-технологической схемы пропалывателя опробованы различные схемы установки ультразвуковых датчиков с (рисунок 1): поперечно-симметричным (А), поперечно-несимметричным (Б), с поперечным односторонним (В) и продольно-поперечным (Г) расположением ультразвуковых датчиков.

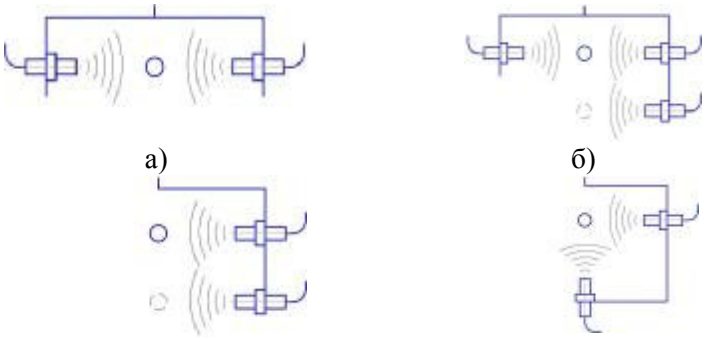


Рисунок 1 – Схемы размещения ультразвуковых датчиков на роботизированной машине

Экспериментальные исследования представленных схем размещения показали, что точность определения расстояния до насаждений составляет 96 %, 96,2 %, 97,4 %, 98,2 % соответственно.

Таким образом, для дальнейших исследований принята схема с продольно-поперечным расположением датчиков, примененная на макетном образец роботизированной машины, созданной в РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства».

Определение полноты срезания сорной растительности. Экспериментальные исследования роботизированной машины показали,

что полнота подрезания сорной растительности зависит от скорости движения. При этом уничтожение сорной растительности в меж стволовой и около штамбовой зоне посадочного материала не менее 95 % может быть достигнута при скорости движения не более 0,8 км/ч.

Заключение. 1. Определена продольно-поперечная схема расположения ультразвуковых датчиков на роботизированной машине, обеспечивающая наибольшую точность определения расстояния до насаждений – не менее 98,2 %. 2. Чистота пропалывания посадочного материала составляет не менее 95 % при скорости движения роботизированной машины не более 0,8 км/ч.

Список использованной литературы

1. Измайлов, А.Ю. Актуальность разработки перспективной системы машин и технологий для производства основных видов сельскохозяйственной продукции в Российской Федерации и Республике Беларусь / А.Ю. Измайлов, Я.П. Лобачевский // Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства: сб. науч. докл. Международной научно-технической конференции. – М.: ВИМ, 2015. – С. 10–14.

2. Бычков, В.В. Ресурсосберегающие технологии и технические средства для механизации садоводства [Текст] / В.В. Бычков, Г.И. Кадыкало, И.А. Успенский // Садоводство и виноградарство. – 2009. – №6. – С. 38–42.

3. Инновационные технические средства для садоводства [Текст] / В.В. Бычков [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, 2010. – № 4. С. 68–72.

УДК 631.331.022

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛИНИИ СОРТИРОВКИ ЯБЛОК ЛСП-4

А.Н. Юрин[1], канд. техн. наук, доцент, заведующий лабораторией,
В.К. Клыбик[1], канд. техн. наук, доцент, заведующий лабораторией,
А.В. Захаров[2], канд. техн. наук, доцент,
А.В. Китун, д-р техн. наук, профессор,
Ю.А. Крупенин, старший преподаватель,
П.Ю. Крупенин, канд. техн. наук, доцент

[1]РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
[2]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь,
anton-jurin@rambler.ru

Аннотация: В данной статье представлена экономическая эффективность применения линии сортировки яблок ЛСП-4.

Abstract: This article presents the economic efficiency of the LSP-4 apple sorting line.

Ключевые слова: линия, сортировка, яблоки, производительность, экономический эффект, срок окупаемости.
Key words: line, sorting, apples, productivity, economic effect, payback period.

Введение. Потери плодов от уборки и до момента поступления к конечному потребителю составляют до 30 %. Это вызывает потребность их сортирования. В настоящее время сортировка плодов – мало механизированный процесс на выполнение которого приходится до 70 % всех трудозатрат [1-2], поэтому создание технического средства, позволяющего определить качество поверхности плода, по аналогии как это делает человек [3], является важной агроинженерной задачей.

Основная часть. Расчет экономических показателей использования линии сортировки яблок ЛСП-4 производился в сравнении с импортным аналогом – линией сортировки яблок «Rollerstar CV-C3 1-7+1» фирмы «Aweta», Голландия.

Расчет экономических показателей выполнен по ТКП 151-2008 с использованием нормативно-справочных материалов и действующих тарифных ставок оплаты труда механизаторов и стоимости топлива.

Исходные данные к расчету сравнительной экономической эффективности комплекса приведены в табл. 1, а показатели сравнительной экономической эффективности – в табл. 2.

Таблица 1. Исходные данные к расчету экономической эффективности линии сортировки яблок ЛСП-4

Наименование показателя	Значение по машине	
	разрабатываемый	иностранный аналог
1	2	3
Вид работы	сортировка яблок	
Марка:	ЛСП-4	«Rollerstar CV-C3 1-7+1» фирмы «Aweta»
Обслуживающий персонал, чел., по категориям: - водитель погрузчика - сортировщики-укладчики (кол./разряд) - оператор	8 1/IV 6/IV 1/IV	8
Производительность, т/ч		
- сменного времени	1,21	1,21
- эксплуатационного времени	1,21	1,21
Расход электроэнергии, кВт ч./т	2,8	2,8

Наименование показателя	Значение по машине	
	разрабатываемый	иностранный аналог
Цена электроэнергии, руб./кВт ч.	0,45	0,45
Балансовая цена (без НДС), руб.	250000,00	463500,00
Коэффициент отчислений на:		
- амортизацию	0,125	0,125
- текущий ремонт и периодическое техническое обслуживание	0,13	0,13
Годовая загрузка, ч	140	140
Годовая наработка, т	169,4	169,4
Затраты труда, чел. ч/т	6,61	6,61
Прямые эксплуатационные затраты (себестоимость), руб./т по элементам:		
- зарплата	25,7	25,7
- амортизация	184,47	342,02
- ремонт и техническое обслуживание	191,85	355,70
- электроэнергия	1,27	1,27
- всего	403,21	724,67
Удельные капитальные вложения, руб./т	295,16	547,23
Сумма приведенных затрат (с учетом экономического коэффициента эффективности Е=0,2), руб./т	698,37	1271,90

В результате расчета сравнительных показателей экономической эффективности при работе линии сортировки было установлено, что годовой приведенный экономический эффект составил 97175,92 руб, годовая экономия себестоимости механизированных работ в размере 54475,92 руб. делают окупаемым линию за 4,59 года.

Полученные результаты позволяют констатировать, что применение линии ЛСП-4 для сортировки плодов выгодно для сельскохозяйственных производителей Беларуси.

Таблица 2 – Показатели сравнительной экономической эффективности линии

Наименование показателя	Значение
1	2
Годовой приведенный экономический эффект, руб.	97142,50
Годовая экономия себестоимости механизированных работ, руб.	54442,50
Степень снижения себестоимости механизированных работ, %	44,35
Срок окупаемости абсолютных (дополнительных) капитальных вложений, лет	4,59
Капитализированная стоимость новой техники, руб.	548900,00

Заключение. 1. Линия обеспечивает повышение производительности труда в 2,5–3,2 раз по сравнению с ручным трудом. 2. Годовой приведенный экономический эффект от применения линии составляет 97175,92 руб., а срок окупаемости – 4,59 года.

Список использованной литературы

1. Измайлов, А.Ю. Актуальность разработки перспективной системы машин и технологий для производства основных видов сельскохозяйственной продукции в Российской Федерации и Республике Беларусь / А.Ю. Измайлов, Я.П. Лобачевский // Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства: сб. науч. докл. Международной научно-технической конференции. – М.: ВИМ, 2015. – С. 10–14.

2. Бычков, В.В. Ресурсосберегающие технологии и технические средства для механизации садоводства [Текст] / В.В. Бычков, Г.И. Кадыкало, И.А. Успенский // Садоводство и виноградарство. – 2009. – №6. – С. 38–42.

3. Инновационные технические средства для садоводства [Текст] / В.В. Бычков [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, 2010. – № 4. С. 68–72.

УДК 631.331.022

ОБОСНОВАНИЕ ДЕЛИТЕЛЯ ПОТОКА ПЛОДОВ ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СОРТИРОВКЕ

А.Н. Юрин[1], канд. техн. наук, доцент, заведующий лабораторией,
В.К. Клыбик[1], канд. техн. наук, доцент, заведующий лабораторией,
А.В. Захаров[2], канд. техн. наук, доцент, А.Н. Юрина[3], инженер

[1]РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
[2]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
[3]РУП «БелГИМ», г. Минск, Республика Беларусь.
anton-jurin@rambler.ru

Аннотация. В данной статье приведен анализ способов разделения потока плодов при сортировке системой технического зрения.

Abstract: This article provides an analysis of the methods for separating the flow of fruits during sorting by a vision system.

Ключевые слова: плоды, поток плодов, разделение потока, схема работы, поток плодов,траектория движения.

Key words: fruits, fruit flow, flow division, scheme of work, fruit flow, movement trajectory.

Введение. Повышение производительности труда при сортировании плодов семечковых культур возможно с помощью оптических сортировочных устройств с системой технического зрения [1-2], технологический процесс которых состоит из формирования потока,

классификации и механического разделения на сорта. При этом параметры делителя потока плодов, определяют производительность труда и точность сортирования плодов. Поэтому обоснование параметров устройства для разделения потока плодов является актуальной задачей.

Основная часть. Исходное положение плодов перед разделением их на классы можно записать в виде вектор-столбца математического ожидания координат траекторий центров плодов:

$$M_p = \begin{vmatrix} \bar{m}_x \\ \bar{m}_y \\ \bar{m}_z \end{vmatrix},$$

где $\bar{m}_x, \bar{m}_y, \bar{m}_z$ – математическое ожидание координат траекторий движения в трех измерениях: X, Y, Z.

Поскольку плоды имеют вероятностные геометрические характеристики, траектории движения центров плодов будут иметь разброс, характеризуемый ковариационной матрицей:

$$\sum_p = \begin{vmatrix} \sigma_{xx}^2 & \sigma_{xy}^2 & \sigma_{xz}^2 \\ \sigma_{yx}^2 & \sigma_{yy}^2 & \sigma_{yz}^2 \\ \sigma_{zx}^2 & \sigma_{zy}^2 & \sigma_{zz}^2 \end{vmatrix}.$$

В общем случае задача разделения потоков заключается в перемещении пространственных координат классов один относительно другого в физическом пространстве.

Важнейшими критериями качества разделения классов служат вероятность ошибки при выделении каждого класса в трехмерном физическом пространстве, а также средняя ошибка разделения классов, определяемая как взвешенная сумма ошибок выделения каждого класса. При разделении классов используем показатель качества разделения классов яблок – процент правильно выделенных объектов по всем классам, а также для каждого класса в отдельности. Вероятность ошибки может быть вычислена с использованием обучающей выборки:

$$P_{ош} = 1 - \sum_{i=1}^{A_n} \int\int\int p\left(x, y, \frac{z}{A_i}\right) P(A_i)\, dx dy dz,$$

где $p\left(x, y, \frac{z}{A_i}\right)$ – плотность распределения вероятностей вектора X, Y, Z при условии, что они принадлежат A_i; $P(A_i)$ – априорная вероятность наличия класса A_i в исходном массиве плодов.

Вероятность ошибки работы исполнительного механизма зависит от разделяемых потоков плодов и типа потока. Для этого про-

цесса необходимы характеристики: координаты в пространстве в момент вхождения в зону действия исполнительного механизма, время вхождения, скорость, траектория, расстояние от соседнего плода, размер и форма плода, ориентация, масса. Их можно разделить на физические и пространственные. Первая группа характеристик задается, вторая – зависит от типа потока.

При сортировке яблок в соответствии с требованиями СТБ 2288 [3] необходимо разделение плодов на четыре сорта (высший, первый, второй, бес сортовой). Поэтому рациональным является применение нескольких устройств, осуществляющие сброс плодов советующих сортов на выводные транспортеры. Схема работы устройств приведена в таблице 1. Так 0 соответствует отсутствию управляющего сигнала на механизм; 1 – управляющий сигнал на механизм подан.

Из таблицы видно, что до момента достижения транспортера с плодами четвертого исполнительного механизма плоды высшего, первого и второго сортов будут уже отделены от общего потока и все оставшиеся плоды будут соответствовать бес сортовым яблокам, в связи с чем отпадает необходимость в использовании четвертого исполнительного механизма.

Таблица 1. Схема работы исполнительного механизма

Номер исполнительного механизма	Сорт плода			
	высший	первый	второй	без сортовой (Б/С)
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1

Экспериментальным путем установлена зависимость времени началаи конца подачи управляющего сигнала на соленоид сбрасывателя яблок в зависимости от скорости движения конвейера:

$$\begin{cases} N_i^{вкл} = P_j + \dfrac{K_1 L - V\left(t_{обр} + t_{ср}\right)}{K_2}; \\ N_i^{выкл} = N_i^{вкл} + \dfrac{V t_{откл}}{K_2}. \end{cases}$$

где i –номер яблока; P_j – расстояние в импульсах до j-го сбрасывателя; K_1, K_2, – коэффициенты; L – расстояние от центра яблока до края кадра; V – скорость конвейера; $t_{обр.}$ – время обработки кадра i-го

яблока; $t_{ср}$ – время срабатывания механизма сброса; $t_{откл}$ – время удерживания механизма сброса.

Испытания линии показали, что она данная зависимость позволяет осуществлять сброс яблок с вероятностью 99,8 %.

Заключение. 1. Обоснована схема работы устройства для разделения потока плодов при автоматизированной сортировке на четыре сорта. 2. Установлена зависимость времени начала и конца подачи управляющего сигнала на соленоиды разделения потока, обеспечивающая точность срабатывания 99,8 %.

Список использованных источников

1. Гурьянов, Д. В. Распознавание качества плодов / Д.В. Гурьянов // Робототехника в с.-х. технологиях : сб. ст. / Мичур. гос. аграр. ун-т. – Мичуринск, 2014. – С. 177–182.

2. Личман, Г.И. Применение систем технического зрения в машинных технологиях в садоводстве / Г.И. Личман [и др.] // Техника и оборудование для села. 2017. – № 6. – С. 10–17.

3. Яблоки свежие поздних сроков созревания. Технические условия: СТБ 2288-2012. – Введ. 08.11.12. – Минск : Госстандарт Белорус. гос. ин-т стандартизации.

УДК 631.531.011.3:53

ПРОИЗВОДСТВО ЭЛИТНЫХ СЕМЯН В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СЕПАРАТОРА

Е.А. Городецкая[1], Ю.К. Городецкий, Е.Т. Титова[2]

[1]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
[2]Национальная академия наук Республики Беларусь,
г. Минск, Республика Беларусь
helgorod2003@mail.ru

Аннотация: предложено применение диэлектрической сепарации как метода получения семян высшей категории, т.к. их очистка на механических ситах становится все более неэффективной. Одновременно этот способ позволяет снизить импорт семян и нагрузку на высевающие агрегаты.

Abstract: the use of dielectric separation as a method for obtaining seeds of the highest category was proposed, because cleaning seeds on mechanical sieves is becoming more and more inefficient. At the same time, this method allows to reduce the import seeds and load on the sowing units.

Ключевые слова: качество семян, чистота, всхожесть, энергия прорастания, нативные семена, диэлектрическая сепарация, Республика Беларусь, экологизация растениеводства, снижение нагрузки на высевающие аппараты, продовольственная независимость.

Key words: seed quality, purity, germination, germination energy, native seeds, dielectric separation, Republic of Belarus, greening of crop production, reducing the load on sowing machines, food independence.

Введение. Согласно ст.1 Закона Республики Беларусь от 07 мая 2021г. № 102-З «О селекции и семеноводстве сельскохозяйственных растений» семенами с.-х. растений являются собственно семена растений, саженцы, плоды, части сложных плодов, соплодия, луковицы, клубни, меристемные материалы и другие генеративные и вегетативные части с.-х. растений, предназначенные для размножения (воспроизводства) с.-х. растений. Предприятиям стран ЕАЭС ежегодно для посева необходимо более 12 миллионов тонн семян сельхозкультур. Основной объем закрывают разработки отечественных селекционеров. К примеру, обеспеченность своим материалом основных зерновых колосовых культур – более 90%.

Основная часть. Директор департамента агропромышленной политики Евразийской экономической комиссии Армен Арутюнян утверждает [1], что без импорта пока обойтись мы не можем. Ежегодно на закупки семян ряда стратегических сельхозкультур в третьих странах расходуется около миллиарда долларов. Импортируется свыше 90 % необходимых семян сахарной свеклы, 60 % подсолнечника, более трети кукурузы и рапса. В 2021 году из-за пределов Союза ввезли почти на 140 миллионов долларов семян овощных культур, подсолнечника – на 268,2 миллиона и сахарной свеклы на 124 миллиона. Около трех лет действует соглашение об обращении семян сельхозрастений в ЕАЭС. В Беларуси высокий уровень селекции и семеноводства сельхозкультур за счет научной базы по селекции и использования современных методов, в Казахстане рекомендованы к использованию в производстве сорта пшеницы и тритикале белорусской селекции.

Диэлектрические сепарирующие устройства семян всех сельскохозяйственных культур, изучением и разработкой которых занимаются специалисты БГАТУ обладают универсальностью, простотой конструкции и высокой эксплуатационной готовностью. Эти работы поддерживаются грантами Белорусского Республиканского фонда фундаментальных исследований. Для более широкого внедрения диэлектрических сепарирующих устройств в семеноводческих организациях и селекционных центрах Республики Бе-

ларусь необходимо выполнить все стадии проектно-конструкторских работ с привлечением опытного или серийного производства этих устройств в нашей стране. Это стало бы достойной заменой и упрощением технологических линий в семеноводстве и селекционной деятельности, пищевом, крахмальном, фармацевтическом, мукомольном и комбикормовом производствах.

Заключение. Выпуск диэлектрических сепарирующих устройств и широкое внедрение их в работе с семенами в Республике Беларусь стало бы прорывным направлением. За счет воздействия электромагнитного поля на семена повышается их всхожесть и устойчивость к болезням, ускоряется сортовыведение, производится фракция семян Экстра, снижается нагрузка на высевающие аппараты, повышается однородность семенных фракций, использующихся в пищевом производстве, появляется статья экспортной деятельности (и диэлектрические сепараторы, и семена) и замена дорогостоящего иностранного оборудования. Повышается престиж страны.

Список использованной литературы

1. «SB.BY» – https://www.sb.by/articles/aprobatsionnyy-snop-uzhe-ne-nuzhen.html, доступ 29.10.2022

2. Городецкий, Ю. Методики исследования рабочего органа диэлектрического сепаратора при получении чистых семян пряно-ароматических растений / Ю.К. Городецкий, В.В. Литвяк // Техника и технология пищевых производств: материалы ХШ Междунар.науч.-техн. конф., 23-24.04.2020, в 2-х т., Могилев / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: МГУП, 2020. – Т. 2 – 493 с.

УДК 631.362.3

ОЦЕНКА РАБОТЫ ПРЯМОТОЧНОГО ВИБРОПНЕВМОСЕПАРАТОРА ПРИ СОРТИРОВАНИИ СЕМЯН ЛЬНА

В.М. Поздняков[1], канд. техн. наук, доцент

С.А. Зеленко[2], старший преподаватель

[1]Федерация профсоюзов Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь

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

sergey-zelenko@mail.ru

Аннотация: В статье представлены результаты исследований процесса сортирования семян льна по удельному весу на разработанном сепараторе вибропневматического принципа действия.

Abstract: The article presents the results of the research process for screening flax seeds specific weight separator designed pneumatic vibration principle of action.

Ключевые слова: вибропневмосепаратор, сортирование, псевдоожиженный слой, удельный вес, семена льна.

Keywords: vibro-pneumatic separator, sorting process, fluidized bed, specific weight, flax seeds.

Введение. В технологической цепочке получения высокого урожая льна-долгунца важным условием является высев семенами, которые обладают высокими посевными качествами. При этом качество семян характеризует не столько геометрические параметры, сколько их удельный вес. Строгое выполнение всех технологических процессов и применение качественных семян, позволит обеспечить рентабельность производства льна-долгунца до 70 %.

Основная часть. На основе анализа литературных и экспериментальных данных [1, 2, 3] установлено, что наиболее перспективным способом получения качественного семенного материала, с точки зрения экономической эффективности, является доработка семян путем сортирования их по удельному весу в псевдоожиженном слое на машинах вибропневматического принципа действия.

В лаборатории БГАТУ изготовлен экспериментальный стенд прямоточного вибропневматического сепаратора с принципиально новыми техническими решениями, обеспечивающий эффективное сортирование семян на фракции, которые отличаются между собой удельным весом в пределах 10–15 %.

На базе участка «Лида» ОАО «Кореличи-Лен» проведена производственная апробация способа предпосевной подготовки семян льна с использованием прямоточного вибропневматического сепаратора. По результатам полевых опытов (сорт «Левит-1») получены следующие результаты: увеличение урожайности льнотресты с 30 до 39 ц/га, повышение общего выхода льноволокна с 23,51 до 25,58 %, увеличение выхода длинного льноволокна с 5,01 до 9,33 % по сравнению с контрольным образцом семян без обработки на прямоточном вибропневматическом сепараторе.

На рисунке 1 представлен общий вид промышленного прямоточного вибропневматического сепаратора, установленного в линии для предпосевной подготовки семян в ОАО «Дворецкий льнозавод».

В процессе сортирования на вибропневматическом сепараторе семена не травмируются, т.к. обработка производится в псевдо-

ожиженном слое, что позволяет при необходимости повторно направлять на сортирование.

Технологический эффект от применения разработанного вибропневматического сепаратора заключаться в: выделении семян с высоким потенциалом урожайности, с высокой энергией прорастания и всхожестью; выделении трудноотделимых примесей из семенных смесей, включая семена культурных растений; выделении из семенных материалов семян травмированных, пораженных насекомыми и инфицированных семян; уменьшении разнокачественности растений.



Рисунок 1 – Общий вид прямоточного вибропневматического сепаратора ПВС-500

По сравнению с существующими машинами для сортирования зерна и семян по удельному весу (пневмосортировальными столами), разработанный прямоточный вибропневматический сепаратор обладает рядом преимуществ: простотой конструкции и настройки за счёт использования деки с продольным углом наклона; возможностью настройки оптимальных режимно-конструктивных параметров работы под различные культуры; низкой стоимостью по сравнению с аналогами и простота обслуживания.

Заключение. На основании проведённых теоретических и экспериментальных исследований разработан инновационный прямоточный вибропневматический сепаратор, который позволяет значительно повысить качество семян льна за счёт их сортирования по удельному весу в псевдоожиженном слое.

Разработанный вибропневматический сепаратор может применяется как отдельное оборудование для окончательной доработки семян, так и в составе поточной семяочистительной линии. В процессе обработки семена не травмируются, так как отсутствует механическое воздействие, что также положительно влияет на энергию прорастания и всхожесть.

Список использованной литературы

1. Галкин В.Д. Оценка работы вибропневмосепараторов усовершенствованной конструкции при очистке семян от низконатурных примесей / В.Д. Галкин [и др.] // Пермский аграрный вестник. – 2017. – № 1 (17). – С. 65–72.

2. Шило, И.Н. Анализ результатов экспериментальных исследований сортирования семян льна / И.Н. Шило, В.М. Поздняков, С.А. Зеленко // Агропанорама. – 2021. – №5. – С. 9–14.

3. Поздняков, В.М. Повышение эффективности предпосевной подготовки семян льна за счет применения прямоточного вибропневматического сепаратора / В.М. Поздняков, С.А. Зеленко, А.И. Ермаков // Вестник БГСХА. – 2021. – № 3. – С. 170–175.

УДК 631.36

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ В СУШКЕ СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА

К.В. Казаков, канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», г. Белгород, Россия

Kazakov_kv@bsaa.edu.ru

Аннотация: рассмотрены способы использования свекловичного жома.

Abstract: ways of using beet pulp are considered.

Ключевые слова: свекловичный жом, сушка.

Keywords: beet pulp, drying.

Введение. Производство свекловичного жома по данным Росстата в январе-июле 2022 года составило 96808 т свекловичного жома (в январе–июле 2021 года – 103220 т). Стоимость свекловичного жома, используемого в качестве кормового компонента в животноводстве, резко снижается. С начала сезона уборки и переработки свеклы, цены на жом снизились более чем на 50 %. Снижение цен на жом вызваны ограничениями на экспорт продукта, введенными ЕС в рамках шестого пакета санкций против России в июне этого года.

Основная часть. В сезоне 2021–2022 в России было произведено около 1,5 млн. тонн свекловичного жома, из которых 88 % поставлялось на внешние рынки, на страны ЕС приходилось 95 % экспорта. В 2019 году Российские предприятия начали поставки свекловичного жома в Китай. В Белгородской области из 6 сахарных заводов 5 сушат и гранулируют жом, которые перерабатывают 2869898 тонн свеклы и вырабатывают 110272 тонн сушеного жома.

В свежем виде используется только часть жома. Хранение и скармливание отходов свеклосахарного производства в естественном виде возможно без потерь в течение 2-3 дней. При длительном хранении они теряют свои питательные свойства, закисают, загнивают, забраживают, загрязняя окружающую среду.

В настоящее время существует около 60 разновидностей биогазовых технологий переработки свекловичного жома. Использование свекловичного жома в качестве единственного или основного компонента сбраживаемого субстрата считается нецелесообразным. Как и силос, свекловичный жом обязательно смешивается с другими видами сырья и перерабатывается в процессе анаэробного сбраживания в биометан, и органические удобрения. Выход биометана из одной тонны свекловичного жома составляет 50…150 $м^3$ газа. При этом свекловичный жом дешевле силоса. [1]

Обезвоживание, сушка и гранулирование требует больших энергетических затрат, что порой экономически не выгодно.

Поскольку себестоимость сухого жома определяется преимущественно энергетическими затратами, то рентабельность его производства зависит в основном от величины топливной составляющей себестоимости. На разных заводах топливные затраты на сушку жома различны и могут отличаться в 2 и более раз.

В Белгородском ГАУ разработана конструкция сушильной установки, в качестве теплоносителя в которой, используются отработанные газы котельных работающих на газообразном топливе. Температура отработанных газов в основании трубы котельной составляет 170…200°С. Учитывая, что работа сахарных заводов совпадает с началом отопительного сезона целесообразно использовать выхлопные газы котельной для сушки жома. Перед сушкой жом необходимо отжать, так, для выпаривания 1 тонны жидкости из влагосодержащих материалов в сушилках требуется затратить 750 кВт энергии, а при отжиме 1 тонны жидкости из влагосодержащих материалов механическим путем – 2 кВт. [2, 3, 4, 5]

Заключение. Использование отработанных газов котельных, работающих на газообразном топливе, позволит снизить затраты на сушку свекловичного жома на 75–80 %. Высушенный жом может использоваться для получения пектина.

Список использованной литературы

1. Казаков К.В. Энергетический источник биогаза / К.В. Казаков, А.С. Колесников // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке: Материалы Междуна-

родной научно-практической конференции, посвященной 30-летию кафедры технической механики конструирования машин, Майский, 24 января 2018 года / Редакционная коллегия: С.В. Стребков (председатель), А.Г. Пастухов (заместитель председателя), А.П. Слободюк, Д.Н. Бахарев, Н.В. Водолазская, А.С. Колесников, И.Ш. Бережная, О.А. Шарая, А.Г. Минасян, Компьютерная верстка: Д.Н. Бахарев, Н.В. Водолазская, А.С. Колесников. – Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2018. – С. 494–497.

2. Булавин, С.А. Энергосберегающая технология получения растительно-белкового витаминного концентрата из свекловичного жома / С.А. Булавин, К.В. Казаков, А.С. Колесников // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2011. – № 3. – С. 28–29.

3. Патент № 2250799 С1 Российская Федерация, МПК B01F 3/08, B01F 15/02. Смеситель жидкостей: № 2004105898/15: заявл. 27.02.2004: опубл. 27.04.2005 / С.А. Булавин, К.В. Казаков, А.С. Колесников, А.И. Шапошник; заявитель Белгородская государственная сельскохозяйственная академия (Белгородская ГСХА).

4. Булавин, С.А. Безотходная энергосберегающая технология сушки и переработки свекловичного жома / С.А. Булавин, К.В. Казаков, А.С. Колесников // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2009. – № 4. – С. 38–41.

5. Безотходная энергосберегающая технология сушки свекловичного жома / С.А. Булавин, В.Н. Любин, К.В. Казаков, А.С. Колесников // Белгородский агромир. – 2004. – № 2(14). – С. 35–37.

УДК 631.352

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ИМПРЕТАЦИЯ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ ПЛОДА ДЫНИ ЛЕЗВИЕМ

О. Рахматов, д-р техн. наук, профессор,
С.С. Тухтамишев, старший преподаватель
Гулистанский государственный университет,
г. Гулистан, Республика Узбекистан
fmhayat9393@mail.ru

Аннотация: В статье дается методика математического описания процесса резания лезвием упруго вязких материалов, на примере мякоти плода дыни. Показан вывод теоретически расчетных уравнений для определения критической силы резания и разрушающего контактного напряжения, которые могут быть использованы при расчете и проектировании машин и аппаратов для переработки плодов дыни.

Ключевые слова: материал, процесс резания, лезвие, усилие, слой, напряжение, кромка, угол, толщина, упругость, сжатие, деформация.

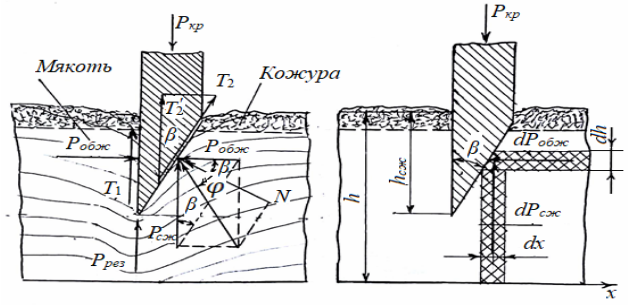
Abstract: The article provides a method of mathematical description of the process of cutting elastic viscous materials with a blade, using the example of the pulp of a melon fruit. The conclusion of theoretically calculated equations for determining the critical cutting force and destructive contact voltage, which can be used in the calculation and design of machines and devices for processing melon fruits, is shown.

Keywords: material, cutting process, blade, force, layer, stress, edge, angle, thickness, elasticity, compression, deformation.

Введение. По физико-механическим характеристикам плод дыни (кожура с мякотью) относится к упруго-вязким материалам и при механической обработке взаимодействие лезвия с кожурой характеризуется сложными физическими явлениями, трудно поддающемуся аналитическому описанию. Только при сочетании теоретических выкладок с натурными экспериментальными исследованиями возможно понимание истинной физической сущности протекающего процесса. Приняв во внимание некоторые допущения, можно определить основные факторы, влияющие на процесс, а последующими экспериментами показать на адекватность принятых суждений [1].

Основная часть. Как известно, разделение упруго-вязкого материала на части под воздействием лезвия режущего инструмента происходит при возникновении разрушающего контактного напряжения σ_p, которое определяется значением прикладываемого к лезвию критического усилия $P_{кр}$.

Рассмотрим теоретические предпосылки процесса резания упруго-вязких материалов, на примере механической обработки плода дыни токарной обработкой, т.е. удаление кожуры резанием лезвием. Если рассматривать процесс резания во времени, то вначале происходит процесс сжатия поверхностных слоев материала (в нашем случае кожуры и подкоркового слоя дыни), а затем внедрение лезвия в мякоть плода. Сказанное предположение можно проиллюстрировать на примере обработки плода дыни клинообразным лезвием (на рис. а и б) [2].



а) **б)**

Принципиальная схема силового взаимодействия лезвия с плодом дыни

При внедрении лезвия в плоть дыни на неё действуют следующие силы: $P_{рез}$ – сопротивление кромки лезвия; $P_{обж}$ – сопротивле-

ние силы обжатия в горизонтальной плоскости; $P_{сж}$ – сопротивление слоя сжатия фаской лезвия по ходу лезвия.

Геометрически разложив на составляющие силы $P_{обж}$ и $P_{сж}$, определим действующую на фаску силу N

$$N = P_{обж} \cos\beta + P_{сж} \sin\beta \,. \qquad (1)$$

При движении лезвия на её вертикальной и косой фасках возникают силы трения T_1 и T_2

$$T_1 = f\, P_{обж} \qquad (2)$$

и

$$T_2 = f\ N \,, \qquad (3)$$

где $f = tg\varphi$, здесь φ – угол трения.

Тогда силу N можно выразить через угол трения

$$N = \sqrt{P_{обж}^2 + P_{сж}^2} \cdot \cos\varphi \,, \qquad (4)$$

схематично сила T_1 направлена вверх, а T_2 – под углом β наклона фаски.

Вертикальная составляющая силы T_2 равна

$$T_2' = T_2 \cos\beta. \qquad (5)$$

Подставляя значение N из (4) в (3) получим

$$T_2 = f\sqrt{P_{обж}^2 + P_{сж}^2} \cdot \cos\beta \qquad (6)$$

а с учетом (1), (3) ва (5)

$$T_2' = f(\frac{1}{2} P_{сж} \sin 2\beta + P_{обж} \cos^2\beta). \qquad (7)$$

Условие начала резания выполняется в случае, когда сумма всех сил, действующих в вертикальной плоскости, меньше критической силы $P_{рез}$, приложенной к лезвию, т.е.

$$P_{кр} \geq P_{рез} + P_{сж} + T_1 + T_2^{'} \,. \qquad (8)$$

Силу $P_{рез}$, можно определить, как произведение площади режущей кромки лезвия $F_{кр}$ на разрушающее контактное напряжение σ_p

$$P_{рез} = \sigma_p F_{кр} = \delta\, \Delta l\, \sigma_p \,, \qquad (9)$$

где δ – толщина лезвия; Δl – длина лезвия.

Для раскрытия величины $P_{сж}$ *и* $P_{рез}$, входящих в выражение (8), рассмотрим усилия, действующие на элементарный объем мякоти со стороны косой фаски лезвия (рис. б). При этом относительное

сжатие $\varepsilon_{сж}$ выделенного элементарного объема со стороны косой фаски равно

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_{сж} = \frac{h_{сж(x)}}{h}. \qquad (10)$$

Для упрощения решаемой задачи выразим относительное сжатие через напряжение σ и модуль деформации Е, т.е. $\varepsilon_{сж} = \sigma / E$.

Логично было – бы судить, что $\varepsilon_{сж}$ пропорционально зависит от σ, однако, как показали предварительные эксперименты, с увеличением $\varepsilon_{сж}$ рост напряжения $\sigma = P_{сж} / F_x$ отстает от темпа роста силы $P_{сж}$ и изменяется по криволинейной зависимости

$$F_x = \Delta l \, h_{сж} \, tg \, \beta. \qquad (11)$$

В этом случае, приняв напряжение как функцию от отношения $P_{сж}$ к первоначальной площади получим степенную зависимость

$$\varepsilon_{сж} \cdot E = \sigma^n, \qquad (12)$$

где показатель степени *n=1.*

Тогда элементарная сила сжатия $dP_{сж}$ действующая на площадь dF длиной, равной единице, и шириной dx представляется в виде

$$dP_{сж} = E\varepsilon_{сж} \, dh_{сж} \, tg\beta \qquad (13)$$

или подставляя (10) в (13), получим

$$dP_{сж} = E \frac{h_{сж(x)}}{h} dh_{сж} \; tg\beta. \qquad (14)$$

Интегрирование выражения (14) даёт

$$P_{сж} = \frac{E}{2h} h_{сж}^2 \, tg\beta, \qquad (15)$$

которое показывает, что необходимая сила $P_{сж}$ для сжатия слоя фаской лезвия находится в квадратичной зависимости от величины $h_{сж}$ и графически представляет собой параболу.

В горизонтальной плоскости относительная деформация равна $\varepsilon_{1,}$ при этом элементарная сила обжатия равна

$$dP_{обж} = \varepsilon_1 \; E \; dh_{сж}. \qquad (16)$$

Относительные деформации в горизонтальной и вертикальной плоскостях $\varepsilon_{1,}$ и $\varepsilon_{сж}$ взаимосвязаны через коэффициент Пуассона μ.

$$\varepsilon_1 = \mu \varepsilon_{сж}. \qquad (17)$$

Тогда, подставляя (10) в (17), получим

$$\varepsilon_1 = \mu \frac{h_{сж(x)}}{h}. \quad (18)$$

Элементарная сила, действующая со стороны горизонтального столбца, равна

$$dP_{обж} = \mu \frac{h_{сж(x)}}{h} E\, dh_{сж}, \quad (19)$$

а сила, обжимающая косую фаску лезвия

$$P_{обж} = \mu \frac{E}{2} \frac{h_{сж}^2}{h}. \quad (20)$$

Принимая во внимание, что коэффициент Пуассона имеет малые значения, можно сказать, что $P_{обж}$ составляет незначительную долю от величины $P_{сж}$ и подставляя значения всех сил, противодействующих $P_{кр}$ в выражение (8), получим

$$P_{кр} \geq \delta\sigma_p + \frac{E}{2} \frac{h_{сж}^2}{h} tg\beta + \frac{f\mu E}{2} \frac{h_{сж}^2}{h} + f\left(\frac{Eh_{сж}^2}{4h} tg\beta \sin 2\beta + \frac{\mu E}{2} \frac{h_{сж}^2}{h} \cos^2 \beta \right) \quad (21)$$

или, математически преобразуя, приведем к окончательному виду

$$P_{кр} = \delta\sigma_p + \frac{E}{2} \frac{h_{сж}^2}{h} \left[tg\beta + f \sin^2 \beta + \mu f (1 + \cos^2 \beta) \right], \quad (22)$$

где δ – толщина лезвия, *м*; σ_p – разрушающее контактное напряжение на кромке лезвия, *Па*; h и $h_{сж}$ – соответственно толщина перерезаемого слоя материала и слоя сжатого лезвием до момента начала резания, *м*; β – угол заточки лезвия, *градус*; E – модуль упругости, *Па*; μ – коэффициент Пуассона; f – коэффициент трения материала о лезвия.

Заключение. Таким образом, что выведенное математическое выражение для определения критического усилия резания упруговязких материалов иллюстративно характеризует основную взаимосвязь между наиболее важными конструктивными (β, δ), физико-механическими (E, μ, f, σ_p) и некоторыми режимными (h, $h_{сж}$) параметрами, влияющими на процесс резания лезвием.

Список использованной литературы

1. Рахматов О., Тухтамишев С.С. Экспериментально-теоретические определение модуля упругости и коэффициента трения для овощебахчевых культур. Технические науки. Номер 3. Выпуск 3. – Ташкент, 2020. – С. 53–59.

2. Резник Н.Е. Теория резания лезвием и основы расчета режущих аппаратов. – Москва: Машиностроение, 1975. – 311 с.

УДК 631.319.06 (043.2)

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КОНТРОЛЯ МИКРОКЛИМАТА ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ХРАНЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

А.З. Киямов, д-р философии по техническим наукам (PhD)
Каршинского инженерно-экономического института,
г. Карши, Республика Узбекистан
asror69@mail.ru

Аннотация. В данной статье освещены вопросы возможного внедрения в отрасли сельскохозяйственного производства автоматизированной системы сигнализации измерения влаги при хранении сельскохозяйственных культур и контроля микроклимата в помещениях овощехранилищ.

Abstarct: The issues of the possible implementation in the agricultural industry of an automated alarm system for measuring moisture during storage of crops and microclimate control in the premises of vegetable stores are described in the article.

Ключевые слова: сельскохозяйственная продукция, влага, электрод, датчик, мультивибратор, микросхема, резистор, низкочастотный импульс.

Keywords: agricultural products, moisture, electrode, sensor, multivibrator, microcircuit, resistor, low-frequency pulse.

Введение. На современном этапе развития всего человечества одной из основных стратегических задач является решение продовольственного обеспечения населения. Для того, чтобы непрерывно обеспечить людей овощами и фруктами, необходимо продлить их хранение в овощехранилищах. Данная стратегическая задача решается в несколько этапов. В их число входят сохранение целостности плодов, ограничение физиологической активности хранящихся овощей и микроорганизмов, повышение физиологической устойчивости овощей, обеспечение выполнения эволюционного назначения организма в нужное потребителю время. Стратегической задачей хранения является ограничение физиологической активности двух антагонистических популяций: растительных организмов-хозяев и патогенных микроорганизмов, возбудителей их порчи. В связи с этим в настоящее время возможности методов хранения, основанные на снижении физиологической активности овощей и микроорганизмов, ограничены.

С этой целью на современном этапе развития используются автоматизированные системы контроля микроклимата с использованием влагочувствительных датчиков сигнализаторов.

Основная часть. Нами предлагается конфигурация датчика со встроенной базовой микросхемой, предназначенной для измерения содержания влаги в твёрдых и летучих веществах.

В качестве датчиков сигнализатора применяются два электродных конденсатора. В зависимости от влажности измеряемой среды сопротивление между электродами изменяется в связи с величиной сопротивления, то есть, когда влажность увеличивается, сопротивление между электродами уменьшается, ток, проходящий через цепь, увеличивается, и поступают сигналы датчика [3].

Основным элементом схемы является интегрированная схема CD4002A или SD4002V. Эти интегральные схемы состоят из четырех логических элементов «I-NE». Элементы схемы питаются от источника бесперебойного питания 3-5В.

На рисунке 1 представлена принципиальная схема сигнализации.

Разработанная нами модель датчика может чувствовать влагу на дистанции. Для этого просто необходимо сузить расстояние между электродами. При этом наш датчик будет чувствовать влагу, выделяемую с поверхности хранимого продукта, например, в овощехранилищах.

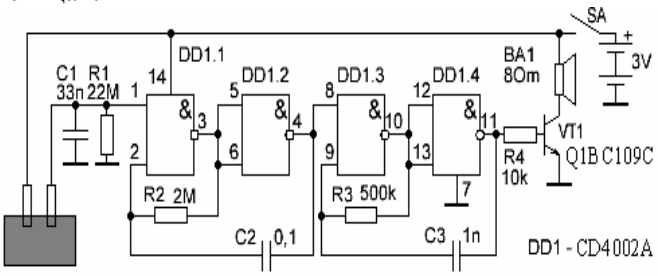


Рисунок 1 – Принципиальная схема сигнализации

Эти датчики работают как в среде погружения, так и в свободном пространстве. Принцип их работы основан на срабатывании контактов между электродами, которые при сближении межэлектродного расстояния до минимума срабатывают при довольно малых концентрациях влаги в пространстве над хранящимися продуктами, обеспечивая тем самым постоянный контроль микроклимата. Лишь для отдельных культур, например, картофеля, лука, дозревающих плодов и плодовых овощей, рекомендовался ступен-

чатый режим с постоянно снижающимися температурами. При этом автоматический контроль микроклимата помещения задаётся в соответствие с последовательностью режима хранения для определённого срока. Примером может служить рекомендованный для разных периодов режим хранения картофеля: в лечебный период 13–18°С, в основной период – 3–5°С с постепенным снижением температуры на 0,5°С в сутки, в весенний период – 1–2°С.

Заключение. Примение системы сигнализации измерения влаги при хранении сельскохозяйственных культур позвлит продлить их срок хранения.

Список использованной литературы

1. Бородин И. Ф. Основы автоматики. – М., "Колос", 1970, 327 с.

2. Датчик влажности на микросхеме //561ЛА7https: //studopedia.ru/3_116454_datchik-vlazhnosti-na-mikrosheme-kla.html.

3. Макаров Д. Виды датчиков влажности, их принцип работы, устройство и применение / Электронный ресурс: ASUTPP/ Заметки электрика// https://www.asutpp.ru/vidy-datchikov-vlazhnosti-ih-princip-raboty-ustrojstvo-i-primenenie.html.

УДК 631.316.4

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАБОТЫ ПРОПАШНЫХ КУЛЬТИВАТОРОВ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ КОРНЕОБИТАЕМОГО СЛОЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ

А.Б. Калинин, д-р техн. наук, доцент,
И.З. Теплинский, канд. техн. наук, профессор,
В.А. Калинина, соискатель, Ю.И. Смирнова, соискатель

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
andrkalinin@yandex.ru

Аннотация: Урожайность и качество картофеля во многом зависят от влагообеспеченности корнеобитаемого слоя, которая формируется при выполнении междурядной обработки почвы с помощью культиваторов-гребнеобразователей, оснащенных активными и пассивными рабочими органами. В представленном исследовании приведены результаты сравнительного анализа работы данных культиваторов по формированию влагообеспеченности корнеобитаемого слоя с учетом температурного режима внутри гребней.

Abstract: The yield and quality of potatoes largely depend on the moisture content of the root layer, which is formed during inter-row tillage with the help of ridge-forming cultivators equipped with active and passive tillage tines. The presented study presents the results of a comparative analysis of the work of these cultivators in terms of the for-

mation of moisture supply in the root layer, taking into account the temperature regime inside the ridges.

Ключевые слова: картофель, междурядная обработка, пропашной культиватор-гребнеобразователь, активные и пассивные рабочие органы, температурный и водный режим.

Key words: potatoes, inter-row cultivation, tilled cultivator-ridge former, active and passive tillage tines, temperature and water regime.

Введение. Для получения высоких урожаев картофеля требуемого качества необходимо создать оптимальные для сложившихся почвенно-климатических условий почвенное состояние и водный режим, который устойчив к воздействию неблагоприятных погодных факторов. Для анализа почвенного состояния по формированию влагообеспеченности корнеобитаемого слоя были проведены полевые исследования различных типов культиваторов, выполняющих междурядную обработку почвы при возделывании картофеля.

Основная часть. Управление водным режимом можно осуществлять за счет выбора приемов, формирующих почвенное состояние, с учетом закономерностей перемещения влаги в корнеобитаемом слое под действием температурного градиента ΔT. Результаты исследований показали, что перемещение влаги по почвенным капиллярам внутри корнеобитаемого слоя происходит в направлении низких температур [1] (рис. 1). Интенсивность перемещения влаги по капиллярам зависит от величины градиента температур. В работе [2] показано, что максимальный прирост урожайности клубней происходит при температуре почвы в зоне клубнеобразования 17–20°С. Отмечается также, что при повышении температуры почвы свыше 20°С происходит замедление роста клубней, а при температуре свыше 26°С развитие клубней полностью останавливается.

Результаты приведенных исследований следует учитывать при выборе рабочих органов применяемого комплекса почвообрабатывающих машин для ухода за посадками картофеля, использование которого должно обеспечить поддержание благоприятной температуры и режима влагообеспечения в зоне клубнеобразования в течение всего периода вегетации. Мониторинг погодных условий, проведенный в течение ряда лет с использованием цифрового метеорологического комплекса показал, что во время вегетации картофеля наблюдаются периоды отсутствия осадков или их избытка, вследствие чего и в том и другом случае растения испытывают стресс, что сказывается на продукционном процессе.

Кроме этого, исследования [3] показали, что многочисленные проходы машинно-тракторных агрегатов по полю приводят к значительному переуплотнению почвы в корнеобитаемом слое, при котором существенно снижается объем пор и капилляров, что значительно изменяет температурный режим в уплотненных горизонтах и нарушает режим влагообеспечения растений, существенно затрудняется свободное перемещение влаги [4]. Влияние неблагоприятных погодных условий особенно остро проявляется при наличии переуплотнения внутри почвы, когда растения испытывают острый недостаток влаги или могут погибнуть от удушья при избыточном увлажнении.

При осуществлении междурядной обработки посадок картофеля производится окончательное формирование полнообъемных гребней, при котором необходимо выполнить восстановление структуры корнеобитаемого слоя. В интенсивных технологиях производства картофеля этот технологический прием осуществляется культиваторами с активными и пассивными рабочими органами [5]. Первый тип имеет активные рабочие органы, установленные на фрезбарабане с горизонтальным валом [6], а второй – оснащен пассивными рабочими органами в виде рыхлительных лап, рациональная схема установки которых приведена в работе [7]. Оба типа культиваторов оборудованы гребнеобразующими плитами.

Различная интенсивность воздействия на почву рабочих органов применяемых пропашных культиваторов существенно влияет на структуру сложения корнеобитаемого слоя. Для сравнения работы рассматриваемых типов культиваторов по формированию необходимого теплового и водного режимов в период роста и развития клубней были проведены полевые исследования на суглинистых дерново-подзолистых почвах, характерных для Северо-Западной почвенно-климатической зоны.

Фрезерный культиватор с помощью гребнеобразующей плиты формирует гребни за один проход из почвы, сильно измельченной ножами, взятой из междурядий. Поэтому сформированные гребни имеют плотное сложение.

Менее интенсивное воздействие пассивных рабочих органов на почву позволяет сформировать её структуру внутри гребней из более крупных элементов. Поэтому полученные таким образом гребни имеют более рыхлое сложение чем гребни, образованные фрезерным культиватором.

В результате полевых исследований были получены экспериментальные характеристики изменений температурных показателей наружного воздуха и почвы внутри гребней, сформированных исследуемыми типами культиваторов.

На рис. 1, *а* представлены фрагменты реализаций изменения температуры воздуха $t_в$ и почвы $t_п$ на глубине 15 см в течение отмеченного периода наблюдений после прохода фрезерного пропашного культиватора, а на рис. 1, *б* – после прохода пропашного культиватора с пассивными рабочими органами.

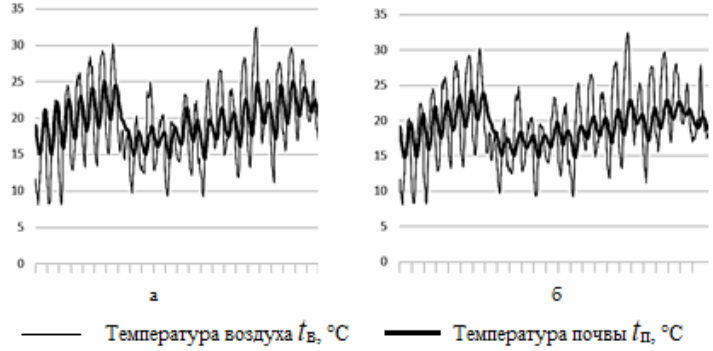


Рисунок 1 – Фрагменты реализации изменения температуры воздуха и почвы внутри гребня после прохода пропашного культиватора с рабочими органами: *а* – активного типа; *б* – пассивного типа

В таблице приведены данные статистической обработки результатов полевых исследований, где представлены средние значения случайных процессов: температуры воздуха $t_в$, суточного перепада температуры окружающего воздуха $\Delta t_в$, температуры почвы внутри гребня на глубине 15 см $t_п$ и суточного перепада температуры почвы на этой глубине $\Delta t_п$.

Из приведенных результатов статистической обработки температурных показателей почвы видно, что более плотный гребень, сформированный фрезерным пропашным культиватором, имеет примерно такое же среднее значение температуры, что и окружающего воздуха, но при этом наблюдается несколько больший диапазон колебаний в течение суток. Необходимо отметить, что температура 20,3°С с учетом суточных колебаний 4,93°С приводит к замедлению роста клубней [2].

Так как пропашной культиватор с пассивными рабочими органами формирует структуру гребней из более крупных почвенных

элементов, между которыми находится значительный объем воздушных пор, то появляется возможность снизить влияние температуры окружающего воздуха на температурные показатели почвы внутри гребня, что уменьшит суточный перепад температур [8]. Это позволяет создать в зоне клубнеобразования более стабильный температурный режим, при котором обеспечивается максимальный прирост клубней нового урожая.

Таблица. 1 Результаты статистической обработки температурных показателей воздуха и почвы после прохода пропашного культиватора

Тип пропашного культиватора-гребнеобразователя	Средние значения температурных показателей, °С			
	$t_в$	$\Delta t_в$	$t_п$	$\Delta t_п$
С активными рабочими органами	20,4	12,84	20,3	4,93
С пассивными рабочими органами	20,4	12,84	19,8	3,68

Заключение. Проведённые исследования показали, что применение пропашных культиваторов-гребнеобразователей с пассивными рабочими органами в интенсивных технологиях возделывания картофеля позволяет создать такую структуру почвы внутри гребней, которая снижает влияние погодных условий (температуры окружающего воздуха) на температурный режим в зоне клубнеобразования. Это создаёт более благоприятные условия для интенсивного развития клубней нового урожая.

Список использованной литературы

1. Калинин А.Б., Теплинский И.З. Методы и средства управления режимами влагообеспечения в технологии возделывания картофеля // Картофель и овощи. – 2022. – № 2. – С. 13–17.

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

3. Смирнова Ю.И., Калинин А.Б., Ружьев В.А., Теплинский И.З., Филимонов В.А., Якимович А.О. Рабочий орган для пропашного культиватора с износостойкими твердосплавными покрытиями // Известия Международной академии аграрного образования. – 2022. – № 58(2022). – С. 49–53.

4. Калинин А.Б., Теплинский И.З., Теймуров Т.Ш. Совершенствование методов и средств снижения технологических рисков при функционировании машин для возделывания картофеля // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1 (62). – С. 178–190.

5. Бердышев В.Е. Сельскохозяйственные машины. Практикум: учебное пособие / В.Е. Бердышев, [и др.]; под редакцией М.А. Новикова. – СПб: Проспект Науки, 2022. – 316 с.

6. Патент на изобретение RUS №2169446. Пропашной фрезерный культиватор / Смелик В.А., Теплинский И.З Калинин А.Б. и др. – 25.03.98

7. Kalinin A.B., Teplinsky I.Z., Ustroev A.A., etc. Selection and substantiation of cultivator adjustment parameters for differential soil treatment on potato based on the rheology state of soil horizons // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – pp. 012-025.

8. Калинин А.Б., Теплинский И.З., Ружьев В.А., Криштанов Е.А., Смирнова Ю.И., Миркитанов В.И. Обоснование технологического процесса пропашного культиватора с рабочими органами комбинированного типа // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – №6 (74). – С. 96–98.

УДК 631.348.45

К ПРОЕКТИРОВАНИЮ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ШТАНГ ПОЛЕВЫХ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ

И.С. Крук, канд. техн. наук, доцент

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

kruk_igar@mail.ru

Аннотация: увеличение рабочей ширины захвата штанговых опрыскивателей влечет не только повышение производительности агрегата, но и требует модернизации ее несущей конструкции и системы гашения колебаний.

Abstract: increasing the working width of boom sprayers not only increases the productivity of the machine, but also requires modernization of its supporting structure and vibration damping system.

Ключевые слова: опрыскиватель, штанга, колебания.

Keywords: sprayer, boom, vibrations

Введение. Политикой технического перевооружения сельскохозяйственных предприятий предусматривается разработка и поставка высокопроизводительной техники. В связи с постоянными совершенствованиями конструкций опрыскивателей, направленных на повышение производительности за счет увеличения ширины захвата и рабочей скорости движения агрегатов, все большее внимание уделяется разработке несущих конструкций, систем навешивания и стабилизации штанг.

Основная часть. Увеличение рабочей ширины захвата опрыскивателя осуществляется изменением длины штанг, конструкции которых подразделяются на легкие и усиленные (рис. 1) [1–3]. Лег-

кие штанги представляют собой простую конструкцию и имеют небольшую ширину захвата от 5 до 12 м, массу от 28 до 100 кг (приведенная материалоемкость 5,40…8,75 кг/м). Усиленные штанги представляют собой пространственную конструкцию значительной массы (масса штанги с шириной захвата 22,5 м может достигать до 750 кг [1]). Ширина захвата усиленных плоских штанг, выполненных по типу «плоская ферма», колеблется от 9 до 37 м. Их масса составляет 50…750 кг, а приведенная материалоемкость – 5,5…27,5 кг/м [1]. При увеличении длины данного типа штанги свыше 21 м ухудшается качество опрыскивания из-за существенных ее колебаний. Поэтому используют несущую конструкцию усиленных пространственных штанг, выполненных по типу «пространственная ферма», ширина захвата которых колеблется от 18 до 36 м. Их масса достигает 1000–1500 кг, а материалоемкость составляет 35…47 кг/м [1].

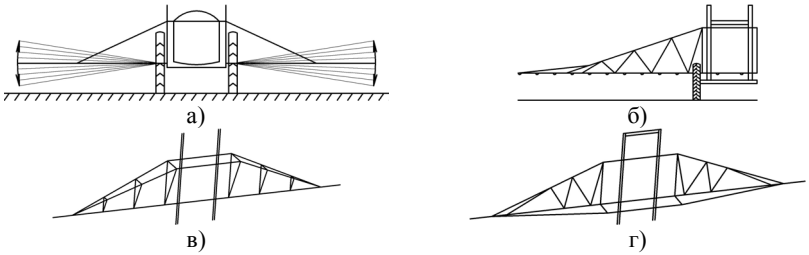


Рисунок 1. – Схемы штанг: а – легкая; б – простая ферма; в, г – пространственная ферма

Рабочая ширина захвата современных навесных опрыскивателей достигает 24 м, прицепных (полунавесных) – 36, самоходных – 54 м. Использование опрыскивателей с шириной захвата штанги 18–24 м позволяет, при прочих равных условиях, увеличить производительность в сравнении с шириной захвата 12–18 на 33–50 % [2]. Следует отметить, что жесткое крепление штанги к раме опрыскивателя оправдано только при ширине захвата до 15 м и рабочих скоростях до 6…7 км /ч [1–3]. Поэтому увеличение ее ширины захвата влечет за собой усложнение навесной конструкции, использование различных подвесок штанг и систем гашения колебаний.

Для эффективного гашения колебаний штанг широкозахватных опрыскивателей разработана, относящаяся пассивным системам и

основанная на использовании упругих элементов гашения колебаний (рис. 2). Штанга опрыскивателя *5* опирается на ребро треугольной призмы *2*, установленной в центральной части верхней балки подвижной рамки *3*, выполненной в форме прямоугольника. Подвижная рамка установлена с возможностью вертикального перемещения в направляющих портала *1* рамы опрыскивателя.

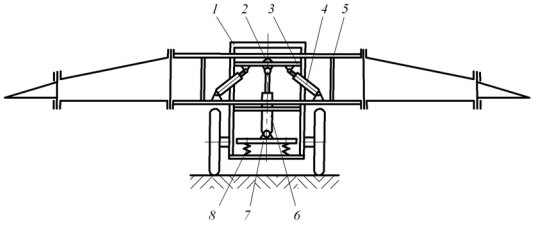


Рисунок 2. – Схема установки штанги на раме полевого штангового опрыскивателя: *а* – схема опрыскивателя; *б* – схема подвески штанги и система ее стабилизации

Верхняя балка подвижной рамки закреплена на штоке гидроцилиндра *6* изменения высоты установки штанги, нижний конец которого закреплен на расположенной внутри портала *1* с зазорами горизонтальной пластине *7*. Нижняя поверхность горизонтальной пластины *7* опирается на две расположенные своими осями параллельно вертикальной оси симметрии портала *1* винтовые цилиндрические пружины сжатия *8*. Нижние торцы пружин *8* опираются на нижнюю внутреннюю горизонтальную поверхность портала *1*.

Заключение. Вопрос повышения производительности штанговых опрыскивателей путем увеличения рабочей скорости и ширины захвата следует рассматривать в комплексном подходе, уделяя особое внимание проектированию несущих конструкций штанг, систем их навешивания и стабилизации. Рассмотрен подход к проектированию несущих конструкций штанг, предложена система навески и их стабилизации.

Список используемой литературы

1. Сельскохозяйственные машины (основные тенденции развития тракторных опрыскивателей) / В. В. Ченцов. – М. : ЦНИИТЭИ Тракторное и с.-х. машиностроение, 1984. – Вып. 12. – 58 с.

2. Вікович, І. А. Конструкції і динаміка штанговых обприскувачів : монографія / І. А. Вікович. – Львів : Видавн. Нац. університ. «Львівска політехніка», 2003. – 460 с.

3. Крук, И. С. Научно-технические основы проектирования рабочих органов штанговых опрыскивателей / И. С. Крук. – Минск : БГАТУ, 2018. – 272 с.

Секция 2 «МОБИЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ»

УДК 629.36.017

ПРИМЕНЕНИЯ ШИН НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ НА ТРАКТОРАХ

Г.И. Гедроить, канд. техн. наук, доцент,
С.В. Занемонский, ст. преподаватель, В.С. Леванюк, студент
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
zanemanoff@mail.ru

Аннотация: в статье дана оценка влияния параметров ходовых систем тракторов на их эксплуатационные и агроэкологические показатели, предложены решения по их совершенствованию.

Abstract: the article gives an assessment of the influence of the parameters of the running systems of tractors on their operational and agro-ecological indicators, and offers solutions for their improvement.

Ключевые слова: трактор, плотность почвы, шина.
Keywords: tractor, soil density, tire.

Введение. Сельскохозяйственные тракторы должны удовлетворять множеству различных требований, обеспечивая хорошее тяговое усилие, гарантируя безопасный уровень комфорта для оператора и избегая большого уплотнения почвы, что приводит к затруднению роста растений [1, 2]. Кроме того, эти требования должны быть удовлетворены при работе на различных почвах, свойства которых могут существенно различаться в зависимости от состава рельефа, влажности воздуха и температурных условий.

Основная часть. С проблемой переуплотнения почвы сталкиваются большинство сельскохозяйственных предприятий Беларуси, в результате чего потенциал произрастающих на их полях культур остается нераскрытым на 30–40 %. Уплотненная почва подобна плотно сжатой губке – в ней нет места для воздуха и воды.

В качестве нормируемых показателей согласно ГОСТ 26955–86 [3] приняты максимальные давления на почву и нормальные напряжения в почве на глубине 0,5 м в зависимости от сезона и влажности почвы, выраженной в долях наименьшей влагоемкости почвы (НВ). При расчете максимального давления на почву по ГОСТ 26953–86 вводятся поправки, зависящие от типа почвы ($И_1$), на-

грузки на единичный движитель ($И_2$), режима работы движителя ($И_3$), количества движителей, перемещающихся по одному следу ($И_4$), высоты протектора ($И_5$).

В итоге окончательная норма по максимальному давлению $q_и$ на почву рассчитывается для каждого движителя по формуле

$$q_и = q_н + q_н \left(И_1 + И_2 + И_3 + И_4 + И_5 \right) \quad (1)$$

где $q_и$ – нормируемое максимальное давление на почву, кПа.

Допустимые нормы воздействия движителей на почву для колесных тракторов 4х4, пересчитанные с учетом вышеназванных коэффициентов, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Нормы максимальных давлений на почву для тракторов 4х4 (кПа)

Влажность почвы	Суглинистая почва			Супесчаная почва		
	Нагрузка на единичный движитель, кН					
	≤ 8	> 8 ≤ 16	> 16	≤ 8	> 8 ≤ 16	> 16
Весенний период						
Св. 0,9 НВ	80	80	80	96	96	96
Св. 0,7 НВ до 0,9 НВ вкл.	125	115	100	150	138	120
Св. 0,6 НВ до 0,7 НВ вкл.	150	138	120	180	165,6	144
Св. 0,5 НВ до 0,6 НВ вкл.	188	173	150	225	207	180
0,5 НВ и менее	225	207	180	270	248,4	216
Летне-осенний период						
Св. 0,9 НВ	100	100	100	120	120	120
Св. 0,7 НВ до 0,9 НВ вкл.	150	138	120	180	165,5	144
Св. 0,6 НВ до 0,7 НВ вкл.	175	161	140	210	193,2	168
Св. 0,5 НВ до 0,6 НВ вкл.	225	207	180	270	248,4	216
0,5 НВ и менее	263	242	210	315	290	252

Следы от сельскохозяйственных машин при традиционной технологии перекрывают от 80 до 100 % посевных площадей. При этом вес тракторов доходит до 10–20 т, зерноуборочных комбайнов до 25 т, а самоходных свеклоуборочных комбайнов до 50–60 т. Оп-

тимальный с точки зрения агрономии состав почвы – 50–45 % твердых веществ (минеральные частицы), около 5 % гумуса (органические вещества), 25 % воздуха и 25 % воды. И если такое соотношение поддерживать в течение года, то вполне возможно приблизиться к потенциально возможному плодородию почвы и продуктивности культур. Однако избыточное уплотнение влечет уменьшение свободного пространства, необходимого для перемещения воды, воздуха и роста корней растений. В благоприятных условиях корневая система озимой пшеницы может проникать в почву на глубину до 1,5–2 м, а сахарной свеклы – до 3 м. Взаимодействуя с уплотненным слоем, такие культуры резко снижают урожайность, особенно в засуху.

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 [4].

Первым шагом к снижению остроты проблемы, должно стать уменьшение давления на почву путем оптимизации и переоборудования машинно-тракторного парка сельскохозяйственных предприятий [5, 6].

Широко распространенным способом улучшения проходимости тракторов является сдваивание или страивание колес. Это дает положительный эффект для повышения тягово-сцепных свойств из-за увеличения сцепного веса трактора, снижения давления на почву, уменьшения колееобразования. Однако маневренность и технологические возможности тракторов снижаются из-за возрастания ширины трактора, ограничения скорости движения. Так для тракторов «БЕЛАРУС» максимальная скорость при сдвоенных передних колесах не должна превышать 10 км/ч. 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. Кроме того эффективность от сдваивания колес уменьшается из-за ограничения производителями допустимого снижения давления воздуха в шинах таких колес.

Более рационально для снижения уровня воздействия на почву и улучшения их тягово-сцепных свойств использование шин с увеличенными размерами и более низким допустимым давлением воздуха в них. Шины имеют меньшую норму слойности, более эластичны. Примером создания модели колесных тракторов с низким давлением на почву является трактор ClaasAxos 320 (рисунок 1).

Установлены задние шины 1250/50R32, передние – 750/55R30. Трактор имеет массу 4068 кг, двигатель 127 л.с.



Рисунок 1 – Трактор ClaasAxos 320

Заключение. Применение шин низкого давления способствует улучшению показателей воздействия ходовых систем тракторов на почву. Реализация данного решения возможна в первую очередь для тракторов тягового класса 1,4.

Список использованной литературы

1. Скотников, В.А. Проходимость машин / В.А. Скотников, А.В. Пономарев, А.В. Климанов. – Мн.: Наука и техника, 1982. – 328 с.

2. Русанов, В.А. Проблема переуплотнения почв движителями и эффективные пути ее решения /В.А. Русанов. – М.: ВИМ, 1998. – 368 с.

3. Техника сельскохозяйственная мобильная. Нормы воздействия движителей на почву: ГОСТ 26955–86, введ. 01.01.1987. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2018. – 7 с.

4. Воздействие на почву ходовых систем тракторных агрегатов с прицепами / Г.И. Гедроить, С.В. Занемонский / 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. 405–407.

5. Определение показателей уровня воздействия колесных движителей тракторных прицепов на почву/ Г.И. Гедроить, С. В. Занемонский / Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 24–25 октября 2019 г.: БГАТУ. – Минск, 2019. – С. 169–171.

6. Гедроить, Г.И. Уплотнение почв ходовыми системами сельскохозяйственных машин / Г.И. Гедроить // Агропанорама. – 2010, № 6. – С. 8–12.

УДК 631.3.072

ПРИМЕНЕНИЯ «ПЛАВАЮЩИХ» ПОДШИПНИКОВ СЛОЖНОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ТУРБОКОМПРЕССОРА ДВИГАТЕЛЯ Д-245.5

А.В. Захаров[1], канд. техн. наук, доцент,
А.Н. Юрин[2], канд. техн. наук, доцент,
Л.Г. Сапун[1], канд. техн. наук, доцент, И.О. Захарова[1], ассистент
[1]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»;
[2]РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь
tractor_av80@mail.ru

Аннотация: Для повышения ресурса подшипникового узла турбокомпрессора обеспечен не только стабильный гидродинамический упор при вращении ротора на повышенных скоростях, а и охлаждающий эффект.

Ключевые слова: Двигатель, турбокомпрессор, подшипниковый узел, охлаждающий эффект.

Abstract: To increase the service life of the turbocompressor bearing assembly, not only a stable hydrodynamic stop is provided when rotating the rotor at increased speeds, but also a cooling effect.

Keywords: Engine, turbocharger, bearing assembly, cooling effect.

Введение. Анализ повреждений турбокомпрессоров показывает, что около 40 % повреждений являются следствием попадания посторонних предметов на лопатки компрессорного или турбинного колес. Еще 40 % повреждений, вызваны, выходом из строя подшипникового узла и масляным голоданием. Оставшиеся 20 % повреждений вызваны другими причинами [1, 2]. На двигатели Минского моторного завода преимущественно устанавливаются турбокомпрессоры «ТУРБОКОМ-ИНВЕСТ» (Россия) и ЯМЗ (Россия). Основными повреждениями подшипникового узла ротора турбокомпрессора ТКР-6,5.1 двигателя Д-245.5 являются неравномерный износ шейки вала ротора, плавающей втулки и упорного подшипника. Причинами этого являются: – грязное масло и его низкое давление; – повышенные температурные деформации корпуса и вала ротора турбокомпрессора.

Первая причина устраняется соблюдением сроков замены масла и фильтров, регулировками давления клапанов системы смазки. Вторая причина связана с конструкцией самого подшипникового узла ротора турбокомпрессора.

Смазочный материал подаваемый в подшипниковый узел должен обеспечивать не только стабильный гидродинамический упор

при вращении на повышенных скоростях, а и охлаждающий эффект за счет циркуляции смазочного материала.

Основная часть. На основе этого предложена усовершенствованная конструкция плавающих подшипников ротора. На внутренних цилиндрических поверхностях подшипника «плавающая» втулка сплав Бр 010С10 ГОСТ 613-79 (рисунок 1) выполнены винтовые нарезки треугольной формы в сечении с направлением правые на поверхности *Б* и левые на поверхности *В*, шаг винтовых канавок 30мм, в равном количестве и с равномерным расположением по цилиндрической поверхности.



Рисунок 1 – Усовершенствованный подшипник турбокомпрессора ТКР-6,5.1

Снабжение смазочной жидкостью обеспечивается как в режиме «покой», так и в самом неблагоприятном режиме – «запуск двигателя». С момента запуска двигателя, при вращении ротора турбокомпрессора на сверхвысоких скоростях, каждая винтовая нарезка будет менять свое место по всей длине сопрягаемой поверхности вдоль зоны контакта, обеспечивая равномерное и непрерывное поступление достаточного количества смазочной жидкости между каждой парой сопрягаемых поверхностей.

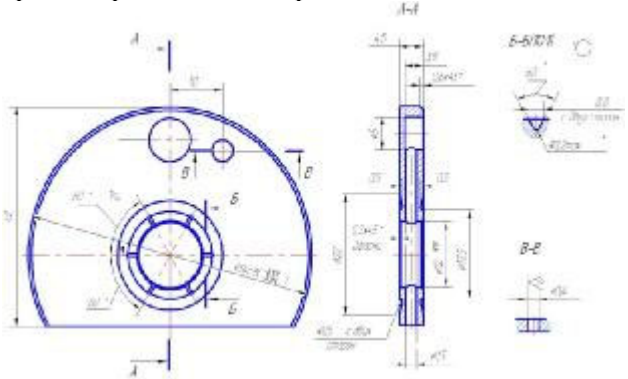


Рисунок 2 – Усовершенствованный упорный подшипник турбокомпрессора ТКР-6,5.1

Упорный подшипник (рисунок 2) материал Бр 010С10 ГОСТ 613-79 имеет радиальное Ø1,5мм и осевые сверления Ø5мм, Ø3,4мм которые обеспечивают не только стабильный гидродинамический упор при вращении на повышенных скоростях, а и охлаждающий эффект за счет циркуляции смазочного материала не менее 4 л/мин.

Заключение. Усовершенствованная конструкция плавающих подшипников позволит снизить теплонапряженность ТКР-6,5.1, сохранить значения всех основных параметров, геометрических форм и размеров в пределах первоначальной заданной точности, и как результат, увеличит срок эксплуатации подшипникового узла турбокомпрессора. При использовании серийного подшипникового узла температура масла на выходе из ТКР-6,5.1 поднималась выше критической – 150 °С.

Список использованной литературы

1. Гроэ Х., Русс Г. Бензиновые и дизельные двигатели. Перевод с нем. – М.: ООО «Издательство «За рулем», 2013. – 272 с.

2. Охотников, Б. Л. Эксплуатация двигателей внутреннего сгорания: учеб. пособие / Б. Л. Охотников. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 140 с.

УДК 504.06:621.311.24

РАЗВИТИЕ «ЗЕЛЕНОЙ» ЭНЕРГЕТИКИ КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ МОБИЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

А.А. Клименко, студентка, С.М. Мартыненко, студент, И.В. Хмара, канд. с.-х. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», г. Краснодар, Россия
anastasiyayakovleva14@mail.ru

Аннотация: Тенденции развития «зеленой» энергетики обнадёживающие. Это связано с ограниченностью ресурсов и растущими потребностями населения. В настоящее время развитие так называемой возобновляемой энергетики становится основным направлением движения в данной отрасли.

Abstract: The trends in the development of green energy are encouraging. This is due to limited resources and the growing needs of the population. Currently, the development of so-called renewable energy is becoming the main direction of movement in this industry.

Ключевые слова: «зеленая» энергетика, возобновимые источники, энергетика, солнечные электростанции, ветряные электростанции.

Keywords: green energy, renewable sources, energy, solar power plants, wind power plants.

Введение. «Зеленая» энергетика – сектор энергетики, использующий возобновляемые источники энергии (ВИЭ): солнечный свет, водные потоки, ветер, приливы, геотермальную теплоту.

«Зеленую» энергию также называют возобновляемой или регенеративной. Ее источники по историческим меркам считаются неисчерпаемыми. Приведённый метод в своей сути предполагает использование явлений и процессов, которые постоянно происходят в природе, для получения энергетики. Использование данного направление энергетики связано с постоянной проблемой ограниченности ресурсов при постоянном возрастании потребностей населения.

К наиболее распространённым видам регенеративной энергетики относятся: ветроэнергетика, гидроэнергетика, биоэнергетика, солнечная и геотермальная энергетики. Ожидается, что к 2040 году источники возобновляемой энергии практически вытеснят с рынка газ, нефть и уголь.

Основная часть. В России было разработано две программы стимулирования строительства ВИЭ. Первая программа предполагает, что к 2024 году в России будет построено свыше 5,5 гигаватта ветроэлектростанций, солнечных электростанций и малых ГЭС. Это составляет 2,2 % от текущей установленной мощности всех электростанций. Вторая программа стимулирования была согласована в 2020 – начале 2021 года и должна стартовать в 2022 году.

Продление программы поддержки развития возобновляемой энергетики до 2035 г. приведет к тому, что «зеленая» электроэнергия в России станет дешевле электроэнергии от традиционных источников.

Перспективы развития «зеленой» энергетики в России обусловлены её огромной территорией – 13 % поверхности планеты и многообразием природно-климатических факторов (от Арктической зоны до субтропиков). Планы по развитию водородной энергетики, которые заявлялись в 2021 году, должны быть сохранены и реализованы в 2022-м, считают в правительстве России.

Электроэнергия ветряных электростанций уже почти сравнялась по цене с новой угольной генерацией и стоит дешевле ряда неэффективных газовых электростанций. За последние 10 лет стоимость оборудования для солнечных и ветряных электростанций снизилась на 60 % и 40 % соответственно, повышается его эффективность и надежность.

Стоимость «зеленого» киловатт-часа дешевеет из-за стремительного развития технологий: с 2009 г. цена солнечных панелей в мире упала на 80 %, а турбин для «ветряков» – на 30–40 %, уже сейчас усредненная стоимость электроэнергии из возобновляемых источников сопоставима с генерацией на базе ископаемого топлива, а к 2030 г. она может упасть еще на 58 % для солнечных панелей и на 25 % для ветростанций.

Экономисты считают, что развитие технологий в водородной энергетике становится крайне актуальным в России, а водородные программы смогут ежегодно увеличивать ВВП России на 0,5 %. Необходимо отметить, что колоссальным плюсом производства водородной электроэнергетики является почти нулевой уровень выбросов в момент, когда водород потребляется транспортом, как топливо, но при этом существует отрицательная сторона, которая характеризуется высокой стоимостью производства водорода, даже путём электролиза воды.

Исследователи пришли к выводу, что Россия обладает колоссальной возможностью для замещения ископаемого топлива возобновляемыми источниками энергии.

Сложившаяся в мире ситуация может негативно сказаться на финансировании данной отрасли энергетики, а также прогнозируется сокращения числа потенциальных покупателей и трудности с технологиями. Очевидно, для развития и успешного функционирования отрасли альтернативной энергетики необходимы собственные научные разработки и технологии, а также разработки систем транспортировки водорода, генерации электроэнергии с ее использованием и учетом.

Заключение. Исследователи пришли к выводу, что Россия обладает колоссальной возможностью для замещения ископаемого топлива возобновляемыми источниками энергии. Со временем такие объекты смогут полностью покрыть текущие расходы на производство энергии.

Список использованной литературы

1. Альтернативные источники сырья и топлива : сборник научных трудов конференции АИСТ–2015, 26–28 мая 2015 г., Минск. – Выпуск 2. – Минск : Беларуская навука, 2016. – 143 с.

2. Елистратов, В.В. Возобновляемая энергетика / В. В. Елистратов. – Санкт-Петербург : Издательство политехнического университета, 2016. – 421 с.

3. Девлет-Гельды, Г.К. Зеленая энергетика : Новый вектор государственно-частного партнерства в прорывном развитии России / Г.К. Девлет-Гельды, В.Д. Голиков // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2019. – № 2. – С. 28–34.

УДК 621.436.068

СНИЖЕНИЕ ДЫМНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЯ Д-243 ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В.А. Белоусов[1], канд. техн. наук, доцент,
А.В. Гордеенко[1], канд. техн. наук, доцент,
В.Г. Костенич[2], канд. техн. наук, доцент,
А.В. Захаров[2], канд. техн. наук, доцент,
Л.Г. Сапун[2], канд. техн. наук, доцент

[1]УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки,
[2]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
ktrauto@tut.by

Аннотация: Отражено влияние выбросов отработавших газов дизельных двигателей на окружающую среду и человека. Представлены современные тенденции, направленные на улучшение экологических показателей двигателей. Представлены результаты испытаний электрофизических средств очистки отработавших газов дизеля Д-243.

Abstract: The influence of exhaust gas emissions from diesel engines on the environment and human beings is reflected. Modern trends aimed at improving the environmental performance of engines are presented. The results of tests of electrophysical means of cleaning the exhaust gases of diesel D-243 are presented.

Ключевые слова: дизель, дымность, отработавшие газы, очистка, электрофизические средства очистки.

Keywords: diesel, smokiness, exhaust gases, cleaning, electrophysical means of cleaning.

Введение. Ведущими направлениями конструктивного и технологического совершенствования автотракторных двигателей внутреннего сгорания (ДВС) являются снижение расхода топлива и токсичности отработавших газов. Широкое использование ДВС в различных сферах человеческой деятельности приводит к целому ряду негативных последствий, связанных с истощением природных ресурсов и загрязнением окружающей среды. Автотракторные двигатели загрязняют атмосферу выбросами отработавших газов (ОГ), картерными газами и топливными испарениями. Около 95 % всех токсичных компонентов приходится на долю ОГ, представляющих собой сложные аэрозоли, содержащие более 1000 компонентов [1].

Основным токсичным компонентом ОГ дизелей является сажа, которая токсичнее углеводородов в 30 раз, оксида углерода – в 20

раз и оксидов азота – в 1,7 раза [2]. Самым токсичным из углеводородов является бенз(а)пирен, который в 40 тыс. раз токсичнее оксидов азота. В отработавших газах бенз(а)пирен практически полностью адсорбируется частичками сажи, чем и обуславливается опасность последней. Наибольшую опасность во вдыхаемом воздухе представляют частички сажи размером от 0,7 до 8 мкм, которые способны задерживаться в дыхательных путях человека [3].

Токсичные выбросы отработавших газов двигателей оказывают отрицательное влияние на воздушную сферу, урожайность и качество сельскохозяйственной продукции. Токсичные вещества способны накапливаться в почве, продуктах растениеводства и животноводства, организме человека [1]. Повышение концентрации токсичных веществ в атмосфере рабочих мест и в кабинах тракторов и автомобилей вызывает ухудшение здоровья работающих, приводит к снижению производительности труда.

Основная часть. Анализ современных тенденций, направленных на улучшение экологических показателей дизелей, говорит о том, что к настоящему времени не разработано единого универсального метода, позволяющего снять с повестки дня поставленную проблему.

Работы ведутся в следующих направлениях:

– проведение мероприятий, прямо либо косвенно воздействующих на параметры рабочего процесса двигателя;

– применение средств дополнительной физико-химической очистки ОГ в процессе выпуска.

Следует отметить, что методы воздействия на рабочий процесс являются необходимыми, но недостаточными для удовлетворения требований современных стандартов. Кроме того, как показывают исследования, данные мероприятия не снижают, а, как правило, увеличивают более чем на два порядка значение концентрационного индекса микрочастиц.

Наиболее приемлемым путем решения проблемы снижения токсичности ОГ дизельных ДВС является разработка и использование специальных устройств, в частности электрофизическая очистка. Электрофизическая очистка ОГ дизельных ДВС является приоритетным направлением теоретических и экспериментальных исследований по разработке систем снижения токсичности. Сущность электрофизической очистки заключается в использовании

электромагнитной энергии для воздействия на поток ОГ с целью изменения качественных и количественных характеристик в целом.

Стендовые моторные испытания разработанной конструкции сажевого электрофильтра-дожигателя для двигателя Д-243 показали высокую степень очистки ОГ от сажевых частиц (рисунок 1) [4].

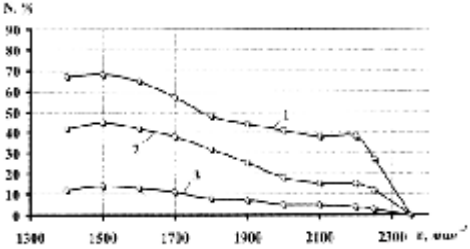


Рисунок 1 – Снижение дымности ОГ по скоростной характеристике:
1 – при полностью отключённом электропитании фильтра; 2 – при работе без напряжения осаждения и дожига; 3 – с подачей напряжения осаждения и дожига

На номинальном режиме степень очистки ОГ от сажи более 89 %, на режиме максимального крутящего момента – более 78 %. Работа электрофильтра практически не оказывает влияния на динамику изменения выбросов оксидов азота, оксида углерода и углеводородов.

Заключение. Использование разработанного сажевого электрофильтра-дожигателя позволит улучшить экологическую обстановку. Методика определения удельного содержания частиц сажи в ОГ в зависимости от их оптической плотности может быть использована для оценки соответствия удельных выбросов твердых частиц современным экологическим требованиям. Разработанная методика расчета фильтра позволяет определять его конструктивные параметры для любого типа двигателя.

В настоящее время работы по созданию систем снижения дымности и токсичности ОГ продолжаются.

Список использованной литературы

1. Лиханов В. А., Сайкин А. М. Снижение токсичности автотракторных дизелей. – М.: Агропромиздат, 1991. – 208 с.: ил.

2. Капустин А. А., Корабельников С. К. Токсичность отработавших газов дизелей и пути ее уменьшения. // Сборник научн. трудов «Улучшение эффективных, экологических и ресурсных показателей энергетических установок сельскохозяйственных тракторов и автомобилей». / СПб., 1997. – С. 102–110.

3. Мачульский Ф. Ф. Дисперсность и структура дизельной сажи // Токсичность двигателей внутреннего сгорания и пути ее снижения: Доклады участников симпозиума, 6–10 декабря 1966 г. – М.: Наука, 1966. – С. 206–219.

4. Белоусов В. А. Снижение дымности отработавших газов автотракторных дизелей электрофильтром-дожигателем. / Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.04.02. / БГСХА – Горки, 2001. – 201 с.

УДК 502.1, 504.7

АВТОНОМНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

С.С. Пак, и.о. доцента, С.В. Ковешников, старший преподаватель, С. А. Гулямова, старший преподаватель

УО «Ташкентский государственный технический университет», г. Ташкент, Республика Узбекистан
serega_pak56@mail.ru

Аннотация: Рассмотрены вопросы применения экологически чистой солнечной энергии в сельской местности в качестве источника тепловой и электрической энергии.

Abstract: There were considered issues about utilization of ecologically friendly solar energy in rural areas in the form of source of thermal and electric energy.

Ключевые слова: экология, электроэнергия, солнечная электростанция, источников энергии, зарядное устройство, свинцово-оксидная батарея, водяной насос.

Key words: ecology, electricity, solar power plant, energy sources, charger, lead-oxide battery, water pump.

Введение. Как известно в сельской местности потребление тепловой энергии осуществляется для отопления производственных и бытовых помещений; поддержание необходимой температуры в теплицах и парниках; сушка сена, зерна и фруктов; приготовление пищи. Эти процессы требуют большого количества тепловой энергии, и их реализация с помощью традиционных источников энергии, как правило, не рентабельна и, что наиболее важно, экологически вредно. Экологическое загрязнение окружающей среды связано в первую очередь использованием в сельской местности углеводородного топлива.

Количество солнечных дней в Узбекистане очень велико - годовое число солнечного сияния достигает 2880 часов, а количество энергии от суммарной солнечной радиации составляет не менее 0,16 кВт·ч/см^2 в год. Поэтому использование всей этой энергии в сельскохозяйственном производстве – весьма актуальная задача.

Одно из самых перспективных направлений развития экологически чистой энергетики – использование энергии солнца для по-

лучения электроэнергии с помощью фотоэлектрических (солнечных) элементов. Имеется очень большое количество потенциальных потребителей маломощных водоподъемных установок индивидуального использования с производительностью около одного кубометра воды в сутки. Это сельские подворья, полевые станы фермеров, другие удаленные неэлектрофицированные места проживания, расположенные в сельскохозяйственных районах без постоянного электро- и водоснабжения.

Основная часть. В ТашГТУ разработана универсальная солнечная электростанция индивидуального использования для электрификации фермерских хозяйств и подъема воды (Рис.1). Установка предназначена для подъема воды из колодцев и скважин и имеет производительность около 1 куб. м. в сутки.

Солнечная электростанция для подъема воды состоит из: солнечных панелей мощностью 110 Вт; контроллера заряда аккумуляторов оригинальной конструкции; аккумуляторной батареи на 12 В; инвертора мощностью 600 Вт; вибрационного водяного погружного насоса; энергосберегающих светодиодных ламп; настольного светильника на светодиодах. [1].



Рисунок 1 – Структурная схема солнечной электростанции

Другим вариантом конструкции многофункционального солнечного устройства является устройство, объединяющего в себя элементы фотоэлектрической станции, парника и солнечной сушилки [2]. Конструкция представляет собой небольшого размера застекленный парник, оснащенный системой естественной, а также и принудительной вентиляции с питанием от фотоэлектрической батареи. Это позволяет использовать его для выращивания рассады ранней весной, проращивания зерен злаковых для получения солода, подсушки зерновых в осенний период, сушки овощей и фруктов летом.



Рисунок 2 – Проращивание рассады весной

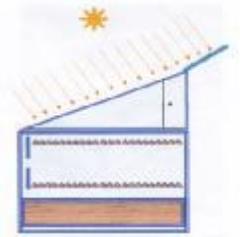


Рисунок 3 – Сушка фруктов летом

Заключение. 1. Необходимо определять потребности сельского хозяйства в использовании конкретного вида преобразования солнечной энергии (солнечная электроэнергетика, тепловые коллектора, солнечные кухни) с учетом экологического эффекта. 2. В силу экономических причин необходимо разрабатывать преимущественно монофункциональные солнечные устройства. 3. Необходимо уделить пристальное внимание вопросу широкого распространения информации о сельскохозяйственном использовании энергии солнца, в том числе вопросу создания обучающих материалов и учебных пособий по использованию солнечной энергии и улучшению экологии в сельском хозяйстве и подготовки квалифицированных специалистов.

Список использованной литературы

1. Steven, J. The Solar Electric House / J. Steven // Massachusetts, 1993. – 230 p.

2. Авезов, Р.Р. Системы солнечного тепло- и хладоснабжения / Р.Р. Авезов, М.А. Барский-Зорин, И.М. Васильева. – М.: Стройиздат, 1990. – 180 с.

УДК 629.3.032

АНАЛИЗ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ СЫПУЧИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ГРУЗОВ

Г.И. Гедроить, канд. техн. наук, доцент,
В.В. Михалков, ст. преподаватель,
И.И. Бондаренко, канд. техн. наук, доцент,
В.В. Шамко, студент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь
ggedroit@tut.by

Аннотация: Проанализированы варианты применения автомобилей сельскохозяйственного назначения в АПК Республики Беларусь.

Abstract: A variant of the direction of work for agricultural vehicles is proposed.
Ключевые слова: автомобиль, специализированный, масса, колесная формула.
Key words: Index term: vehicle, specialized, weight, wheel arrangement.

Введение. Грузовые автомобили и прицепная техника, ориентированные на транспортировку мелкофракционных сыпучих грузов с малым удельным весом – именуются «зерновозами». Грузовая платформа для данного типа техники выполняется, как правило, в виде «самосвалов» с кузовами: «классический тентованный с высокими бортами», «бункер» или «цистерна».

Цель настоящей работы – проанализировать направление совершенствования автомобиля для перевозки сыпучих сельскохозяйственных грузов.

Основная часть. Анализ специализированных автомобилей рассмотрен в статье «Направления совершенствования специализированных автомобилей» [1].

Применение автомобилей в полевых условиях по современным технологиям ограничено. Наиболее вероятно использование специализированных автомобилей приспособленных для транспортировки сыпучих сельскохозяйственных грузов и выполнения соответствующих работ (таблица).

Таблица. Технические характеристики специализированных машин для аграрного сектора

Технические характеристики	Марка машины			
	МАЗ-6501А8	КамАЗ-65207	ISUZU GIGA 6×4	КрАЗ-6230С40
Колесная формула	6×4	6×4	6×4	6×4
Грузоподъемность, кг	27000	27600	35150	40000
Объем кузова, $м^3$	33	от 33 до 40,5	30	30
Габаритные размеры автопоезда, мм				
- длинна	19000	19743	19650	18070
- ширина	2600	2550	2500	2550
- высота	3390	3080	3400	3400
Модель шины	12.00R20	315/80 R22,5	315/80R22,5	320R508
Мощность двигателя, кВт	294	295	294	266

МАЗ-6501А8 «Колос» [2] представляет собой крупнотоннажный автомобиль-зерновоз с колесным строением «6×4», предназначенный для транспортировки большого объема сыпучих мелко-

фракционных грузов с небольшим удельным весом по дорогам с асфальтированным или твердым грунтовым покрытием (обычно – в составе автопоезда).

В снаряженном виде МАЗ-6501А8 «Колос» весит 14025 кг, а его грузоподъемность составляет 16000 кг. Общая (технически допустимая) масса автомобиля равняется 30100 кг, из которых 7500 кг приходится на фронтальную ось, а оставшиеся 22600 кг – на пару задних мостов. Самосвал способен осуществлять поставленные перед ним операции в составе автопоезда полной масса до 57100 кг.

Автомобиль-зерновоз снабжен самосвальной платформой объемом 33 кубических метра с боковой разгрузкой на правую сторону, которая демонстрирует следующие внутренние параметры: длина – 6780 мм, ширина – 2480 мм, высота – 1900 мм. Фронтальный и левый боковой борта у грузовика «глухие», а боковой правый – трехсекционный, разделенный стойками.

КамАЗ-65207 – крупнотоннажный автомобиль-зерновоз с колесной компоновкой «6×4», предназначением которого является перевозка большого объема мелкофракционных (сыпучих) грузов с небольшим удельным весом.

Длина автомобиля составляет 10875 мм, в ширину – на 2550 мм, в высоту – на 3032 мм. Передний и средний мосты у него удалены друг от друга на 5100-миллиметровое расстояние, а средний и задний – на 1440-миллиметровое. В «походном» виде самосвал-зерновоз весит 11250 кг, а его грузоподъемность составляет 14675 кг. Общая (технически допустимая) масса машины насчитывает 26000 кг (из них на переднюю ось опирается 7000 кг, а на задний мост – 19000 кг), а составе автопоезда может доходить до 44000 (это означает, что за собой она способна тянуть прицеп полным весом до 18000 кг). Зерновоз КамАЗ-65207 стандартно оснащен самосвальной установкой коробчатого типа с жестко закрепленными стойками бортов и трехсторонней разгрузкой. Кузов автомобиля имеет следующие внутренние габариты: длина – 7600 мм, ширина – 2350 мм, высота бортов – 1700 мм (с дополнительными бортами – 1900 или 2100 мм). В зависимости от исполнения, объем грузовой платформы варьируется от 33 до 40,5 кубических метров [4].

Самосвал ISUZU GIGA 6×4 Euro-5 «CYZ52Q» – японский крупнотоннажный грузовик сельскохозяйственного назначения. Модель построена на базе шасси «GIGA LONG» и оборудована

специализированным кузовом для перевозки мелкодисперсных грузов с малым удельным весом (т. е., как правило, зерновых культур) в т. ч. в составе автопоезда.

Колесная база трехосного зерновоза ISUZU GIGA составляет 4565 мм, еще 1370 мм приходится на расстояние между осями задней тележки. Общая габаритная длина при этом достигает отметки 9840 мм, ширина ограничена 2500 мм, а высота не выходит за рамки 3400 мм. Дорожный просвет (клиренс) грузовика – 264 мм. Полная масса зерновоза не должна превышать 33000 кг (или 54490 кг – в составе автопоезда), при этом грузоподъемность достигает 20150 кг (или 35150 кг, соответственно).

Для перевозки зерна грузовик оборудован стальным кузовом коробчатого типа, внутренний объем которого равен 30 м³. Кузов способен опрокидываться на угол до 30 градусов, имеет двухкомпонентный задний борт с механическим фиксатором, снабжен габаритными фонарями и комплектом разъемов для присоединения прицепа. За подъем кузова отвечают телескопические гидроцилиндры Penta, управляемые через электропневматический привод.

КрАЗ-6230С4-330 «Караван» предназначен для транспортировки и механизированной разгрузки навалочных и сыпучих мелкофракционных грузов по дорогам с твердым и грунтовым покрытием.

На автомобиле, и на прицепе использованы одинаковые самосвальные платформы двухсторонней разгрузки. Грузоподъёмность каждой из них составляет 20 тонн при полезном объеме 30 м³. Кроме боковых откидных бортов, машина оснащена специальными люками в корме, которые позволяют разгружать ее на элеваторах старого типа.

Самосвала-зерновоза имеет следующие габариты: длина автомобиля – 9200 мм, ширина – 2550 мм, высота – 3400 мм, а у прицепа эти показатели соответственно равны 8870 мм, 2510 мм и 3400 мм. Снаряженная масса КрАЗ-6230С4-330 составляет 13900 кг, КрАЗ-А261С4 – 7500 кг, автопоезда в целом – 21400 кг [5].

Заключение. Для автомобилей «зерновозов» широко применяют колесную формулу 6×4. Они оборудуются самосвальными кузовами объемом 30 $м^3$ и более. Как правило, предусматривается в составе автопоезда.

Список использованной литературы

1. Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : сборник научных статей Международной научно-практической конференции (Минск, 26–27 ноября 2020 года) / редкол.: Н.Г. Серебрякова [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2020. – 660 с.

2. http://maz.by/products/cargo-vehicles
3. http://truck-auto.info/maz/559-mvu-30.html
4. https://kamaz.ru/production/serial/
5. http://www.autokraz.com.ua
6. Тракторы и автомобили. Курсовое проектирование : учебно-методическое пособие / Г.И. Гедроить, А.В. Захаров, А.Ф. Безручко и [др.]. – Минск : БГАТУ, 2017. – 184 с.

УДК 629.3.01

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕРИЙНЫХ ВИБРОИЗОЛЯТОРОВ КАБИНЫ ТРАКТОРА «БЕЛАРУС»

А.Ф. Безручко[1], канд. техн. наук, доцент,
Н.И. Зезетко[2], главный конструктор, канд. техн. наук,
И.И. Бондаренко[1], канд. техн. наук, доцент
[1]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
[2]ОАО «МТЗ», г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация: В статье представлены результаты исследований виброизоляционных качеств серийных опор кабины трактора «БЕЛАРУС». Даны математические зависимости, позволяющие разрабатывать новые или модернизировать серийные резинометаллические опоры.

Abstract: The article presents the results of studies of the vibration isolation qualities of the serial supports of the BELARUS tractor cab. Mathematical dependencies are given that allow developing new or upgrading serial rubber-metal supports.

Ключевые слова: вибрация, резинометаллическая опора, виброизоляция, трактор, кабина, спектр частоты

Keywords: vibration, rubber-metal support, vibration isolation, tractor, cab, frequency spectrum.

Введение. Основными источниками вибрации на мобильных машинах являются силовые агрегаты и ходовая часть. Физическое воздействие вибрации оказывает негативное влияние на здоровье человека [1] и надежность машин. Вибрация является также источником структурного шума, снижающего потребительские качества машин. Соответственно возникает необходимость её изолировать в источнике.

В данной работе произведен только анализ эффективности наиболее распространенных виброизолирующих устройств – резинометаллических опор кабины трактора. Применяется они, поскольку имеют ряд преимуществ, которыми не обладают другие типы подобных устройств: способность воспринимать разнонаправленные нагрузки, долговечность, простота, низкая стоимость. Их применяют как опоры кабин, двигателей, карданных валов и т.д.

Для анализа результатов использованы теоретические разработки Разумовского М.А. [2] , Клюкина И.И. [3]. Теоретические расчеты характеристик виброизоляторов, по мнению авторов, применимы на стадии начального проектирования для приблизительного расчета упрощенных моделей. Авторы отмечают, что действительную эффективность виброизоляторов можно определить лишь при экспериментальном исследовании. Несмотря на различие областей исследований (судостроение, тракторостроение), предложенные авторами оценочные параметры и математические зависимости весьма схожи. Представленные авторами [2, 3] математические зависимости не подтверждены в полном объёме, приведенными в данной статье, результатами наших экспериментальных исследований.

Основная часть. Исследования проводились на тракторе «БЕЛАРУС 1221» на стоянке, при максимальных оборотах двигателя, без нагрузки. Кабина установлена на серийные резинометаллические опоры с твердость резины 55 единиц по Шору.

Методика измерений разработана, основываясь на рекомендациях ведущего производителя виброакустического оборудования Brul & Kjaer [3]. Измерения производились поверенным прибором первого класса Октава 101ВМ с регистрацией среднеквадратических значений ускорений, выраженных в дБ, в диапазоне частот 8-1000Гц (прибор настраивался в режим «локальная вибрация»). Датчик АР2082М крепился на клей соответственно перед и за опорой.

Результаты измерений приведены в ниже следующей таблице. Уровни вибрации в ней представлены в виде векторной суммы ускорений измеренных по трем осям в октавных полосах.

Из первичного анализа результатов видно, что резинометаллические опоры гасят вибрацию на частотах в октавных полосах 125 Гц и выше. В низкочастотной области (63 Гц и ниже) необходимого эффекта снижения нет, а в октавной полосе 16 Гц, наоборот, отмечено увеличение вибрации при прохождении её через опору.

Таблица. Спектр виброускорений перед и за виброизлятором кабины

Частота в октавах, Гц	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Виброускорение перед опорой, дБ	136	184	183	193	222	239	241	255
Виброускорение за опорой, дБ	136	195	183	192	215	214	213	211

Используя математические зависимости приведенные в работах Разумовского М.А. [2], Клюкина И.И. [3] можно предположить, что усиление вибрации на частоте 16 Гц обусловлено резонансом системы: кабина-виброизолятор-остов трактора. Эти же математические зависимости также объясняют улучшение виброизоляционных свойств резины с ростом частоты. Но в работах указанных авторов [2], [3] и работах других исследователей, занимающихся данной проблемой, нет объяснений отсутствия эффекта виброгашения на низких частотах.

Заключение. 1. Резинометаллические опоры эффективны только в диапазоне частот выше 125 Гц. Чем выше частота тем лучше эффект виброизоляции. 2. Для гашения низкочастотных колебаний опоры с резиновым виброгасителем непригодны.

Список использованной литературы

1. H Seidel**,** R Heide**.** Long-term effects of whole-body vibration: a critical survey of the literature. Int Arch Occup Environ Health. 1986;58(1):1-26. doi: 10.1007/BF00378536.

2. Разумовский М.А. Борьба с шумом на тракторах. Минск: Наука и техника, 1973 . – 208 с.

3. Клюкин И.И. Борьба с шумом и звуковой вибрацией на судах. 2-е изд. Л: Судостроение, 1971. – 416 с.

4. By Mark Serridge and Torben R.Licht. Theory and Applicatio handbook. Piezoelectric accelerometer and vibration preamplifiers. . Bruel & Kjaer , 1987. – 150 s.

УДК 631.3.072

ПОДБОР КОМПЛЕКТАЦИИ ТРАКТОРА И ПЛУГА ДЛЯ СИММЕТРИЧНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ В АГРЕГАТЕ

А.В. Захаров[1], канд. техн. наук, доцент,
А.Н. Юрин[2], канд. техн. наук, доцент,
Т.А. Варфоломеева[1], старший преподаватель,
И.О. Захарова[1], ассистент

[1]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
[2]РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь
tractor_av80@mail.ru

Аннотация: В статье предложен график для упрощения настройки симметричного расположения пахотного агрегата и подбора необходимой комплектации при покупке трактора или плуга.

Ключевые слова: Трактор, плуг, комплектация, шины, колея несимметричная тяговая нагрузка.

Abstract: The article proposed a graph to simplify the adjustment of the symmetrical location of the arable unit and the selection of the necessary configuration when buying a tractor or plow.
Keywords: Tractor, plough, equipment, tires, track, asymmetric traction load.

Введение. В настоящее время ОАО «МТЗ» выпускается не только множество моделей тракторов, но и различных с/х орудий в частности плугов, количество корпусов которых достигло 12-ти и ширина захвата 5,4 м. Трактора комплектуются различными типоразмерами шин, возможностью сдваивания колес и регулировкой колеи. Все это дает возможность изменять в широких пределах колею и габариты (по внешним бортам шин) трактора [1].

При подборе и агрегатировании плуга с трактором возникает не согласованность ширины по внешним бортам шин задних колес трактора и ширины захвата плуга, в этом случае для устойчивой работы агрегата в горизонтальной плоскости трактор и плуг необходимо располагать симметрично [2]. Такое расположение возможно только при работе трактора вне борозды, т.е. всеми колесами по невспаханному полю. При этом трактор должен двигаться на некотором расстоянии от края борозды, как на сдвоенных так и не сдвоенных шинах.

В новых моделях плугов ППО-8-40, ППО-9-40, ППО-12-40 установлен механизм регулировки выноса балки плуга в горизонтальной плоскости (положения первого корпуса относительно полевого обреза). При агрегатировании, если ширина трактора на сдвоенных шинах превышает ширину захвата плуга, то перемещая балку плуга винтовым механизмом или гидроцилиндром добиваются, что бы первый корпус выходил на 250-300мм за габариты трактора. При этом середина ширины захвата плуга может не находится на одной линии с серединой заднего моста т.е. располагаться не симметрично.

Основная часть. При рассмотрении агрегатирования трактора «Беларус 3022» с плугом ППО-8-40. Комплектация трактора шины задних колес 580/70R42 не сдвоенные, ширина колеи 1780…2744мм и комплектация трактора шины задних колес 580/70R42 сдвоенные, ширина колеи 1780…2744мм.

В процессе настройки ширины захвата плуга (ширина трактора плюс два расстояния от края борозды до боковины колеса) выясне-

но, что только при первой комплектации трактора можно расположить плуг симметрично трактора. При второй комплектации настройка плуга в горизонтальной плоскости (первого корпуса) приводит к значительной асимметрии расположения плуга по отношению к трактору. В результате ухудшается устойчивость работы плуга по ширине захвата, растут затраты мощности на преодоления боковых реакций почвы и деформации шин колес трактора.

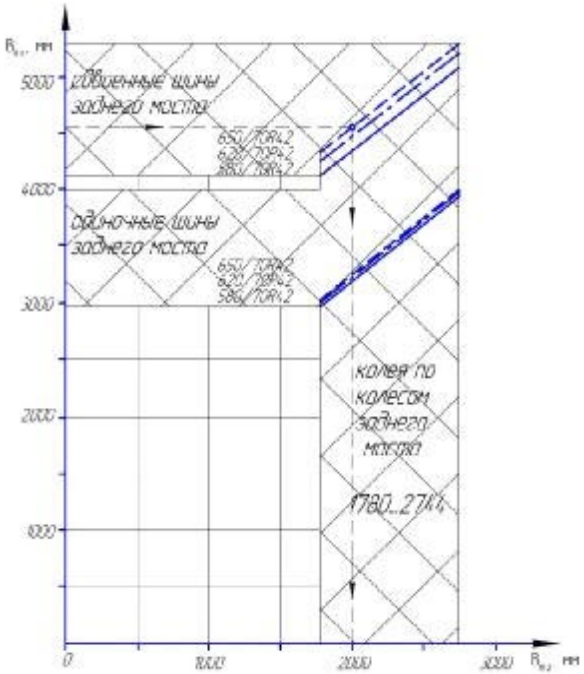


Рисунок 1 – График подбора комплектации трактора «Беларус 3022» и ширины захвата плуга ППО-8-40 для симметричного расположения в агрегате (запас до края борозды 300мм)

Предлагаемые сегодня комплектации трактора «Беларус 3022»: три типоразмера шин 580/70R42, 620/70R42, 650/70R42, колея 1780…2744 мм, сдваивание колес и установка от 8-ми до 12-ти корпусов плуга ППО-8-40 позволяют правильно настроить ширину захвата плуга и подобрать ширину (по внешним бортам шин заднего моста) трактора с учетом расстояния до края борозды для симметричного их расположения. Механизатору разобраться в этом довольно сложно, а порой и нет времени.

Для упрощения настройки симметричного расположения пахотного агрегата предложен график рис.1 показывающий зависи-

мость ширины захвата плуга от ширины трактора при различной его комплектации с учетом расстояния 300мм от края борозды до внешнего борта шины заднего моста.

Заключение. Разработанный график подбора комплектации трактора «Беларус 3022» и ширины захвата плуга ППО-8-40 для симметричного расположения в агрегате позволяет не только правильно настраивать агрегат, но и выбрать необходимую комплектацию при покупке, особенно если в хозяйстве уже имеется одна из машин.

Список использованной литературы

1. Трактор «Беларус 2522В/2522ДВ/2822ДЦ/3022В/3022ДВ» и его модификации. Руководство по эксплуатации / гл. ред. Усс И.Н., отв. ред. А.Г. Стасилевич, отв. за выпуск О.Н. Наталевич. – ПО «Минский тракторный завод», 2012г. – 394 с.

2. Горин Г.С. Тяговая динамика и стабилизация МТА при движении со смещённой тяговой нагрузкой/ Г.С. Горин, А.В. Захаров// Агропанорама. – 2006. – № 3. – С. 31–35.

УДК 631.3.072

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ КОЛЬЦЕВОГО УЗЛА ПОРШНЯ ДВИГАТЕЛЯ Д-243

А.В. Захаров[1], канд. техн. наук, доцент,
А.Н. Юрин[2], канд. техн. наук, доцент,
Л.Г. Сапун[1], канд. техн. наук, доцент, И.О. Захарова[1], ассистент
[1]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
[2]РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь
tractor_av80@mail.ru

Аннотация: В статье для повышения ресурса цилиндропоршневой группы двигателя предлагается усовершенствованный кольцевой узел поршня.

Ключевые слова: Двигатель, поршень, кольцевой узел, упрочняющая вставка, износостойкость.

Abstract: In order to increase the life of the cylinder-piston group of the engine, an improved annular piston assembly is proposed.

Keywords: Engine, piston, ring assembly, reinforcing insert, wear resistance.

Введение. Поршневые кольца (ПК) работают в сложных условиях, которые характеризуются высоким давлением газов и температурой, отсутствием смазки, присутствием абразивных частиц, попадающие в камеру сгорания (КС) с атмосферным воздухом. Через ПК отводится до 80 % теплоты двигателя. По этой причине ПК

нагреваются до 200–240 ^{0}С, а по некоторым данным, в высокофорсированных ДВС температура ПК может достигать 350–400 ^{0}С [1, 2]. В процессе работы у поршневых колец наблюдаются практически все виды изнашивания: механическое, абразивное, коррозионное, электроэрозионное.

Износ, поломки и вибрации ПК приводят к увеличению зазора между ПК и гильзой, в сопряжении «поршневое кольцо – поршневая канавка», а также вызывают снижение упругости ПК. Следствием этого является попадание (прорыв) газов в объем картера, увеличение расхода масла на угар, что вызывает ухудшение технико-экономических показателей двигателя. Сопряжение «поршневое кольцо – поршневая канавка» имеет самый меньший ресурс среди сопряжений деталей ЦПГ [3].

Основная часть. Поршневая канавка с точки зрения технологичности является сложным элементом поршня, поэтому для методов упрочнения поршневой канавки важны такие качества, как: отсутствие или минимальная финишная обработка; простота химического состава наносимого покрытия; технологичность используемого метода упрочнения; применяемость к алюминиевым сплавам; обеспечение целостности конструкции поршня.

Для упрочнения канавки поршня используют следующие методы: упрочняющая вставка или биметаллический поршень; анодирование; хромирование; обработка сжатой дугой; лазерное легирование; нанесение порошкового покрытия; двухдуговая наплавка.

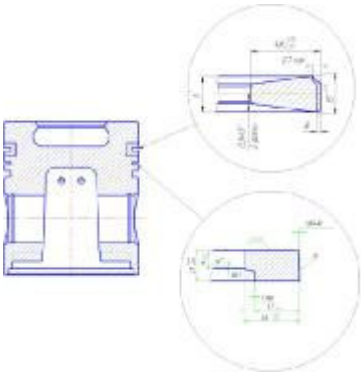


Рисунок 1 – Усовершенствованный поршневой узел двигателя

В верхней части поршень дизеля Д-243 имеет три канавки – в первые две устанавливаются компрессионные кольца, в третью –

маслосъемное кольцо. В поршне в канавку под верхнее компрессионное кольцо трапецеидальной формы предлагается залить вставку из специального высокопрочного чугуна рисунок 1.

Поршневые кольца изготавливаются из специального высокопрочного чугуна, например, ЧН15Д7 ГОСТ 7293-85. Верхнее компрессионное кольцо в сечении имеет форму равнобокой трапеции, на торцовой поверхности имеет маркировку «верх» («ТОР»). Второе компрессионное кольцо прямоугольного сечения с конической рабочей поверхностью.

Места прилегания колец (Б и В) к зеркалу гильзы цилиндра покрываются хромом от 0,005 до 0,016 мм ГОСТ 9.306-85.

Заключение. Применение упрочняющей вставки под верхнее компрессионное кольцо, а также различной формы сечения самих компрессионных колец поршня двигателя, позволит образовать «лабиринт», надежно ограничивающий прорыв газов из цилиндра. Покрытие хромом мест прилегания колец к зеркалу гильзы цилиндра, обеспечит дополнительную износостойкость. Указанные технические доработки повысят ресурс цилиндропоршневой группы дизеля Д-243.

Список использованной литературы

1. Трение и теплопередача в поршневых кольцах двигателей внутреннего сгорания : справочное пособие / Р.М. Петриченко, М.Р. Петриченко, А.Б. Канищев, А.Ю. Шабанов ; под ред. Р.М. Петриченко. – Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1990. – 248 с.

2. Охотников, Б.Л. Эксплуатация двигателей внутреннего сгорания: учеб. пособие / Б.Л. Охотников. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 140 с.

3. Технология производства деталей двигателей внутреннего сгорания: учебное пособие / А.С. Ненишев [и др.] – Омск : СибАДИ, 2009. – 92 с.

УДК 631.3.072

СНИЖЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ ГОЛОВКИ ПОРШНЯ ДВИГАТЕЛЯ

А.В. Захаров[1], канд. техн. наук, доцент,
А.Н. Юрин[2], канд. техн. наук, доцент,
Л.Г. Сапун[1], канд. техн. наук, доцент,
И.О. Захарова[1], ассистент

[1]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», [2]РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»[2], г. Минск, Республика Беларусь
tractor_av80@mail.ru

Аннотация: В статье для повышения ресурса поршня и поршневых колец предложено снизить тепловую напряженность головки поршня.

Ключевые слова: Двигатель, поршень, шатун, дефекты, тепловая напряженность, циркуляционные каналы.

Abstract: In an article to increase the life of the piston and piston rings, it is proposed to reduce the thermal strength of the piston head.

Keywords: Engine, piston, connecting rod, defects, thermal strength, circulation channels.

Введение. Как показывает практика, основная доля поломок двигателей связана с выходом из строя поршней. Обычно у поршня в процессе работы возникают следующие дефекты [1, 2]: образование трещин на днище и в районе бобышек; прогар днища и кромок поршня; пригорание колец; износ и задир боковой поверхности (юбки поршня); разбивка поршневых канавок и поломка перемычек; износ бобышек.

Некоторые из вышеперечисленных дефектов (износ и задир юбки поршня, разбивка поршневых канавок, прогар кромки) приводят к повышению расхода смазки, прорыву газов из камеры сгорания, что ведет к снижению мощности двигателя и других его эксплуатационных показателей. А такой дефект, как прогар днища может привести к выходу из строя не только поршня, но и двигателя в целом.

Поршень современного двигателя работает при высокой температуре, которая достигает 150…455 ^{0}C. При этом распределение температуры по телу поршня происходит неравномерно. Максимальная температура наблюдается на днище поршня, зависит от типа двигателя и достигает по разным источникам до 260–450 ^{0}C [3]. По образующей поверхности поршня наиболее высокая температура наблюдается в районе верхней поршневой канавки (огневого пояса) и составляет по разным источникам 190–260 ^{0}C.

Основная часть. Для повышения ресурса поршня и поршневых колец предлагается снизить тепловую напряженность головки поршня. Поршень изготавливается из алюминиевого сплава АК12М2МгН (АЛ 25) ГОСТ 1583-93. В днище поршня выполнена камера сгорания объемом 55см^3. Ось камеры сгорания в плоскости, поперечной поршневому пальцу, смещена на 4мм для компенсации перекоса поршня в гильзе при движении. Отверстия в канавке под маслосъемное кольцо соединены каналами Ø5мм для циркуляции, снимаемого маслосъемными кольцами со стенок цилиндров, масла и интенсивного теплоотвода рисунок 1.

В верхней части нижней головки шатуна рисунок 2 выполнено сопловое отверстие Ø1,5мм для подачи масла на стенки цилиндров, нижнюю часть поршня и палец. Подача масла в сопловое отверстие происходит в момент совпадения смазочных отверстий в шатунной шейке коленчатого вала и вкладыша.

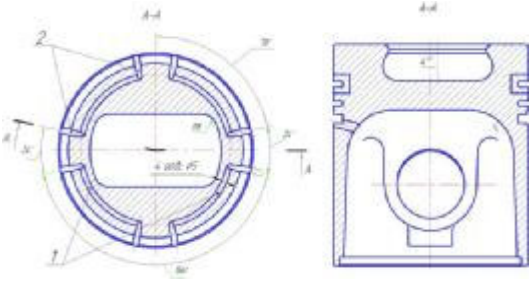


Рисунок 1 – Усовершенствованный поршень дизеля
1 – циркуляционные каналы, 2 – отверстия в канавке под маслосъемное кольцо

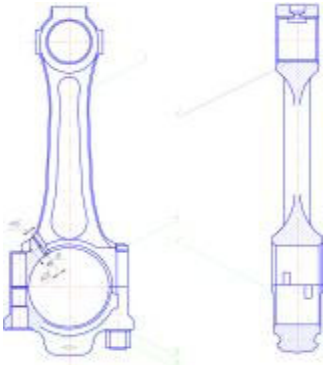


Рисунок 2 – Усовершенствованный шатун дизеля
1 – стержень, 2 – втулка,
3 – крышка, 4 – болт шатунный,
5 – гайка, 6 – шайба

Заключение. Указанные технические доработки обеспечат повышенный ресурс цилиндропоршневой группы, снижение расхода моторного масла на угар, исключают потери мощности и увеличение расхода топлива при нарушении уплотнительного устройства поршня двигателя.

Список использованной литературы

1. Охотников, Б. Л. Эксплуатация двигателей внутреннего сгорания: учеб. пособие / Б. Л. Охотников. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 140 с.

2. Макаров, А.Р. Конструкционные материалы для поршней ДВС / А. Р. Макаров, С. В. Смирнов, С. В. Осокин // Известия МГТУ «МАМИ». 2013. № 1/15. – С. 118–125.

3. Технология производства деталей двигателей внутреннего сгорания: учебное пособие / А.С. Ненишев [и др.] – Омск : СибАДИ, 2009. – 92 с.

УДК 629.366.032

ПРИМЕНЕНИЕ БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА В СОВРЕМЕННЫХ ДВИГАТЕЛЯХ

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
zanemanoff@mail.ru

Аннотация: в статье рассмотрены различные виды биодизельного топлива, а также дана оценкаих влияния на мощностные, экологические и экономическиепоказатели двигателей.

Abstract: the article discusses various types of biodiesel fuel, as well as an assessment of their impact on the power, environmental and economic performance of engines.

Ключевые слова: двигатель, биотопливо, расход топлива, экологические показатели.

Keywords: engine, biofuel, fuel consumption, environmental indicators.

Введение. С каждым годом парк автотракторной и комбайновой техники растет, увеличивается единичная мощность и расширяется сфера применения машин. Наибольший вред окружающей среде при эксплуатации трактора приносит его силовая установка, выбрасывающая с отработавшими газами (ОГ) более 1000 токсичных компонентов [1, 2, 3].

Наряду с проблемой снижения выбросов вредных веществ с отработавшими газами в Республике Беларусь существует проблема обеспеченности собственными топливно-энергетическими ресурсами, так как разработка своих запасов нефти не удовлетворяет потребностей республики в углеводородном топливе. Являясь крупным производителем и поставщиком дизельных двигателей, тракторов и сельскохозяйственной техники, Беларусь практически не имеет собственных запасов углеводородного сырья для производства дизельного топлива (ДТ), поэтому изучение и разработка альтернативных топлив для автотракторной техники являются перспективным для Беларуси.

Основная часть. В настоящее время в Беларуси применяется биотопливо (СТБ 1658–2015) с содержанием метиловых эфиров жирных кислот не более 5 %. Переработка рапсового масла на метиловый эфир является стремлением приблизить его свойства к

свойствам дизельного топлива. Метиловый эфир рапсового масла (МЭРМ) получают химической обработкой рапсового масла (РМ) метанолом. Этот процесс не является экологически чистым и требует дополнительных затрат энергии. В результате увеличение энергии при сжигании МЭРМ будет почти в 2 раза ниже, чем при сжигании РМ. Метиловый эфир – это ядовитая и агрессивная по отношению к лакокрасочным покрытиям и резиновым уплотнителям жидкость, он отрицательно влияет на моторное масло и нестабилен при хранении.

Спектр возобновляемых альтернативных видов топлива, применяемых для автотракторной техники, в настоящее время довольно широк. Среди них можно выделить следующие: биогаз, диметиловый эфир, водородное топливо, спирты, топлива на основе растительных масел. Каждый из этих видов топлива в большей или меньшей степени отличается по своим свойствам от традиционного дизельного. Эти изменения вызывают необходимость адаптации существующих дизельных двигателей и их топливных систем к новым видам топлива [3].

Метиловый эфир – это топливо, по своим характеристикам наиболее близкое к ДТ. Метиловый эфир хорошо смешивается с ДТ.

Биодизель – это эфиры соответствующих масел, которые используются как ДТ. Метиловый эфир обычно получают методом, известным как «трансэтерификации». Молекула глицерольного эфира жирной кислоты расщепляется на молекулы метилового эфира. При этом масла и жиры реагируют со спиртом (обычно метанол), а катализатором является натриевый или содовый гидроксид (сода, щелок, поташ или едкий натрий).

К спиртовым топливам можно отнести метанол и этанол. Они получили наибольшее распространение в качестве моторного топлива.

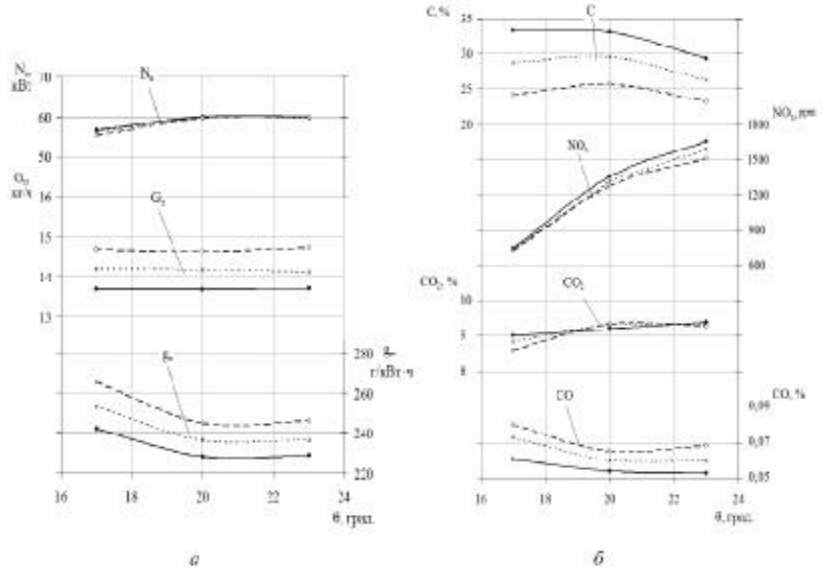
Этанол можно получать из различных технических культур [4]. Выход этанола из некоторых культур представлен в таблице 1.

Таблица 1. Выход этанола из технических культур

Культура	Выход этанола из 1 т культуры, л/т
Сахарный тростник	70
Маниок	180
Сладкое сорго	86
Сладкий картофель	125
Зерновые (кукуруза)	370
Плодовые	160

Этанол способствует снижению образования парниковых газов, выбросов котельных и автомобильных выхлопов, токсических веществ и аэрозолей в атмосферу. Это эквивалентно исчезновению 1 млн. автомобилей с дорог каждый год (при текущем производстве в США 16 млрд. литров) [5].

На рисунке 1 представлено изменение мощностных и экономических показателей работы тракторного дизеля Д-243 при различных значениях установочного угла опережения впрыскивания топлива и различном содержании рапсового масла в смесевом топливе для номинального значения частоты вращения 2200 мин$^{-1}$ [2].



а *б*

Рисунок 1. Изменение мощностных, экономических и экологических показателей работы дизеля Д-243 при различных установочных углах опережения впрыска топлива при n=2200 мин$^{-1}$

а – мощностные и экономические показатели; б – экологические показатели; – дизельное топливо; - - - смесь 80 % дизельного топлива с 20 % рапсового масла; - 0 - смесь 60 % дизельного топлива с 40 % рапсового масла

Из графиков (рисунок 1, а) видно, что оптимальный угол опережения впрыска топлива составляет 20^0. При этом мощность дизеля равна 59,95 кВт, а удельный расход топлива – 228 г/кВт·ч. При уменьшении установочного угла происходит снижение эффективной мощности и увеличение удельного расхода топлива. При увеличении

угла эти показатели также снижаются, но в незначительных пределах. При работе дизеля на смеси ДТ с различным содержанием РМ характер изменения кривых удельного расхода топлива и эффективной мощности практически не изменяется. Поэтому считаем необходимым не изменять установочный угол опережения впрыска при работе дизеля на смеси ДТ с содержанием рапсового масла до 40 %.

Заключение. Использование биотоплива в тракторах позволяет снизить расход чистого дизельного топлива и улучшить их экологические показатели без ущерба тяговым. Дальнейшее улучшение эксплуатационных показателей двигателей при использовании данного вида топлива возможно путем регулирования количества РМ в смесевом топливе (СТ) в зависимости от режима работы машины. Это обуславливается различной степенью влияния смесевых топлив на показатели рабочего процесса силовой установки при смене режима работы.

Список использованной литературы

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

2. Товстыка, В.С. Улучшение эксплуатационных показателей колёсного трактора путём использования смесевого топлива: автореф. дисс. … канд. техн. наук : 05.05.03 / В.С. Товстыка; [Место защиты: Белорусско-Российский университет]. – Могилев, 2011. – 25 с.

3. Иванов, А.А. Оценка эксплуатационных показателей машинно-тракторного агрегата при работе на метаноло-рапсовой эмульсии: автореф. дисс. … канд. техн. наук : 05.20.01 / А.А. Иванов. – Тверь, 2017. – 26 с.

4. Бойлс, Д. Биоэнергия: технология, термодинамика, издержки / Д. Бойлс. – М.: Агропромиздат, 1987. – 152 с.

5. Твайделл, Дж. Возобновляемые источники энергии: пер. с англ. /Дж. Твайделл, А. Уэйр. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 392 с.

УДК 629.3.032

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ

Г.И. Гедроить, канд. техн. наук, доцент,
С.В. Занемонский, ст. преподаватель,
А.Г. Белевич, ст. преподаватель,
В.В. Михалков, ст. преподаватель

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
zanemanoff@mail.ru

Аннотация: в статье рассмотрены конструктивные решения по повышению эксплуатационных характеристик двигателей автомобилей МАЗ.

Abstract: the article discusses design solutions to improve the performance of car engines.
Ключевые слова: двигатель, топливная система, расход топлива, надежность.
Keywords: engine, fuel system, fuel consumption, reliability.

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

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

Основная часть. С момента основания на автомобили МАЗ устанавливали двигатели различных производителей: Минского моторного завода, Тутаевского моторного завода, Ярославского моторного завода, «Суперы» MAN, Mercedes-Benz, Deutz, Cummins и др. (таблица 1) [2, 3].

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

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

– минимальные стоимость и масса, высокая технологичность;

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

Таблица 1. Краткая техническая характеристика автомобилей МАЗ и устанавливаемых на них двигателей

Параметр	МАЗ-4371	МАЗ-5340С3	МАЗ-4571N2	МАЗ-555025	МАЗ-6501С9
Тип автомобиля	Бортовой		Самосвал		
Колесная формула	4х2		4х2		6х4
Грузоподъемность, кг	4600	10730	4200	11700	19500
Тип платформы	прямобортный; тентованный		прямобортный; без надставных бортов или с ними	П-образная	П-, U-образная или зерновоз
Модель двигателя	WP4.1NQ190	ЯМЗ-53623	Д-245.35Е5 (с системой SCR)	WP7.270Е51	ЯМЗ-653
Экологический стандарт	Евро-5				
Номинальная мощность, кВт/л.с.	136/185	175/238	125/170	199/270	310/422
Число и расположение цилиндров	4, рядное	6, рядное	4, рядное	6, рядное	
Рабочий объём цилиндров, л	4,1	6,65	4,75	7,47	11,12
Порядок работы двигателя	1-3-4-2	1-5-3-6-2-4	1-3-4-2	1-5-3-6-2-4	
Диаметр и ход поршня, мм	105/118	105/128	125/170	108/136	123/156
Номинальная частота вращения, $мин^{-1}$	2600	2300	2200	2100	1900
Максимальное значение крутящего момента, Н·м	680	1044	680	1160	2000
Минимальный удельный расход топлива, г/(кВт·ч)	195	195	210	205	190
Степень сжатия	18	17,5	17	18	16,4
Масса двигателя, кг	400	640	480	700	970

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

– недопустимость подвпрыскивания и подтекания топлива;

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

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

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

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

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

В 2019 г. МАЗ и Weichai ввели в эксплуатацию завод по выпуску дизельных двигателей. Предприятие разместилось в китайско-белорусском индустриальном парке «Великий камень» и сможет производить до 20 тыс. двигателей в год [5]. Выпуском двигателей занимается совместное предприятие «МАЗ-Вейчай». В предварительных планах было озвучено, что линейка двигателей Weichai, производимых в Беларуси, будет состоять из четырёх семейств: WP5 (160–220 л.с.) экологического класса Euro5, WP7 (210–300 л.с.), WP12 (270–340 л.с.) и WP13 (353–405 л.с.) экологического класса Euro6.

Заключение. Улучшение основных параметров и повышение мощностей новых дизельных двигателей отечественного производства целесообразно обеспечить за счет применения следующих конструктивных решений: 1) новых технических решений по блоку цилиндров, блоку коренных опор коленчатого вала и газовому стыку; 2) составного поршня из стали и алюминия с комбинированным охлаждением – отдельно стальная головка поршня и отдельно алюминиевая направляющая часть поршня; 3) двухступенчатого наддува с двумя темлообменниками; 4) головки цилиндров 4-ехклапанной с верхним расположением распределительного вала; 5) совершенствования топливной системы с применением технологий, повышающих экологичность двигателей: впрыска мочевины AdBlue, системы рециркуляции отработавших газов (EGR), каталитического нейтрализатора, сажевого фильтра.

Список использованной литературы

1. Гедроить, Г.И. Объемы работ и условия эксплуатации транспортных средств / Г.И. Гедроить, С.В.Занемонский // Агропанорама. – 2021, № 3. – С. 2–7.
2. ОАО «Минский автомобильный завод» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https:// maz.by – Дата доступа: 26.09.2022.
3. ПО «Минский моторный завод» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https:// po-mmz.minsk.by – Дата доступа: 27.09.2022.
4. Карташевич, А.Н. Двигатели внутреннего сгорания / А.Н. Карташевич, Г.М. Кухаренок // Основы теории и расчета: учебное пособие. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2011. – 315 с.
5. Индустриальный парк «Великий камень» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https:// industrialpark.by– Дата доступа: 03.10.2022.

УДК 629.36.017

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ХОДОВЫХ СИСТЕМ ТРАКТОРНЫХ ПРИЦЕПОВ

Г.И. Гедроить, канд. техн. наук, доцент,
С.В. Занемонский, ст. преподаватель,
А.Г. Белевич, ст. преподаватель

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь
zanemanoff@mail.ru

Аннотация: в статье дана оценка применения различных решений по совершенствованию ходовых систем тракторных прицепов.

Abstract: the article evaluates the application of various solutions to improve the running systems of tractor trailers.

Ключевые слова: прицеп, шина, подвеска.
Keywords: trailer, tire, suspension.

Введение. Транспортные средства являются неотъемлемой частью технической базы сельскохозяйственного производства. В сельском хозяйстве на внутрихозяйственных перевозках в основном используются тракторный транспорт [1], также в последнее десятилетие увеличиваются расстояния транспортировки продукции, растет общая масса машин и количество установленных на них осей [2].

Сельскохозяйственные прицепы должны удовлетворять множеству различных требований: устойчивое движение, высокий уровень комфорта для оператора, низкое уплотнение почвы и повреждение дерна, малые затраты на передвижение [1, 2].

Основная часть. Для снижения уровня воздействия на почву и улучшения их тягово-сцепных свойств используются шины с увеличенными размерами и более низким допустимым давлением воздуха в них. Широкие шины не наносят вреда дерну и практически не оставляют после себя колеи. Такие решения предлагают как отечественные, так и зарубежные производители (рисунок 1).



а) б) в) г)

Рисунок 1. Шиныбольшегрузных тракторных прицепов
а) диагональная шина 710/45 - 22.5 TL; б) радиальная шина 710/50 R 26.5 TL;
в) радиальная шина 750/45 R 26.5 TL; г) радиальная шина 800/45 R 26.5 TL

Наибольшее распространение на прицепах получила рессорная подвеска.

На рисунке 2а представлена балансирная подвеска, предназначенная для более мягкого и плавного хода, при наезде одного из колес на препятствие значительно снижается вертикальное перемещение несущей рамы полуприцепа. Основными преимуществами данного типа подвески являются наименьшее динамическое воздействие на раму прицепа при работе в тяжелых условиях, малая стоимость, простота изготовления и обслуживания, наименьший износ элементов ходовой части.

Рессорно-балансирная подвеска является наиболее жесткой среди всех типов, обеспечивая тем самым максимальную устойчивость прицепа на дороге. Применение рессорной подвески оптимально для прицепной техники, эксплуатирующейся на дорогах общего пользования и по умеренному бездорожью. К недостаткам данного типа подвески можно отнести невозможность регулирования жесткости подвески, наличие межлистового трения, что негативно сказывается на долговечности подвески.

В конструкции, предложенной Joskin (рисунок 2а), благодаря расположению осей над рессорами и центральной оси под ними, создается лучшая возможность препятствий. Необходимая сила буксировки при этом снижается. Такая система рекомендуется при эксплуатации прицепов на неровных участках.



а)



б)

Рисунок 2. Двухосная подвеска тракторных прицепов
а) рессорная балансирная подвеска Joskin; б) пневматическая подвеска

На прицепах также может устанавливаться пневматическая (рисунок 2б) и гидравлическая подвески, их достоинством является возможность регулирования жесткости, надежность и долговечность. Также к преимуществам пневматических подвесок следует отнести высокую плавность хода, отсутствие заметных смещений между шасси и осями прицепа, возможность регулировки высоты подвески, поддержание постоянной высоты кузова вне зависимости от загрузки, уменьшение частоты собственных колебаний шасси.

Заключение. Совершенствование ходовых систем тракторных прицепов направлено на подбор оптимальных параметров шин (увеличение наружного диаметра и ширины шин, установки шин низкой нормы слойности и пониженного давления), установку многоосных ходовых систем с рессорной балансирной, пневматической или гидравлической подвеской.

Список использованной литературы

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

2. Гедроить, Г.И. Совершенствование ходовых систем транспортно-технологических машин / Г.И. Гедроить, С.В. Занемонский, А.В. Бобрышов, А.И. Оскирко // Агропанорама. – 2020, № 2. – С. 2–6.

3. Joskin [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https:// joskin.com – Дата доступа: 01.10.2022.

4. Krone [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https:// gruppe.krone.de – Дата доступа: 02.10.2022.

УДК 629.113-592.004.58

БОРТОВОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ С ГИДРОПОДЖЕМНЫМИ МУФТАМИ

Ю.Д. Карпиевич[1], д-р техн. наук, профессор,
И.И. Бондаренко[2], канд. техн. наук, доцент,
Ю.А. Напорко[2], старший преподаватель,
А.Д. Бондаренко[1], студент, Н.В. Павлючук[2], инженер

[1]УО «Белорусский национальный технический университет»,
[2]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г.Минск, Республика Беларусь
Kaf.tia@bsatu.by

Аннотация: Рассмотрим новый метод бортового диагностирования степени износа фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробок передач, в основу которого положен физический процесс использования работы трения как интегрального показателя.

Abstract: We consider a new method for on-board diagnostics of the degree of wear of the friction discs of hydraulic-compression clutches of gearboxes, which is based on the physical process of using the friction work as an integral indicator.

Ключевые слова: диагностирование, коробки передач, фрикционные диски, гидроподжимные муфты.

Key words: diagnostics, gearboxes, friction discs, hydraulic compression couplings.

Введение. Одна из основных задач, стоящая перед экономикой Республики Беларусь в ходе ее радикального реформирования и интегрирования в мировую систему хозяйствования, заключается в повешении технического уровня и обеспечения конкурентоспособности выпускаемой продукции и, в частности, тракторов.

Эта задача может быть решена путем внедрения в конструкцию трактора бортовых систем диагностирования солового агрегата и, в частности коробок передач с гидроподжимными муфтами.

Основная часть. В условиях значительного усложнения конструкции коробок передач современных колесных и гусеничных машин возрастает роль качества проведения регулировочных работ и технического обслуживания, влияющих на их эксплуатационную надежность и на безопасность движения.

Повышение эксплуатационной надежности колесных и гусеничных машин, снижение затрат на техническое обслуживание и ремонт возможного только при своевременном и объективном определении их технического состояния.

Эффективным способом решения проблемы повышения качества проведения технического обслуживания и ремонта, а также эксплуатационной надежности коробок передач является диагностирование их технического состояния.

Удельная трудоемкость диагностирования коробки передач сравнительно большая, что является следствием как низкой контролепригодности, так и несовершенства существующих методов и средств.

Получивший в настоящее время наибольшее распространение регламентный характер контрольно-диагностических работ не может обеспечить требуемого уровня технического состояния коробок передач, так как не учитывает индивидуальные особенности каждой машины, условия ее эксплуатации, технического обслуживания и проведенные ранее ремонтные воздействия.

Все перечисленные выше проблемы могут решаться за счет непрерывного контроля технического состояния коробок передач колесных и гусеничных машин.

Создание бортовых систем диагностирования целесообразно производить одновременно с разработкой микропроцессорных систем управления, что позволяет при помощи одних и тех же технических средств обеспечить выполнение, как задачи управления, так и задачи диагностирования колесных и гусеничных машин и избежать тем самым необоснованного усложнения конструкции машин и необходимости разработки дополнительного диагностического оборудования.

Рассмотрим новый метод бортового диагностирования технического состояния гидроподжимных муфт коробки передач в части оценки степени износа и величины остаточного ресурса фрикционных дисков, используя при этом работу трения как интегральный

показатель. Предположительно износ фрикционных дисков пропорционален работе трения.

Предлагаемый метод диагностирования степени износа фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробки передач отличается от традиционных, основанных на непосредственном измерении толщины пакета фрикционных дисков [1,2].

Система бортового диагностирования степени износа фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробки передач начинает свою работу при включении бортовой сети колесных и гусеничных машин.

Значения информационных сигналов от датчика момента трения фрикционных дисков гидроподжимной муфты, а также значения информационных сигналов от датчиков угловой скорости ведущих и ведомых фрикционных дисков гидроподжимной муфты коробки передач колесных и гусеничных машин поступают в бортовой компьютер.

После этого он определяет работу трения фрикционных дисков каждой гидроподжимной муфты колесных и гусеничных машин путем интегрирования по времени произведения значений информационных сигналов от датчика момента трения фрикционных дисков на разность значений информационных сигналов от датчиков угловой скорости ведущих и ведомых фрикционных дисков гидропподжимной муфты коробки передач, взятых по модулю.

Полученные значения работы трения фрикционных дисков для каждой гидроподжимной муфты и после каждого ее включения и выключения прибавляются к сумме, полученной при предыдущих включениях и выключениях муфты. Общая сумма значений работы трения фрикционных дисков гидроподжимной муфты делится на наперед заданное числовое значение работы трения фрикционных дисков гидроподжимной муфты, соответствующее предельно допустимому износу ее фрикционных дисков. Затем это соотношение умножают на 100 % и определяют процент износа фракционных дисков каждой гидроподжимной муфты коробки передач колесных и гусеничных машин.

Настоящая программа и методика испытаний устанавливает объем и метод бортового диагностирования технического состояния гидроподжимных муфт коробок передач тракторов марки «БЕЛАРУС» в части оценки степени износа и величины остаточного ресурса фрикционных дисков, используя при этом работу трения как интегральный показатель.

Заключение. 1. Существующая в настоящее время планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта не может обеспечить требуемого уровня технического состояния коробок передач, так как не учитывает индивидуальные особенности каждой машины, условия её эксплуатации и проведённые ранее ремонтные воздействия. 2. Использование работы трения как интегрального показателя при бортовом диагностировании степени износа фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробок передач позволит оперативно в любой период эксплуатации тракторов «БЕЛАРУС» определять остаточный ресурс фрикционных дисков, прогнозировать время их замены, а также перейти к техническому обслуживанию по фактической потребности, и за счет этого исключить, с одной стороны, возможность эксплуатации технически неисправного трактора, а с другой необоснованные материальные и трудовые затраты при его преждевременном техническом обслуживании.

Список использованной литературы:

1. Скадорва, А.Ф. Бортовая система контроля износа фрикционной муфты коробки передач тракторов: дис. …к-та техн. наук / А.Ф. Скадорва.-Минск, 2015. – 163 л.

2. Карпиевич, Ю. Д. Бортовое диагностирование технического состояния гидромеханических коробок передач /Ю. Д. Карпиевич, И. И. Бондаренко // Автомобиле – и тракторостроение: материалы Междунар. науч. – практ. конф., Минск, 24 – 27 мая 2019 г.: в 2 т. / Белорус. нац. техн. ун – т; редкол.: Д. В. Капский [и др.]. – Минск, 2019. – Т. 1. – С 3–7.

УДК629.366:622.7

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ПОВОРАЧИВАЮЩИЙ МОМЕНТ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА 4Х4 СО СДВОЕННЫМИ ЗАДНИМИ КОЛЕСАМИ

Т.А. Варфоломеева[1], старший преподаватель,
Н.А. Поздняков[2], старший преподаватель

[1]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
[2]УО «Белорусский национальный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация: В статье предложена уточненная методика расчета дополнительного поворачивающегося момента колесного трактора 4х4 со сдвоенными задними колесами. Приведены результаты расчетов.

Annotation: The article proposes a calculation method for calculating additional rotating moments of a 4x4 wheeled tractor with dual rear wheels. The results of calculations are presented.

Ключевые слова: трактор, дополнительный момент, колеса, коэффициент поворачиваемости трактора.

Key words: tractor, additional moment, wheels, tractor turning ratio.

Введение. Недостатком способа поворота с управляемыми колесами применяемыми на тракторах «Беларус» является трудность получения малого радиуса поворота, сложность привода рулевого управления, особенно при использовании колес большого размера.

В последние годы появились машины с четырьмя ведущими неповоротными колесами с управлением бортовым поворотом, который осуществляется выключением колес отключающего борта.

Однако такие конструкции требую глубокой модернизации тракторов и больших капитальных вложений.

Основная часть. Экспериментальные испытания агрегатов по подготовке почвы и посеву за один проход показали, что при поворотах на таких полях сочлененного агрегата увеличивается радиус поворота. Поэтому необходимы технические решения по уменьшению радиусов поворота в таких сложных условиях.

Нами предложено ряд конструкций по уменьшению радиуса поворота таких тракторов путем перевода дополнительного колеса заднего ведущего моста в ведомый режим. В результате перераспределения тягового усилия по колесам заднего моста возникает дополнительный момент сопротивления повороту рис. 1

$$M_{П} = 0,5B(2P_{КП} - P_{КЛ} + P_{f}),$$

где B – колея трактора; $P_{КП}$, $P_{КЛ}$ – касательная сила тяги сдвоенного и одиночного колеса правого и левого бортов; P_{f} – сопротивление наружного колеса, переведенного в ведомый режим.

Коэффициент поворачиваемости трактора $K_{П}$:

$$K_{П} = \frac{J_T V^2}{BM_{П}},$$

где $M_{П}$ – дополнительный момент сопротивления повороту; В – колея трактора; J_T – момент инерции трактора относительно вертикальной оси, проходящей через точку на оси симметрии трактора, определяемый по формуле.

$$J_T = \frac{G}{g}\left(\frac{L_T^2 + B_2^2}{12}\right),$$

L_T – габаритная ширина трактора; V – скорость движения трактора; G – масса трактора.

Для трактора «Беларус-3022»

$$L_T = \frac{1200}{9,8}\left(\frac{6,4+2,56}{12}\right) = 4848\ кг \cdot м \cdot с^2$$

$$M_П = 0,5 \cdot 2,56(P_K + P_f) = 0,5 \cdot 2,56(1800 \cdot 9,8) = \\ = 21000\ кг \cdot м \cdot с^2 ,$$

На стерне трактор «Беларус 3022» класса 5 при колее по задним колесам от 1070 мм до 2200 мм, ширине по концам полуосей 2560 мм, при скорости V=3,24 м/с. и коэффициента φ=0,6, f=0,08 имеем коэффициент поворачиваемости:

$$K_П = \frac{G}{g}\left(\frac{L_T^2 + B_2^2}{12}\right)\frac{V^2}{13 \cdot 0,5B(P_K + P_f)} = \frac{2(L_T^2 + B_2^2)V^2}{13 \cdot gB(\varphi_K + f)},$$

Коэффициент поворачиваемости трактора не зависит от массы трактора, а определяется габаритами агрегата и квадратом скорости движения на повороте (табл. 1).

Таблица 1 Суммарное значение коэффициентов (φ_K+f)

Поверхность пути	f	φ_{max}	$\varphi_{доп}$	$\varphi_K + f$
Грунтовая сухая дорога	0,03-0,05	0,7-0,8	0,65-0,80	0,73-0,95
Плотная залеж целина	0,05-0,07	0,7-0,9	0,65-0,80	0,70-0,87
Залеж, 2-3 летняя, скошенный луг	0,06-0,08	0,6-0,8	0,55-0,75	0,61-0,88
Стерня колосовых	0,08-0,10	0,60-0,85	0,65-0,80	0,73-0,90
Поле одготовленное под посев	0,16-0,18	0,40-0,60	0,35-0,55	0,51-0,73

Заключение. В статье предложена уточненная методика расчета дополнительного момента сопротивления повороту, коэффициента поворачиваемости трактора. Лучшая поворачиваемость трактора обеспечивается на поле, подготовленном под посев, и на летней залежи, (2-3 летняя), на скошенном лугу, худшая поворачиваемость трактора на стерне колосовых и грунтовых дорогах.

Список использованной литературы

1. Ксеневич, И.П. Тракторы. Проектирование, конструирование и расчет/ И.П. Ксеневич, В.В. Гуськов, Н.Ф. Бочаров [и др.]. – М.: Машиностроение, 1991.– 544с.

2. Гедроить Г.И., Зезетко Н.И и др. «Развитие конструкции ходовой системы трактора «Беларус» мощностью 300…450 л.с.». – Агропанорама, № 4 2017, с. 5–9.

УДК629.366:622.7

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ РАСХОДА ТОПЛИВА ТРАКТОРА «БЕЛАРУС 2022.5» ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ДАВЛЕНИЯ В ШИНАХ ЗАДНИХ СДВОЕННЫХ КОЛЕС

Т.А. Варфоломеева[1], ст. преподаватель,
С.А. Рынкевич[2], д-р техн. наук, доцент,
С.В. Занемонский[1], ст. преподаватель
А.В. Захаров[1], канд. техн. наук, доцент
[1]УО «Белорусский государственный аграрный университет»,
[2]УО «Белорусский национальный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация: В статье выбрана модель и записаны уравнения второго порядка, рассчитаны коэффициенты по процедуре шаговой регрессии методом включения коэффициентов по критерию Фишера.

Abstract: In the article, a model is selected and second-order equations are written, coefficients are calculated using the stepwise regression procedure by including coefficients according to the Fisher criterion

Ключевые слова: трактор, расход топлива, давление в шинах, твердость почвы, влажность почвы.

Key words: tractor, fuel consumption, tire pressure, soil hardness, soil moisture.

Введение. Для сельскохозяйственного машиностроения весьма актуально при выполнении полевых работ проблема повышения тягово-сцепных свойств тракторов, предотвращения переуплотнения почв в результате движения транспортно-технологических агрегатов.

В настоящее время разработаны и применяются меры по снижению уплотняющего воздействия движителей на почву, основным из которых является сдваивание передних и задних колес с использованием различных проставок между дополнительным и основным колесами. ПО «МТЗ» для тракторов «Беларус 2022.5» предусмотрено обязательное снижение в наружных задних дополнительных колёсах давления [1]. Однако данных по величине экономии топлива при установки различного давления в основных и дополнительных колесах не имеется.

Основная часть. Определение расхода топлива тракторами по периодам работы мобильных полевых агрегатов необходимо также для планирования технического обслуживания с использованием

графиков загрузки тракторов по интегральным кривым суммарного расхода топлива и наработки тракторов. Такие кривые показывают в нарастающем порядке расход топлива и наработку трактора данной марки в течении года. Исходной информацией служат данные сводной таблицы и технологических карт [2]. Чем больше угол наклона интегральной кривой, тем интенсивнее выполняются работы и используются тракторы. По этим данным можно судить об интенсивности загрузки тех или иных механизмом трактора в течение определенного периода времени.

Наименьший расход топлива наблюдается на малоэнергоемких операциях: культивирование с боронованием, дискование пара и зяби, пласта многолетних трав, сплошной культивации, вспашке современными плугами «Kverneland»; а наибольший при основной обработке почвы (лущение и дискование), вспашке опытным образцами техники, комбинированным агрегатами.

В приведенных данных значительная часть расхода топлива используется на колееобразование.

Расход топлива тракторов «Беларус 3022» на основной и предпосевной обработке почвы составляет 8,0–9,0 кг/га, при дисковании – 7,4 кг/га, при вспашке от 11,6 до 19,2 кг/га в зависимости от марки плуга, культивации – 3,3 кг/га, при минимальной обработке почвы – 4,0–6,0 кг/га, при обработке почвы комбинированными агрегатами – 4,1–6,1 кг/га, при посеве трав – с посевными рабочими органами почвообрабатывающих органов 6,0–8,0 кг/га. Однако наибольшее значение расхода топлива получено при совмещении операции: посадке с внесением минеральных удобрений, с отбором мощности через ВОМ для привода транспортера в бункере разбрасывателя и рабочего органа для внесения удобрений – 21,0 кг/га.

Совместно с ОАО «МТЗ» проведены исследования по определению величины расхода топлива трактора «Беларус 2022.5» в зависимости от задаваемого давления в задних сдвоенных колесах трактора в пределах 100-160 кПа на почве суглинок. Для этого использовали информационный монитор, установленный в кабине трактора.

В результате экспериментального исследования получены данные по изменению расхода топлива в зависимости от давления в 4–х задних колесах (основное и дополнительное на правой и левой стороне), частоты вращения коленчатого вала и загрузки двигателя. Давление в колесах варьировалось на 3-х уровнях (таблица 1). Скорость движения трактора – 2,47м/с.

В качестве модели, описывающей зависимость глубины колеи трактора от варьируемых факторов, выбрано уравнение 2-го порядка от 3-х количественных факторов в нормированных координатах табл.2.

Таблица 1. Уровни варьирования давления в колесах

Нормированные значения давления	Натуральные значения давления, кПа	
	Основные колеса	Дополнительные колеса
Нижнее (–1)	120	100
Основное (0)	130	110
Верхнее (+1)	160	140

Таблица 2. Уровни варьирования факторов в натуральных и нормированных координатах

Уровни в нормированных координатах	Давление, кПа	Частота вращения коленчатого вала, n, мин$^{-1}$	Загрузка двигателя, %
	X_1	X_2	X_3
+1	160 / 140	1910	45
–1	120 / 100	1390	25

Расчет коэффициентов выполнялся в программе Statistica по процедуре шаговой регрессии методом включения значимых коэффициентов по критерию Фишера.

Уменьшение давления в задних сдвоенных колесах до 120 кПа в основных и до 100 кПа в дополнительных обеспечивает расход топлива 16,9 л/ч, а увеличение давления в тех же колесах соответственно до 160 кПа и 140 кПа приводит к увеличению расхода топлива до 17,6 л/ч.

В результате получено линейное уравнение регрессии из 2-х главных факторов. Наибольшее влияние оказывает частота вращения двигателя.

$$g = 12{,}5 + 2{,}4X_2 + 2{,}0X_3$$

Фактор давления в колесах трактора (коэффициент загрузки двигателя 0,25–0,45) без значительной нагрузки статистически не значим, что позволит уточнить расход топлива для транспортно-

технологических агрегатов с большим отбором мощности на привод ВОМа.

Для повышения тягово-сцепных свойств тракторов, предотвращения переуплотнения почв при движении тракторно-технологических агрегатов, выполняющих одновременно несколько операций на трактора устанавливают к основным задним колесам дополнительные наружные колеса с уменьшенным давлением на 0,0 1 МПа по рекомендации завода.

Заключение. Сдваивание колес уменьшает сопротивление движению трактора, и снижают расход топлива при установке давления в основных колесах 160 кПа и дополнительных 140 кПа трактора «Беларус 2022.5», частоте вращения коленчатого вала двигателя 1910 мин$^{-1}$, загрузка двигателя на минеральной почве составляет 0,45, а при давлении в основных колесах 120 кПа и дополнительных 100 кПа частоте вращения коленчатого вала двигателя 1390 мин$^{-1}$, загрузка двигателя составляет 0,25. Наибольшее влияние на расход топлива оказывает частота вращения коленчатого вала двигателя, а минимальный расход топлива 16,9 л/ч наблюдается при давлении в основном и дополнительном задних колесах трактора «Беларус 2022.5» соответственно 120 кПа и 100 кПа.

Список использованной литературы

1. Бобровник, А.И., Автомобили и тракторы /А.И.Бобровник, Т.А. Варфоломеева/ учебное пособие. – Минск: БНТУ, 2020, – 408 с. – ISBN 978-985-583-568-5/.

2. Непарко, Т.А., Техническое обеспечение производства продукции растениеводства. – Минск: БГАТУ, 2013 г. – 307 с.

УДК629.366:622.7

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ ТЯГОВОГО КЛАССА 5

Т.А. Варфоломеева[1], ст. преподаватель,
С.А. Рынкевич[2], д-р техн. наук, доцент,
С.В. Занемонский[1], ст. преподаватель

[1]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
[2]УО «Белорусский национальный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация: Достижение новых высоких показателей сопровождается рядом проблем, которые необходимо решить на стадии проектирования при выборе силовой установки двигателя, трансмиссии для передачи крутящих моментов ходовой

системе и механизмам отбора мощности, агрегатирования с навесными, полунавесными и прицепными машинами и сельскохозяйственными орудиями. Большое внимание уделяется условиям труда механизаторов. Анализу приоритетных направлений развития тракторостроения посвящена настоящая статья.

Abstract: Achieving new high performance is accompanied by a number of problems that need to be solved at the design stage when choosing an engine power plant, transmission for transmitting torque to the running system and power take-off mechanisms, aggregation with mounted, semi-mounted and trailed machines and agricultural implements. Much attention is paid to the working conditions of machine operators. This article is devoted to the analysis of priority directions of development of tractor construction.

Ключевые слова: трактор, двигателя, трансмиссии, направления, развитие.

Key words: tractor, engine, transmission, directions, development.

Введение. В связи с действующей тенденцией в мировом тракторостроении по повышению производительности и возможности механизации выполнения все большего количества работ, создаваемые тракторы должны отличаться от предшественников большей энерговооруженностью, информационными технологиями, современными системами интеллектуального управления.

Основная часть. Значительная часть современных авторов направлена на снижение нагруженности ходовой части и силовой передачи за счет установки упруго-демпфирующего тягово-сцепного устройства, влияющего на стабилизацию тягового усилия. По данным А.В. Шишкина применение такого устройства снижает динамичность нагружения на 25 %, уменьшает буксования на 3–5 %, снижает часовой и погектарный расход топлива на 16 %. Другие авторы предлагают устанавливать упругие элементы с нелинейной характеристикой в подвеску задних колес. При этом увеличивается касательная сила тяги на 20–25 %, снижается сопротивление передвижению. Динамическя нагруженность силовых передач может быть снижена за счет использования различных упругодемпфирующих и иных устройств в конструкциях самих передач. Так в работах А.В. Мержевского отмечается, что силовые приводы представляют собой сложные многомерные крутильно-колебательные системы. Динамическая нагруженность этих приводов формируется поличастотными крутильными колебаниями, интенсивность которых определяется динамическими свойствами силовых приводов и параметрами внешних воздействий. Особенно интенсивны они в резонансных и околорезонансных режимах.

Свитчевым А.И. предложены математические модели сложных динамических систем силовых передач, отражающие особенности пространственных колебаний рабочих органов агрегатов, взаимодействующих с переменной массой при детерминированных и случайных возмущающих воздействиях

Обзор современной научной литературы свидетельствует о том, что, несмотря на постоянное улучшение потребительских качеств тракторов, динамическая нагруженность силовых передач является высокой, поэтому повышение надежности и снижение материалоемкости является актуальной задачей.

Наиболее мощными в линейке тракторов ОАО «МТЗ» являются тракторы «Беларус-3022/3522/4522». На эксплуатационные свойства тракторов значительное влияние оказывает конструкция ходовых систем, особенно задних ведущих колес и трансмиссия. Коробка передач ступенчатая, диапазонная, с шестернями постоянного зацепления, переключение передач внутри диапазонов с помощью фрикционных гидравлически управляемых муфт. Энергонасыщенные колесные тракторы «КИРОВЕЦ» для сельского хозяйства оборудуются также механической коробкой передач, а универсальная колесная машина «КИРОВЕЦ» К-702 МВА-УДМ2 механической трансмиссией с гидротрансформатором. Исследования Г.М. Оганесяна показали, что количество резонансных зон для механической трансмиссии в 4 раза больше, чем для гидромеханической. Установлено, что чем ближе элемент к гидротрансформатору, тем более пологая корреляционная функция процесс его нагружения, а на спектральной плотности основная часть энергии колебаний смещается в сторону около нулевых частот и при этом снижается динамичность нагрузки.

Практика показала, что установка фрикционных сцеплений для плавного трогания машинно-тракторных агрегатов с места и предохранения трансмиссий от больших динамических нагрузок при изменениях режима работы трактора расчетный момент трения не превышает номинального крутящего момента трения для сухих муфт 3,0, а для мокрых 1,2…1,8, а возникающие в валопроводах трансмиссии крутильные колебания устраняются гасителями крутильных колебаний (демпферами), которые преобразуют энергию колебаний в теплоту. Основным преимуществом сцеплений и тормозов, работающих в масле, является более высокая долговечность

вследствие значительно меньшей интенсивности изнашивания накладок ведомых дисков. Применение смазывания пар трения сцепления уменьшает их коэффициент трения до 0,7–0,1 вместо 0,23–0,27 у сухих сцеплений, но при этом позволяет почти в 10 раз увеличить давление на них [1].

Для оценки инженерно-технического уровня современной тракторной техники и выработки приоритетных путей устойчивого развития сельскохозяйственного машиностроения ассоциацией испытателей сельскохозяйственной техники и технологий Российской Федерации были проведены сравнительные испытания машинно-тракторных агрегатов под общей редакцией председателя В.М. Пронина [2].

Была получена достоверная информация об эксплуатационно-технических и экономических свойствах современных машин, но без проведения оценки тракторов на надежность. Для дальнейшего анализа рассмотрим конструкционные свойства тракторов класса 5, которые заключаются в выполнении различных сельскохозяйственных работ общего назначения в составе широкозахватных и комбинированных агрегатов, уборочных работ в составе высоко производительных комплексов по заготовке кормов, уборке зерновых культур, транспортных и погрузочных работ. Тракторы на сравнительных испытаниях представлены 8 моделями, из которых одна модель Российской разработки (К-9430) и 2 Республики Беларусь («Беларус-3522»). Один ОАО «МТЗ», другой ООО «Торговый дом МТЗЕлАЗ», г. Елабуга, собранный из тракторокомплектов ПО «МТЗ». Остальные собраны в России из тракторокомплектов, поставляемых из Европейских стран.

Тракторы проходили испытания в Самарской и Ростовской областях и на Кубани. Сводные данные испытаний представлены в таблице по 20 показателям, включающим эксплуатационно-технологическую оценку в соответствии с ГОСТ 7057-20001, ГОСТ 30747-20001, ГОСТ 18509-88, ГОСТ 30745-2001 и экономическую оценку, выполненную по методике часовых эксплуатационных затрат и ГОСТ 53056-20008. Все испытанные тракторы могут выполнять технологические операции в составе агрегатов с различными сельскохозяйственными машинами.

Для реализации тяговых свойств тракторов класса 5,0 все модели предусматривают сдваивание ведущих колес, что уменьшает

удельное давление ходовой системы на почву и сопротивление перекатыванию, но увеличивает касательную силу тяги. Масса трактора «Беларус-3522» при одинарных шинах 12 850 кг, а спаренных 14 390 кг.

На тракторах «Беларус 3522» с колесной формулой 4К4а установлен рядный шестицилиндровый двигатель TCD2013L064 VC3UT 261 компании DEUTZ с турбонаддувом и промежуточным охлаждением надувочного воздуха номинальной эксплуатационной мощностью 227 кВт с коэффициентом запаса крутящего момента 40 % и расходом топлива на номинальном режиме -56,1 кг/ч. Сцепление – фрикционное, сухое, двухдисковое, постоянно замкнутого типа. Коробка передач – механическая, ступенчатая, с шестернями постоянного зацепления, обеспечивает 24 передачи переднего и 12 передач заднего хода, имеет привод переднего ведущего моста и независимого вала отбора мощности. В корпусе заднего моста смонтированы главная передача, дифференциал с муфтой блокировки, бортовые планетарные передачи. Распределение массы по осям: передняя/задняя-40/60%. В конструкции трактора предусмотрена возможность изменения эксплуатационной массы в широких пределах за счет балластирования с помощью заполнения жидкостью шин передних и задних колес, в том числе сдвоенных. Объем заливаемого раствора зависит от устанавливаемых шин и приведен в таблице 3. Шину необходимо заливать по норме 75% ее объема. Догрузка колес путем заливки жидкости в камеры шин трактора используется только в случае недостаточного сцепления колес с почвой в неблагоприятных условиях.

Передний ведущий мост соединен с остовом трактора с помощью задней и передней опор бугеля, размещенных соосно цельнолитой балке моста для возможности установки внутри втулок, позволяющих поворачиваться переднему мосту в поперечной плоскости при движении трактора на неровной поверхности.

В Российской Федерации за последнее десятилетие освоены новые модели тракторов тягового класса 5,0. Трактор классической компоновки массой 9870 кг Deuz Fahr AGROTRON265 выпускается в Московской области из тракторокомплектов немецкой компании DEUTZ-Fahr Agrarsysteme GmbH. Применено жидкостное охлаждение надувочного воздуха, число передач вперед/назад 40/40, муфта сцепления 8-дисковая с электрогидравлическим приводом,

работающая в масленой ванне. Распределение массы по осям трактора, передняя/задняя ось, - 47,2/52,8%.

Испытания трактора FENDT на сдвоенных задних и передних колесах одинакового диаметра показал, что трактора со сдвоенными колесами имеют преимущества перед другими системами.

Заключение. Исследование тракторов «Беларус» тягового класса 5 в Краснодарском крае и Самарской области при выполнении различных сельскохозяйственных работ общего назначения в составе широкозахватных и комбинированных агрегатов спроектированных по современным инновационным технология, показали их высокую эффективность, но необходимо вести работы по дальнейшему снижению удельной материалоемкости трактора в зависимости от комплектации, продолжить выполняемые ранее работы по современным коробкам передач, переключаемым без разрыва мощности, позволяющие работать тракторному двигателю в диапазоне постоянной мощности и работу по системе регулирования давления в шинах.

Список использованной литературы

1.Шарипов В.М. Конструирование и расчет тракторов/.В.М.Шарипов. М. Машиностроение, – 2004, 591 с.

2. Сравнительные испытания сельскохозяйственной техники: научное издание. – М.: ФГБНУ « Росинформагротех», 2013. – 16 с.

3.www.polymya@polymya.by; www.fendt.com

УДК 662.76

ПРЕИМУЩЕСТВО ПЕРЕХОДА НА ГАЗОМОТОРНОЕ ТОПЛИВО

А.Г. Белевич, ст. преподаватель,
И.И. Бондаренко, канд. техн. наук, доцент,
С.В. Занемонский, ст. преподаватель

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь
Udaleno-belevich@mail.ru

Аннотация: в статье представлено преимущество перехода на газомоторное топливо.

Abstract: the article presents the advantage of switching to gas engine fuel.

Ключевые слова: экология, автомобили, выхлопные газы, бензин, СНГ, СПГ, АГНКС, газомоторное топливо.

Keywords: ecology, automobiles, exhaust, petrol, LPG, LNG, GFCS, flame-engine fuel.

Введение. Автомобилизация с каждым годом стремительно развивается и приносит большую пользу для людей. Но в то же время, автомобилизация наносит колоссальный вред нашей экологии. При сгорании бензина и дизельного топлива в двигателе автомобиля выделяются ядовитые вещества. С точки зрения, как экономики, так и по экологическим характеристикам, природный газ в нынешнее время является самым перспективным видом альтернативного моторного топлива [1].

Основная часть. Большая часть общемирового энергопотребления приходится на автотранспорт. Автомобили, использующие бензин и дизельное топливо как топливо для двигателя, занимают огромное место в нашей жизни и прежде всего, являются значительным источником вредных выбросов. Автомобильные моторы ежегодно выбрасывают в окружающую среду 11,2 млн. т. токсичных веществ. Основную массу вредоносных веществ составляют: CO – 9 млн. т., CH – 1,23 млн. т. и NO_2 – 1,63 млн. т. В атмосферу поступает 27 тыс. т. бензола, 17,5 тыс. т. формальдегида и 1,5 т. бензапирена [1, 2, 3]. Загрязнение воздуха вызвано 50–90% из-за выбросов вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу при работе автомобильных двигателей. При анализе мы пришли к выводу, что решение экологических проблем лежит в стимулировании развития экологически чистых транспортных технологий и в применении экологически чистых топлив. С точки зрения улучшения экологической ситуации в городах при минимальных финансовых затратах очевидно, что только газомоторные топлива могут стать реальной альтернативой жидким нефтяным топливам [2].

На рисунке 1 представлены ядовитые вещества, выбрасываемые ДВС автомобилей, где 0–1,8 млн. т. ядовитых веществ.

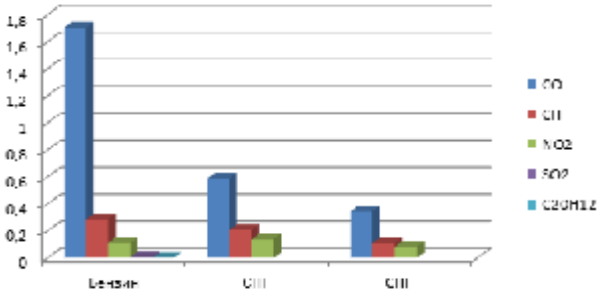


Рисунок 1 – Ядовитые вещества, выбрасываемые ДВС автомобилей

Как видно из рисунка 1, при использовании газомоторного топлива (СПГ и СНГ), поступление в окружающую среду токсичных веществ значительно снижается. Существенное отличие выбросов вредных веществ объясняется тем, что газовое топливо более полно сгорает в цилиндрах двигателя, а продукты его сгорания намного меньше загрязняют окружающий воздух ядовитыми веществами. Это является большим преимуществом газобаллонных автомобилей.

По совокупности причин экономического, ресурсного и экологического характера актуальность проблемы топливной диверсификации растет ежегодно. На сегодняшний день абсолютное лидерство среди двигателей различного типа принадлежит традиционным бензиновым и дизельным двигателям, но происходит постепенное увеличение доли электрических двигателей и двигателей на газомоторном и водородном топливе.

Каждый из перечисленных видов двигателей имеет свою специфику, заключающуюся в том, что двигатели на газомоторном топливе, как правило, имеют более высокую стоимость при существенно более отработанной технологии, двигатели на водородном топливе пока используются в большинстве своем как экспериментальные.

На сегодняшний день по совокупности факторов газомоторное топливо (ГМТ) представляется наиболее перспективным заменителем бензина или дизельного топлива вследствие более низкой себестоимости, а также более низкой по сравнению с другими видами топлива цены перехода на него.

Несмотря на ценовое преимущество и экологическую чистоту, развитие газомоторного топлива не идет быстрыми темпами. Существуют несколько причин торможения развития, и одна из них сложность доставки до потребителя. Потребители не хотят переходить на природный газ, поскольку мало газовых заправок, а поставщики не хотят открывать заправочные станции, из-за малого количества потребителей. Второй причиной является то, что автомобили на газомоторном топливе более склонны к возгоранию и чаще подвергаются воспламенению.

Метан представляет собой достойную альтернативу бензину и дизельному топливу. Он самый экологичный вид топлива, соответствующий нормам «Euro-5», «Euro-6» [3, 4].

Газ в виде топлива для автомобильных двигателей используется в двух типах – первый тип это СНГ и второй тип это СПГ.

При газификации автомобиля имеется достаточно большое количество преимуществ. Усредненное октановое число метана – 105, что является недостижимым показателем для любых видов бензина. Это позволяет использовать его в моторах с высокой степенью сжатия. Для работы ДВС необходима смесь распыленного топлива и воздуха. Эта смесь воспламеняется только при определенной концентрации топлива. В отличие от бензина, газ горит при малейших концентрациях. В случае повышения концентрации газа и обогащения смеси можно добиться увеличения мощности двигателя. Увеличивается срок службы свечей зажигания на 40%. При использовании ГМТ уменьшается уровень шума работающего двигателя на 2-3 dB. Также газ при сгорании образует меньше золы и твердых частиц, которые изнашивают цилиндры и поршни двигателя [2, 3].

Переход автомобиля на газ не требует переделки двигателя. Низкая скорость горения, по сравнению с бензином, обеспечивает плавность работы двигателя и соответственно, увеличивает его ресурс. Увеличивается срок службы моторных масел в полтора-два раза. На металлических поверхностях масляная пленка держится дольше – природный газ ее не смывает [4].

Заключение. Газомоторное топливо имеет важное значение для развития экономики Республики Беларусь вследствие его ценовой конкурентоспособности по сравнению с другими видами топлива. Основными факторами, задерживающие развитие сферы применения газомоторного топлива, является слабое развитие инфраструктуры газозаправочных станций, планирование и реализации государственных программ поддержки перевода транспортных средств на газомоторное топливо и создания топливозаправочной инфраструктуры.

Список использованной литературы

1. Преимущества перехода на газомоторное топливо [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://7universum.com/ ru/tech/archive/item/8592 – Дата доступа: 01.10.2022.

2. Батталханов А.А Метан на транспорте. Проблемы, задачи и перспективы развития рынков компримированного природного газа. 2015.

3. Беляев С.В., Г.А. Давыдков. Проблемы и перспективы применения газомоторных топлив. 2010. – С. 16.

4. Веселов В.Н., Веселова Ю.А., Вишнякова М.Ю. Использование природного газа способ экологизации автомобильного транспорта. 2010. – С. 33.

УДК 629.366:621.642.02-023.838

ВАРИАНТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТОРОИДАЛЬНЫХ ГАЗОВЫХ БАЛЛОНОВ НА ТРАКТОРЕ «БЕЛАРУС-820»

А.Г. Белевич, ст. преподаватель,
И.И. Бондаренко, канд. техн. наук, доцент,
С.В. Занемонский, ст. преподаватель
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
Udaleno-belevich@mail.ru

Аннотация: в статье представлены варианты установки на кабине трактора «БЕЛАРУС-820» тороидальных газовых баллонов.

Abstract: the article presents options for installing toroidal gas cylinders on the «БЕЛАРУС-820» tractor cab.

Ключевые слова: трактор, тороидальный баллон, оборудование.

Keywords: tractor, toroidal cylinder, equipment.

Введение. Название тороидального баллона для пропана-бутана обусловлено его формой тора (формой запасного колеса). Благодаря такой форме тороидальный баллон очень просто установить на место штатной запаски в легковом автомобиле или на кабине трактора «БЕЛАРУС-820». Тороидальные баллоны устанавливают на автомобили и тракторы «БЕЛАРУС» в горизонтальном и вертикальном положении [1].

Основная часть. Тороидальные газовые баллоны ГБО (рисунок 1) выделяют двух типов: с внешней горловиной; с внутренней горловиной.

Оборудование с внешней горловиной устанавливается чаще всего вместо дополнительного колеса. Таким образом, экономится площадь в багажном отделении.

Из-за конструкции тороидального баллона, его вместительность, относительно цилиндрического немного меньше. Это означает, что время работы двигателя на газе при использовании такого баллона будет меньше.

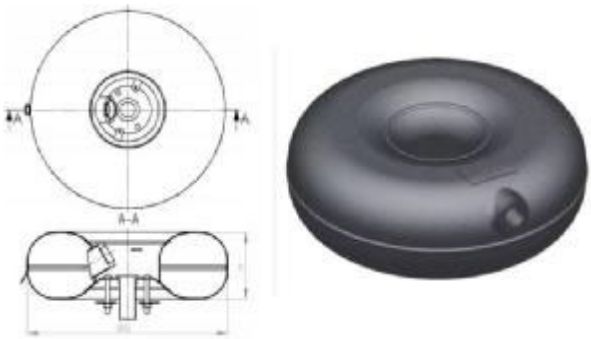


Рисунок 1. Тороидальный газовый баллон

Так, цилиндрические устройства достигают объема до 200 литров, что делает их удобными в использовании для грузового и автомобильного транспорта. Тороидальные баллоны для ГБО из-за своих размеров более компактные, что удобно для небольших автомобилей и тракторов.

По объему газа, который может содержать в себе тороидальный газовый баллон, ассортимент колеблется от 40 до 80 литров. При этом, чем большее количество горючего вмещает в себе устройство, тем больше его габариты.

Так, тороидальный баллон на 42 литра с внутренней горловиной достигает размеров около 600 на 200 мм. А конструкция на 89 литров – уже 720 на 270 мм.

На данный момент представлен широкий ассортимент продукции тороидальных газовых баллонов.

Главным преимуществом тороидального газового баллона перед цилиндрическим является наличие свободного места в багажнике или в кабине трактора. Сравнительно небольшие размеры тороидальных баллонов предпочтительнее для ГБО. Их можно установить на днище, крышу кабины транспорта, вместо запасного колеса, а цилиндрическую конструкцию – только в багажник. Сохраняется вместительность багажного отделения на прежнем уровне (тороидальные баллоны не требуют дополнительного места для размещения, если устанавливаются на место запасного колеса) [1, 2].

Тороидальные баллоны очень компактны ввиду своих размерных параметров.

Но существуют и недостатки использования тороидальных баллонов: необходимо найти место, чтобы разместить запасное колесо, небольшая ёмкость баллона обусловливает маленькую продолжительность работы трактора на газе.

Переключение с газа на дизельное и с дизельного топлива на газ происходит с помощью специального переключателя, расположенного в кабине трактора «БЕЛАРУС-820» на приборной панели. Переключатель имеет три положения: газ, дизельное топливо, подача отключена.

На рисунке 2 представлены варианты установки тороидальных газовых баллонов на кабину трактора «БЕЛАРУС-820».

На рисунке 2а представлен вариант установки тороидального газового баллона на крыше кабины. Основными преимуществами данного расположения являются наименьшее динамическое воздействие на кабину трактора и баллон при движении трактора, возможность установки тороидального газового баллона вместимостью до 100 л, простота изготовления и обслуживания, наименьший вариант повреждения конструкции при ударе сзади.

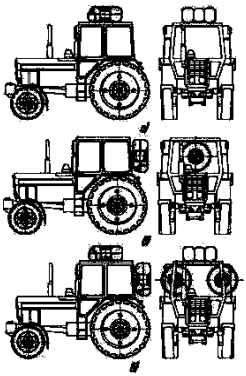


Рисунок 2. Варианты установки тороидальных газовых баллонов на тракторе «БЕЛАРУС-820»
а) вариант установки тороидального газового баллона на крыше кабины; б) вариант установки тороидального газового баллона в задней части кабины; в) вариант установки трех тороидальных газовых баллонов

На рисунке 2б представлен вариант установки тороидального газового баллона в задней части кабины трактора «БЕЛАРУС-820». Основными преимуществами данного расположения являются соблюдение габаритов кабины трактора, возможность установки тороидального газового баллона вместимостью до 80 л.

На рисунке 2в представлен вариант установки трех тороидальных газовых баллонов на кабине трактора «БЕЛАРУС-820». Основными преимуществами данного расположения являются воз-

можность установки трёх тороидальных газовых баллонов вместимостью до 80 л.

Заключение. Тороидальные газовые баллоны рационально устанавливать на тракторы и автомобили ввиду их компактности, объема 40–80 л, экономии топлива и большой линейке баллонов разных размеров.

Список использованной литературы

1. Тороидальный газовый баллон [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://gazblog.ru/gbo/oborudovanie/toroidalnyj-ballon – Дата доступа: 01.10.2022.

2. Баллоны тороидальные [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://istra-gaz.ru/oborudovanie/ballony-toroidalnye.html – Дата доступа: 01.10.2022.

3. Дизайн кабин тракторов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studref.com/647210/tehnika/dizayn_kabin_traktorov – Дата доступа: 01.10.2022.

УДК 653.791.

КОМПЛЕКС ПО ПЕРВИЧНОЙ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКЕ ХМЕЛЯ

Ю.В. Иванщиков, канд. техн. наук, доцент,
Ю.Н. Доброхотов, доцент, Р.В. Андреев, канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО Чувашский государственный аграрный университет,
г. Чебоксары, Российская Федерация
iuv53@mail.ru

Аннотация: Своевременная послеуборочная обработка способствует сохранению максимального количества ценных веществ в свежеубранном хмеле и повышению его потребительских свойств. Для предотвращения развития микроорганизмов и снижения активности окислительных ферментов хмель подвергают сушке. Шишки хмеля после сушки должны содержать 5–9% влаги. Значительное количество недостатков, которые имеются в существующих технологиях и технических средствах учтены и устранены в предлагаемом комплексе по обработке вороха хмеля. В предложенном техническом решении оборудование для приема, перевозки, удаления излишки влаги и консервирования объединены в один технологический комплекс по первичной послеуборочной обработке свежеубранного хмеля.

Abstract: Timely post-harvest processing helps to preserve the maximum amount of valuable substances in freshly harvested hops and increase its consumer properties. To prevent the development of microorganisms and reduce the activity of oxidative enzymes, hops are dried. Hop cones after drying should contain 5–9% moisture. A significant number of shortcomings that exist in existing technologies and technical means have been taken into account and eliminated in the proposed complex for processing a pile of hops. In the proposed technical solution, the equipment for receiving, transporting, removing excess moisture and canning are combined into one technological complex for the primary post-harvest processing of freshly harvested hops.

Ключевые слова: подавление активности, аэрация, капилляры продукта, инфракрасные лучи, сульфитация.
Keywords: suppression of activity, aeration, capillaries of the product, infrared rays, sulfitation.

Введение. Свежеубранный хмель – скоропортящийся продукт. Качество его начинает снижаться с момента сбора шишек, если их сразу не обработать [1].

Абсолютное большинство сушилок работают на принципе обдува вороха хмеля нагретым воздухом, как более доступным, простым и на первый взгляд, дешевым способом обезвоживания хмеля. Основной особенностью этого способа сушки является подвод тепла к высушиваемому продукту с помощью газов и переноса влаги от материалов теплоносителем [2,3].

Сушка с подводом тепла к высушиваемому продукту с помощью газов и перенос влаги от материалов теплоносителем имеет существенный недостаток – большая аэрация высушиваемого материала кислородом воздуха, что сопровождается окислением наиболее ценных компонентов хмеля, например, альфа-кислот [4]. Окисленные вещества хмеля, как правило, менее ценны для пищевой промышленности по сравнению с исходными формами. Либо они становятся непригодными или даже вредными. Вот почему к числу важнейших задач послеуборочной обработки, переработки и хранения хмеля относятся предотвращение или, если это невозможно, то хотя бы торможение окислительных процессов в хмеле и хмелепродуктах.

Основная часть. Значительное количество недостатков, которые имеются в существующих технологиях и технических средствах для первичной послеуборочной обработки хмеля учтены и устранены в предлагаемом комплексе по обработке вороха хмеля, в состав которого входит сушильный агрегат, который работает на несколько ином принципе передачи тепла высушиваемому продукту и удаления влаги [5].

Свежеубранный хмель после взвешивания и определения влажности поступает в приемный бункер комплекса, где происходит выравнивание влажности вороха шишек хмеля. Затем, через открытую шиберную заслонку шишки хмеля попадают на ленту транспортера, покрытую гофрированным теплоотражающим материалом, и перемещаются в проходную сушильную камеру, оснащенную источниками инфракрасных лучей (см. рис. 1).

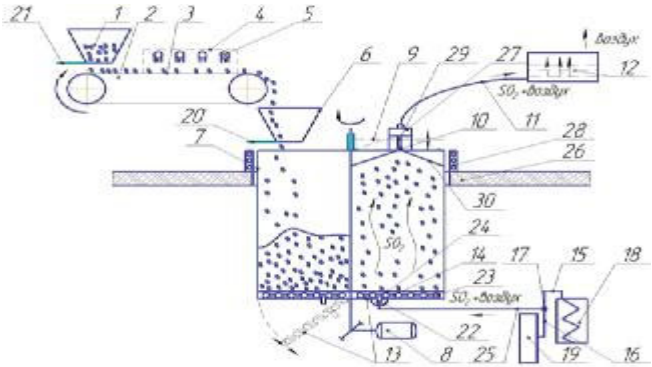


Рисунок 1 – Комплекс по первичной послеуборочной обработке хмеля:
1 – бункер приемный, 2 – лента транспортера; 3 – покрытие гофрированное;
4 – камера сушильная; 5 – излучатели темные; 6 – устройство загрузочное;
7 – колонна сульфитационная; 8 – мотор-редуктор; люк пневмоприводной;
10 – патрубок газоотводной; 11 – рукав отводной; 12 – утилизатор; 13 – люк донный;
14 – штуцер газоприемный; 15 – рукав газоотводящий; 16 – рукав воздушный;
17 – кран трехходовой; 18 – сублиматор; 19 – ресивер; 20, 21 – шибер;22 – головка газоотводящая; 23 – коллектор газораспределительный; 24 – сетка защитная;
25 – рукав газовоздушный; 26 – перекрытие межэтажное; 27 – сульфитометр;
28 – ограждение защитное; 29 – рукав приемный; 30 – зонт газосборный.

Лучистая энергия при переходе в тепловую, быстро нагревает шишки хмеля и гофрированное теплоотражающее покрытие транспортерной ленты, интенсифицируя выпаривание влаги из шишек хмеля и вороха в целом. Доведенный до необходимой влажности в сушильной камере ворох хмеля транспортером подается в загрузочный бункер, через открытый шибер которого хмель поступает в свободный отсек сульфитационной колонны. После заполнения, сульфитационную колонну с помощью мотор-редуктора поворачивают на 180^0, подставляя под загрузку свободный после выгрузки отсек. Заполненный отсек герметично закрывается люком и через газоподводящий рукав под давлением 0,05…0,08 МПа из сублиматора подают сернистый газ. Газораспределительный коллектор способствует равномерному распределению сернистого газа по всему объему заполненного ворохом хмеля отсеку, пропитывая и насыщая шишки хмеля сернистым ангидридом. Образовавшаяся газовоздушная смесь проходит через сульфитометр по отводному рукаву и попадаетв утилизатор, заполненный дистиллированной водой и, вступая в реакцию с ней, образует серную кислоту. Содержание остаточного сернистого ангидрида в газовоздушной смеси контролируется сульфитометром и при равенстве его

количества на входе и на выходе отсека подачу прекращают. Для удаления непрореагировавшего сернистого ангидрида отсек с хмелю под давлением 0,05…0,08 МПа продувают сжатым воздухом. После отсоединения газовой арматуры отсек поворачивают на 180^0, освобождая место заполненному ворохом хмеля отсеку. Обработанный сернистым ангидридом ворох хмеля после открытия донного люка поступает на прессование.

Заключение. При применении в качестве сушильного агента подогретого воздуха сушка значительно уменьшает содержание воды в шишках, но не ведет к инактивации окислительно-восстановительных ферментов. К тому же применение подогретого воздуха в качестве сушильного агента способствует обезвоживанию только верхних листьев материала, что приводит к деформации шишек хмеля и разрушению их капиллярной структуры, снижая скорость сушки продукта. Сушка вороха хмеля методом обдувания погретым теплоносителем (воздухом и газами) способствует активному взаимодействию высушиваемого продукта с кислородом воздуха, что сопровождается окислением наиболее ценных компонентов хмеля[6].

В связи с этим при использовании сушки как метода консервирования необходимо обратить особое внимание выбору способа сушки и технологических и теплотехнических условий осуществления этого процесса. В предлагаемом техническом и технологическом решении все элементы первичной послеуборочной обработки хмеля объединены в одну технологическую цепочку без каких-то дополнительных перевалочных и транспортных операций. Применение темных излучателей как источников инфракрасных лучей способствует равномерному удалению влаги со всего объема материала, не допуская пересыхания и деформации шишек, что при прочих равных условиях способствует повышению энергоэффективности процесса сушки и сводит до минимума аэрацию высушиваемого материала кислородом воздуха. Отдельные элементы этой технологической цепочки апробированы с положительным эффектом и защищены патентами Российской Федерации [7], [8].

Внедрение в производство предложенного технологического комплекса позволит объединить в одну непрерывную цепочку процессов сушки и сульфитации, а также прессование обработанного вороха хмеля; снизить энергоемкость подготовительных операций, исключить из технологической цепочки дополнительные перевалочные работы; способствует повышению качества конечного продукта и безопасности работ по первичной обработке свежеубранного хмеля.

Список использованной литературы

1. Годованый, А.А. Хмель и его использование / А.А. Годованый, Н.И. Лященко, И.Г. Рейтман, И.С. Ежов. Под ред. И.С. Ежова. – Киев: Урожай, 1990. – 336 с.

2. Иванщиков, Ю.В. Первичная послеуборочная обработка хмеля / Ю.В. Иванщиков, А.Е. Макушев, Ю.Н. Доброхотов, и др. // Биологизация земледелия – основа воспроизводства плодородия почвы: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, академика РАЕ Леонида Геннадьевича Шашкарова, 19-20 апреля 2018 г. – Чебоксары: ФГБОУ ВО Чувашская государственная сельскохозяйственная академии, 2018. – С. 282–294.

3. Иванщиков, Ю.В. Подготовка прессованного хмеля к переработке / Ю.В. Иванщиков, Ю.Н. Доброхотов и др. // Биологизация земледелия – основа воспроизводства плодородия почвы: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, академика РАЕ Леонида Геннадьевича Шашкарова, 19–20 апреля 2018 г. – Чебоксары: ФГБОУ ВО Чувашская государственная сельскохозяйственная академии, 2018. – С. 275–281.

4. Васильев, А.О. Исследование технологического процесса сушки хмеля в сушилке ПХБ-75 / А.О. Васильев, Р.В. Андреев, Е.П. Алексеев, Ю.В. Иванщиков, Н.Н. Пушкаренко // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии, 2019. №1(8). – С.96 – 102.

5. Патент 2680709, МПК С12 С3/00. Комплекс для первичной послеуборочной обработки хмеля: заявл. 20.12.2017: опубл. 25.02.2019. / Ю.В. Иванщиков, А.Е. Макушев, Ю.Н. Доброхотов, Р.В. Андреев, Н.Н. Пушкаренко // Бюл. №9. – 6с.

6. Андреев, Р.В. Исследование режимов сушки хмеля при низких температурах / Р.В. Андреев, М.П. Смирнов, Ю.В. Иванщиков // Перспективы развития механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства: материалы Всероссийской научно-практической конференции – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 24–28.

УДК 621.43.016.

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕСУРСА ТНВД ЗОЛОТНИКОВОГО ТИПА УТН-5 И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ТИПА НД21/4 ДИЗЕЛЯ Д144 В ЭКСТРЕМАЛЬНО-ЖАРКИХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

Т.М. Камолов, канд. техн. наук

Таджикский аграрный университет им. Ш. Шотемур, г. Душанбе, Республика Таджикистан

Введение. Топливоподающая аппаратура (ТПА) двигателей внутреннего сгорания относится к сложным техническим изделиям, надежность которых характеризуется комплексом свойств, регламентированных ГОСТ 27.002-83[1]. В практике эксплуатации МТП принято ограничиваться оценкой долговечности и безотказности, как

наиболее информативных свойств надежности ТПА. При этом долговечность рассматривается как свойство изделия сохранять в заданных пределах качественные показатели в течении определенного времени и в конкретных условиях эксплуатации. Качественные показатели ТПА регламентируются ГОСТ 8670-75[2], ГОСТ 8669-75[3], а также прочими руководящими техническими материалами.

Основная часть. С практической точки зрения наиболее удобной и приемлимой оценкой долговечности ТПА признается ресурс, т.е. её наработка, в течении которой не происходит необратимого тренда выходных параметров за пределы, установленные техническими требованиями. К числу последних относится величина цикловой подачи топлива $g_ц$ на различных скоростных режимах работы топливного насоса высокого давления (ТНВД). Так как снижение $g_ц$ в основном обусловлено износом прецизионных пар, то мы вправе оценивать ресурс ТПА и по величине износа этих пар. Однако на базе ремонтных служб хозяйств не представляется возможным определять непосредственно износ плунжерных пар, так как это очень трудоёмко и требует дорогостоящего оборудования.

Оценка технического состояния плунжерных пар ТНВД золотникового типа по гидравлической плотности на приборе КП-1640А является доступным и простым критерием, однако из-за отсутствия корреляции между гидроплотностью и зазором подвергается обоснованной критике, так как во многих случаях не удовлетворяющие этой оценке плунжерные пары в составе ТНВД обеспечивали нормальную работу дизеля.

Техническое состояние плунжерных пар ТНВД распределительного типа обычно определяют на стендах по испытанию и регулировкам ТНВД по производительности на пусковых оборотах.

Таким образом, в наших испытаниях критерием негодности находящихся в подконтрольной эксплуатации ТНВД являлось уменьшение цикловой подачи на пусковых оборотах, вследствие чего даже после подрегулировок не удавалось завести дизель. А если это удавалось, то явно ощущалось падение мощности.

Безотказность ТПА характеризуется наработкой на отказ, средним числом отказов и вероятностью отказа. Для статистической оценки ресурса ТНВД золотникового (УТН-5) и распределительного (НД21/4) типов в подконтрольной эксплуатации находилось 70 тракторов Т-28Х4М. Наблюдения проводились в течение 9 лет по плану NUr, причем замена ТНВД осуществлялось при наличии от-

казов 3-й группы сложности. Продолжительность испытаний ограничивалось отношением числа отказавших ТНВД(r) к их общему числу (N) не ниже 0,5.

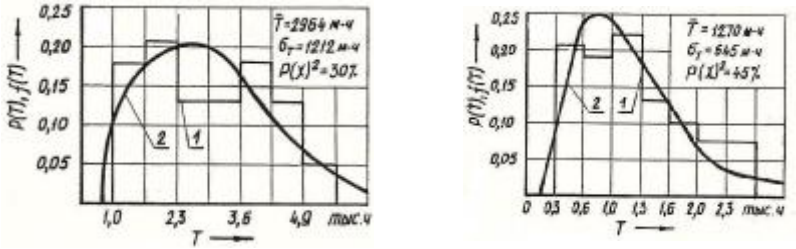
Статистическая обработка информации по отказам ТНВД свидетельствует об их распределении по закону Вейбулла-Гнеденко (рис.1) с параметрами, представленными в табл.1.

Здесь *a, b* и *c* – соответственно характеристики масштаба, формы и смещения распределения; T'α=0,9 и Tα=0,9 – соответственно доверительные (с вероятностью α=0,9) границы распределения и среднего значения; Tγ=80% – 80 %-ный гамма-ресурс.

Таблица 1. Статистические характеристики распределения ресурса ТНВД дизелей с воздушным охлаждением

Марка ТНВД	Количество, шт.		Параметры распределения			Ресурс, мото·час				
	N	*r*	*a*, мото·час	*b*	*c*, мото·час	T'α=0,9 нижн.	T'α=0,9 верх	Tα=0,9 нижн.	Tα=0,9 верх.	Tγ= 80%
УТН-5	70	39	2580	1,96	675	928	5000	2691	3312	1876
НД21/4	70	39	1180	1,68	219	186	2354	1125	1459	703

Анализ информации показывает, что в доверительные границы средних значений попадают 46…66 % отказавших объектов, причем до 69,7 % ТНВД УТН-5 не нарабатывают 3500 мото·час, а НД21/4 вообще не достигают последнего. Рассеивание ресурса ТНВД объясняются неоднородностью качества объектов исследования, условий и уровня их эксплуатации в хлопководческом регионе. Очевидна плохая приспособленность ТНВД НД21/4к дизелям с воздушным охлаждением, эксплуатируемым в экстремальных климатических условиях хлопкосеющих районов Республики Таджикистан.



а) *б)*

Рисунок 1. Гистограмма (1) и плотность (2) распределения доремонтной наработки ТНВД: *а)* УТН-5; *б*) НД21/4.

Основными отказами ТНВД, приводящим к уменьшению или полному прекращению цикловой подачи на пусковых оборотах дизеля, является износ или заклинивания плунжерных пар.

При проведении наблюдений за ТНВД фиксировались также отказы по другим узлам ТПА. Условно эти отказы были распределены на 5 групп. К первой группе отнесены течи топлива из под медных уплотнительных прокладок; ко второй и третьей группам трещина или поломка топливопроводов низкого и высокого давления (ТНД и ТВД); к четвертой группе – отказы по форсункам, включающим зависание иглы распылителя, закоксовывание сопловых отверстий, некачественный распыл топлива. К пятой группе отнесены прочие отказы по ТНВД (топливоподкачивающий насос, регулятор и прочие).

Наибольшее число отказов (без учета отказов по плунжерным парам) приходится на течи топлива – 60 %; трещина или поломка ТНД и ТВД – соответственно 5,5 и 7 %; по форсункам – 19,2 % и прочие отказы по ТНВД – 8,3 %.

В зависимости от сложности устранения зафиксированных во время испытаний, отказы распределились следующим образом: на долю отказов 1-й группы приходится 72,5 %, 2-й группы сложности – 27,5 %.

Наименование отказов, их количество m_i, опытная вероятность появления отказа $P(t)$ и сложность их устранения представлена в таблица 2.

Таблица 2. Отказы узлов ТПА дизеля Д144

№	Наименование отказа	Количество отказов m_i	Опытная вероятность появления отказа $P(t)$	Сложность устранения
1.	Течи топлива	162	0,1160	1
2.	Трещина или поломка ТНД	15	0,0357	1
3.	Трещина или поломка ТВД	19	0,0678	1
4.	Отказы по форсункам	52	0,1857	2
5.	Прочие отказы по ТНВД	22	0,2400	2

Заключение. Таким образом, на основании анализа наблюдений за ТНВД дизелей с воздушным охлаждением, установленных на пропашных тракторах Т-28Х4М и эксплуатировавшихся на возделывании хлопчатника можно заключить, что ресурс ТНВД распределительного типа НД21/4 значительно ниже золотникового типа УТН-5. Это связано прежде всего при прочих равных услови-

ях с конструктивными особенностями НД21/4, где один плунжер за один оборот кулачкового вала совершает четыре рабочих хода. При этом возвратно-поступательное движение сопровождается вращательным, а более высокая динамика нагнетания топлива вызывает большую деформацию прецизионной пары.

В свою очередь, наблюдения указывают, что ресурс ТНВД УТН-5 и НД21/4 значительно ниже ресурса таких же типов ТНВД, эксплуатирующихся в условиях средней полосы России и Республики Беларусь в 2…2,5 раза.

На наш взгляд, основной причиной уменьшения ресурса ТНВД, установленная на дизеле Д144 и эксплуатирующихся в составе трактора Т-28Х4М в хлопкосеющих районов Республики Таджикистан, является повышенная температура топлива, достигающая в корпусе ТНВД до 90 ^{0}С.

Список использованной литературы

1. ГОСТ 27.002-83. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов. – Введ. 01.01.83.

2. ГОСТ 8670-82. Насосы топливные высокого давления автотракторных дизелей. Правила приемки и методы испытаний. – М.: Изд-во стандартов. – Введ.01.01.83.

3. ГОСТ 8669-75. Форсунки автотракторных дизелей. Правила приемки и методы стендовых испытаний. – М.: Изд-во стандартов. – Введ. 01.01.75.

УДК 621.81-043.61(072.8)

ВЛИЯНИЕ УПРУГИХ СВОЙСТВ ОПОР ПОДШИПНИКОВ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ И НАГРУЗОЧНУЮ СПОСОБНОСТЬ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

С. Худжавали[1], д-р техн. наук,
Т.Х. Давлатали[2], канд. техн. наук
[1]Таджикский аграрный университет им. Ш. Шотемур
[2]Таджикский технический университет им. академика М.С. Осими

Аннотация: в статье Сафарова Х. и Холова Д. Т. рассмотрены вопросы повышения долговечности зубчатых передач при восстановлении опор подшипников. Теоретически обосновано влияние упругости опор подшипников на распределение нагрузки по длине контактных линий зубьев зубчатых колес. Создание упругих опор подшипников, при ремонте коробок передач автомобилей обеспечивает снижение коэффициента концентрации нагрузки по длине контактных линий зубьев и, соответственно, повышает долговечность зубчатых передач.

Abstract: the article discusses the issues of increasing the durability of gears during the restoration of bearing supports. The effect of the elasticity of bearings on the distribution of the load along the length of the contact line of the teeth of the gears is theoretically substantiated. The creation of elastic bearings during the repair of car gearboxes

provides a decrease in the load concentration factor along the length of the contact line of the teeth and, accordingly, an increase in the durability of gears.

Ключевые слова: долговечность, восстановление, упругость, податливость, жесткость, деформация, неравномерность, нагрузка, опора, подшипник, контакт, напряжение, усталость, повреждения.

Key words: durability, recovery, elasticity, compliance, stiffness, deformation, unevenness, load, support, bearing, contact, stress, fatigue, damage.

Введение. На долговечность зубчатых колес оказывает влияние большое число факторов, в том числе конструктивные, технологические и эксплуатационные. Долговечность зубчатых передач, в большинстве случаев, ограничивается ресурсом зубьев колес. Зубчатые колеса относятся к деталям, выбраковывающимся при небольшом относительном износе, при котором толщина зуба уменьшается всего на 1…3 %.

Основная часть. Прогнозирование долговечности зубьев по обусловленной средней величине степени повреждений зубьев определяли из уравнения кривой контактной усталости [3].

$$\sigma_н^{m_{GH}} N_н = C_G, \qquad (1)$$

где $\sigma_н$ – допускаемое контактное напряжение; $N_н$ – наработка до достижения допустимой степени повреждения зуба (долговечность); m_{GH} – показатель степени уравнения кривой усталости; C_G – постоянная уравнения кривой контактной усталости.

Допускаемое контактное напряжение [3].

$$\sigma_н = 0,418\sqrt{q\frac{E_{np}}{p_{np}}} \le [\sigma_н] \qquad (2)$$

где q – удельная контактная нагрузка; E_{np} – приведенный модуль упругости сопряженных зубьев зубчатых колес; P_{pn} – приведенный радиус кривизны; E_{np} и P_{pn} – определяется по уравнением.

$$E_{np} = \frac{2E_1E_2}{E_1 + E_2} \qquad (3)$$

$$P_{np} = \frac{2P_1P_2}{P_1 + P_2} \qquad (4)$$

где E_1, E_2 – модули упругости материала шестерни и колеса;

P_1, P_2 – радиусы кривизны шестерни и колеса.

Радиусы кривизны

$$P_1 = \frac{d_1}{2}\sin\alpha_\varsigma, \quad P_1 = \frac{d_2}{2}\sin\alpha_\varsigma \tag{5}$$

где d_1 и d_2 – диаметры делительных окружностей шестерни и колеса; α_ς – угол зацепления.

Подставив (3) в (4) и проведя преобразования, получим

$$P_{np} = \frac{d_1 d_2 \sin\alpha_s}{2(d_1 + d_2)} = \frac{d_1 \sin\alpha_s}{2} \cdot \frac{u}{u+1} \tag{6}$$

При равномерном распределении удельной контактной нагрузки по длине контактных линий

$$q = \frac{P_n}{\ell_k}, \tag{7}$$

где P_n– нормальная сила, определяемая по формуле

$$P_n = \frac{2M_1}{d_1 \cos\alpha_s} \tag{8}$$

где ℓ_k – рабочая длина контактной линии; M_1 – вращающий момент на шестерне.

Однако в зубчатой передаче неизбежны деформации и погрешности изготовления, вызывающие неравномерность распределения нагрузки по длине контактных линий зубьев. В связи с этим, в формулу (7) в место q подставляем расчетную удельную нагрузку и получим:

$$q_{расч.} = \left(\frac{p_n}{\ell_к}\right)_{расч} = \frac{2M_1}{d_1 \ell_k \cos\alpha_s} k_{н\beta} K_к K_\varepsilon, \tag{9}$$

где $k_{н\beta}$ – коэффициент неравномерности распределения нагрузки по длине контактных линий зубьев; $K_к$ – коэффициент, учитывающий дополнительные динамические нагрузки в зацеплении от погрешностей изготовления; K_ε – коэффициент, учитывающий непостоянство суммарной длины контактной линии.

В прямозубых передачах, величина l_k колеблется от $в$ в зоне однопарного зацепления до $2в$ в зоне двухпарного зацепления. Для расчета принимали $l_k = в$.

Подставляя значения $P_{пр}$ и q в формулу (2), заменив $\sin\alpha_s \cos\alpha_s = \frac{\sin 2\alpha_s}{2}$, получим

$$б_H = 0,418\sqrt{\frac{M_1 K_{нβ} K_к K_ε (u+1) E_{пр}}{вd_1^2 u \sin 2\alpha_s}} \le [б_н] \qquad (10)$$

Показатель степени и постоянные уравнения кривой контактной усталости, определяются по формулам .

$$m_{GH} = m_н + \gamma_m G_{sp}, \qquad (11)$$

$$G_G = C_н + \gamma_c G_{sp}, \qquad (12)$$

где m_{GH} и $G_н$ – параметры уравнения кривой усталости; γ_m , γ_c – коэффициенты, характеризующие условия работы передачи; G_{sp} – допускаемая степень повреждения наиболее разрушенной площадки контакта.

Если за обусловленную среднюю величину степени повреждений зубьев принять начало прогрессирующего выкашивания, то $m_{GH} = 4,65$. Тогда, уравнение (1) примет вид

$$б_н^{4,65} N_н = C_G \qquad (13)$$

После подстановки значений (10) и (12) в (13) получим

$$N_н = \frac{C_н + \gamma_c G_{sp}}{\left[0.418\sqrt{\frac{8M_1 K_{нβ} K_к K_ε (u+1) E_{пр}}{вd_1^2 \sin 2\alpha_s}}\right]^{4.65}} \qquad (14)$$

Выражение (14) показывает, что долговечность зубчатых передач зависит от конструктивных, технологических параметров и условий работы зубчатых передач. Одним из путей повышения долговечности зубчатых передач, при ремонте машин является снижение коэффициента неравномерности распределения нагрузки по длине контактных линий зубьев.

Коэффициент неравномерности нагрузки определяли по формуле А.И. Петрусевича [10]

$$K_{нβ} = \frac{q_{max}}{q_{ср}} = 1 + \frac{0.4вc\gamma_\Sigma}{q_{ср}} \pm 0.1\left(\frac{в}{d_1}\right)^2 \qquad (15)$$

где q_{max}, $q_{ср}$ – соответственно максимальное и среднее значение удельной нагрузки; $в$ – ширина зубчатого венца; C – удельная же-

сткость зубьев; γ_{Σ} – угол перекоса осей зубчатых колес; d_1– диаметр делительной окружности ведущей шестерни.

Анализ формулы (15) показывает, что снизить коэффициент неравномерности нагрузки по длине контактных линий зубьев можно путем снижения удельной жесткости зубьев и угла, перекоса осей зубчатых колес. Снизить жесткость самого зуба при ремонте машин не представляется возможности, однако имеется возможность снизить жесткость опор подшипников, что приведет к снижению коэффициента неравномерности распределения нагрузки и ее выравниванию по длине контактных линий зубьев.

Жесткость опор можно изменить нанесением покрытий различной толщины полимерного материала.

С повышением толщины полимерного покрытия, жесткость опор снижается. Вследствие деформации опор под действием передаваемой нагрузки, происходит изменение положения валов передачи, что приводит к относительному смещению зубьев и перераспределению нагрузки по длине контактных линий. Однако чрезмерное увеличение толщины полимерного покрытия приводит к нарушению геометрии зацепления зубчатых колес, т.е. увеличения межосевого расстояния валов, возрастанию бокового зазора между сопряженными зубьями выше допустимых значений.

Используя геометрическую взаимосвязь между реакциями и деформациями опор подшипников, определим минимально допустимую жесткость опор подшипников.

Крутящий момент, передаваемый зубчатыми колесами, создает на опорах реакции $R_н$, направленные параллельно лини зацепления. Деформации опор $б_м$ происходят по линии действия реакций. При этом, межосевое расстояние может увеличиваться до предельно допустимого значения ΔA.

Минимально допустимую жесткость опоры определим, как отношение реакции к деформации опоры подшипника

$$\left[C_м\right] = \frac{R_н}{\left[\delta_м\right]}, \qquad (16)$$

где $R_н$ – реакция опоры, возникающая при передаче крутящего момента, создающего максимальную допустимую деформацию

опоры $[\delta_н]$.

Максимально допустимую деформацию опоры определим из треугольника ОАО.

$$[\delta_м] = \frac{\Delta A}{2\sin\alpha_s} = 1{,}5\Delta A \qquad (17)$$

где α_s – угол зацепления (α_s=20°)

Реакцию опоры $R_н$ – выразим через мощность N, межосевое расстояние А и передаточное отношение u .

Деформация опор подшипников

$$R_н = \frac{M_1}{r_{01}} = 97400\frac{N}{nr_{01}} = 97400\frac{N(u+1)}{nA\cos\alpha_s}, \qquad (18)$$

где r_{01}– радиус делительной окружности шестерни

$$\xi_{01} = \frac{A\cos\alpha_s}{i+1} \qquad (19)$$

Поставляя в (16) значения (17) и (18) определим

$$[C_м] = \frac{6770T}{nA\Delta\Phi}(u+1) \qquad (20)$$

Опоры зубчатых передач с посадками подшипников, восстановленными нанесением покрытий из раствора полимера, обеспечат нормальную работу передачи, если их жесткость не ниже минимально допустимой величины $[C_м]$, определяемой по формуле (20).

$$[C_м] \le C_{an} \qquad (21)$$

где C_{an} – жесткость опоры.

Определим жесткость опор подшипников зубчатых передач с посадками, восстановленными полимерными материалам.

Подшипник качения установлен на металлическом валу диаметром $d_в$. При отсутствии внешней нагрузки P в подшипнике имеется радиальный зазор Δ_R. Подшипник с полимерными покрытиями запрессован в корпус с натягом $\Delta_н$. Между наружным кольцом подшипника и металлическим корпусом образуется полимерная втулка длиной $в$ и толщиной h. Для решения поставленной задачи используем основные уравнения теории упругости и пла-

стичности. Основные допущения при решении задачи сводятся к следующему: корпус и вал принимаются абсолютно жесткими, так как модуль упругости металла на три порядка превышает модуль упругости полимера; смещение вала вдоль оси подшипника отсутствует.

Радиальная жесткость подшипников узла с полимерным покрытием определим по формуле

$$C_{on} = \frac{F_r}{\delta_r} \tag{22}$$

где F_r – радиальная нагрузка на опор подшипника; δ_r – радиальная податливость (деформация) подшипникового узла под нагрузкой;

$$\delta_r = \delta_r^1 + \delta_r^{11}, \tag{23}$$

где δ_r^1 – суммарная податливость подшипника в зоне наиболее нагруженного шарика; δ_r^{11} – радиальная перемещения полимерного покрытия.

Суммарная податливость подшипника в зоне наиболее нагруженного тела качения, собранного с предварительными натягом (8)

$$\delta_r^1 = \beta \delta_{ro} \tag{24}$$

где β – коэффициент, учитывающий величину натяга; δ_{ro} – радиальная податливость в зоне наиболее нагруженного тела качения при нулевом зазоре.

Величина δ_{ro} для радиальных шарикоподшипников (8)

$$\delta_{ro} = 5,85 \left(\frac{F_r}{iz} \right)^{2/3} \frac{1}{Д_ш^{1/3}} \tag{25}$$

где i – число рядов тел качения; z – число тел качения в одном ряду; $Д_ш$ – диаметр тела качения.

Радиальная перемещения полимерной втулки, в условиях плоской деформации имеет вид (9)

$$\delta_r^{11} = u_r = X^{-1} p, \tag{26}$$

где X – коэффициент, характеризующий упругие свойства и геометрические размеры полимерной втулки.

$$X = \frac{2G}{1-2\nu}\frac{(1-2\nu)R_2^2 + R_1^2}{R^1\left(R_2^2 - R_1^2\right)} \tag{27}$$

где G и ν - модуль сдвига и коэффициент Пуассона материала полимерной втулки; R_1 и R_2 – внутренний и внешний радиусы втулки; P – нормальное давление действующие на полимерную втулку, которое определяется

$$\mathrm{P} = \frac{F_r}{2\pi R_1 в} \tag{28}$$

где R_1 – радиус наружного кольца подшипника; $в$ – ширина втулки.

В уравнение (27) вместо модуля сдвига подставим модуль упругости

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)} \tag{29}$$

Тогда уравнение (27) примет вид.

$$X = \frac{E}{1+\nu}\frac{R_2^2 + R_1^2}{R_1\left(R_2^2 - R_1^2\right)} \tag{30}$$

Подставляя (28) и (30) в уравнение (26), получим радиальное перемещение (деформацию) полимерной втулки под действием передаваемой нагрузки.

$$\delta_r = \left[\frac{E}{1+\nu}\frac{R_2^2 + R_1^2}{R_1\left(R_2^2 - R_1^2\right)}\right]^{-1}\frac{F_r}{2\pi R_1 в} \tag{31}$$

Минимально допустимая жесткость подшипникового узла зубчатой передач автомобиля, при передаче максимального крутящего момента $M_{лз}^{max}$ – 1220 Нм и отклонении межосевого расстояния 140 мкм, рассчитанная по формуле (20) [*См*]=70 Н/мкм. Радиальная жесткость подшипникового узла с полимерным покрытием из раствора полимера толщиной 0,1мм, вычисления по формуле (22), составляет $C_{оп}$=202 Н/мкм.

Анализируя вышеизложенное, можно прийти к выводу, что жесткость подшипникового узла с подшипником, установленным на упругие опоры, восстановленные из раствора полимерного материала превышает минимально допустимую жесткость. Поэтому полимерный материал можно использовать для восстановления посадок

подшипников зубчатых колес коробок передач автомобилей, а также других машин, у которых допустимая жесткость подшипниковых узлов меньше жесткости подшипниковых узлов с полимерными покрытиями. Жесткость последних можно изменять нанесением покрытий различной толщины, которое создаёт благоприятные, условия для работы зубчатых передач, улучшает распределение нагрузки по длине контактных линий, соответственно, все названное приводит к повышению долговечности зубчатых передач.

Заключение. По результатам теоритических исследований доказано, что долговечность отремонтированных зубчатых передач можно повысить путем создания местной подвижности при установке подшипников качения зубчатых колес на упругих опорах. Преимуществом предложенного метода является создание благоприятных условий для самоустановки сопряженных зубьев под воздействием передаваемой нагрузки, при этом упругость опор подшипников положительно влияет на распределение нагрузки по длине контактных линий зубьев, что приводит к повышению долговечности зубчатых передач.

Список использованной литературы

1. Курчаткин, В.В. Восстановление посадочных мест подшипников полимерными материалами / В.В. Курчаткин. – М.: Высшая школа, 1983. – 80 с.

2. Айрапетов, Э.Л. Расчет контактных напряжений в передачах зацеплением с локализованным контактом зубьев / Э.Л. Айрапетов и др. // Вестник машиностроения. – 1985.

3. Трубин, Г.К. Контактная усталость зубьев прямозубых шестерен. – Тр. ЦНИИТМАШ, 1959, кн.37.

4. Брестнев, О.В. Самоустанавливающиеся зубчатые колеса / О.В. Брестнев. – Мн. Наука и техника, 1982. – 312 с.

5. Заблонский, К.И., Мак С.Л. Пути уменьшения неравномерности давлений по контактирующим поверхностям / К.И. Заблонский, С.Л. Мак. – М.: Машиностроение. Известия вузов, 1963.

6. Решетов, Л.Н. Самоустанавливающиеся механизмы / Л.Н. Решетов. – М.: Машиностроение, 1979. – 334 с.

7. Орлов, А.В. Влияние неточностей валов на условия работы зубчатых передач / А.В. Орлов. – Изд-во АН СССР. – 1967. – 97 с.

8. Шерстобитов, В.Д. Допустимые перекосы осей посадочных отверстий коробок передач / В.Д. Шерстобитов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1982. – № 6. – С.38-40.

9. Решетов, Л.Н. Самоустанавливающиеся механизмы / Л.Н. Решетов. – М.: Машиностроение, 1979. – 334 с.

10. Петрусевич, А.И. Расчет цилиндрических зубчатых передач на прочность и долговечность / А.И. Петрусевич // Справочник машиностроителя, т. 4, кн. I – М.: Машгиз, 1962 – 250 с.

УДК. 621.822.74.004.67/621.792.05

ИЗНАШИВАНИЕ ПОСАДОЧНЫХ МЕСТ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ИХ ВОССТНОВЛЕНИЯ

И.Ж. Тоиров, канд. техн. наук, доцент,
З.Л. Батиров, д-р техн. наук, доцент,
Каршинский инженерно-экономический институт,
г. Карши, Республика Узбекистан
toirov1957@mail.ru

Аннотация. В статье приведена результаты анализа причины изнашивания посадочных месть подшипников качения и предложена перспективные методы восстановления изношенных поверхностей.

Abstract. The article presents the results of the analysis of the causes of wear of the seats of rolling bearings and suggests promising methods for restoring worn surfaces.

Ключевые слова: подшипник, анаэробный герметик, долговечность, оборудования, технология, восстановления, прочность, теория, адгезионная прочность.

Key words: bearing, anaerobic sealant, durability, equipment, technology, recovery, strength, theory, adhesive strength.

Введение. Долговечность машин зависит от ресурса ее составных элементов. Среди последних сельскохозяйственной техники во многом определяется долговечностью неподвижных соединений подшипников качения.

В процессе эксплуатации неподвижность посадки нарушается в результате износа сопряженных поверхностей. Изнашивание посадочных поверхностей подшипников в корпусных деталях и на валах приводит к снижению долговечности машин. По мере роста износа увеличиваются зазоры в соединениях, возникают перекосы, нарастает интенсивность вибраций, ускоряется выкрашивание рабочих поверхностей подшипников и т.д. С увеличением зазора в опорах изменяются зазора в опорах изменяются почти все параметры, характеризующие работу зубьев шестерен. При этом увеличиваются нагрузки на зубья, изменяется распределение нагрузки по длине контактных линий зубьев и т.д. В результате снижается долговечность подшипников, валов, шестерен и других деталей. Например при посадке подшипника 208 с зазором 0,095 мм его долговечность снижается в 1,4 раза, а с зазором 0,139 мм – 1,8 раза по сравнению с расчетной [1].

Для разработки мероприятий по повышению долговечности подшипниковых узлов необходимо знание механизма изнашивания

посадочных мест подшипников качения. В результате многочисленных исследований, проведенных авторами работ [2], установлены причины и механизмы изнашивания посадочных поверхностей корпусных деталей и валов.

В работе [3] автор считает, что износ посадочных мест под подшипники является следствием проворачивания наружного кольца подшипника в гнезде. Процесс проворачивания объясняется возникновением различного рода толчков и вибраций, возникающих при работе машины.

В работах [4] авторы утверждают, что основной причиной проворачивания наружного кольца подшипника в гнезде являются упругая деформация наружной поверхности кольца, возникающая при перекатывании тел качения через нагруженную зону. Кольцо в месте контакта деформируется, впереди катящегося под нагрузкой шарика на кольце образуется выпуклость. По мере выхода шарика на нагруженной зоны выпуклость исчезает, но деформированная часть кольца не может возвратиться в исходное положение из-за трения между кольцом подшипника и поверхностью посадочного отверстия в зоне действия нагрузки. Под действием упругой деформации наружное кольцо подшипника поворачивается в направлении перекатывания шариков.

Автором работы [5] для снижения износа нагруженной зоны беговой дорожки рекомендуется при местном нагружении кольцо подшипника устанавливать в гнезде с зазором или с незначительным натягом, что обеспечит возможность проворота кольца под действием толчков и вибраций. Однако в работах [6] авторы утверждают, что с увеличением зазора скорость изнашивания посадочных поверхностей увеличивается и происходит снижение долговечности подшипников качения. По мнению рядов авторов [7], а увеличением зазора посадки наружное кольца подшипника деформируется и принимает форму эллипса с большой осью, перпендикулярной направлению приложенной нагрузки. Такая форма наружного кольца не позволяет боковым телам качения воспринимать большую нагрузку. Основная нагрузка передается на центральное тело качения, что приводит к снижению долговечности подшипника качения.

В работе [8] указано, что при фреттинг-коррозию происходит разрушение оксидных пленок на поверхности посадочного места

механическим способом, удаление механических частиц с поверхности в тонко размельченном виде, абразивное воздействие оксидов на поверхность трения.

В работе [9] автор считает, что процесс разрушения контактирующих поверхностей при фреттинг-коррозии определяется действием механического и химического факторов, которые тесно взаимосвязаны. Причем в начале развития фреттинг-коррозии интенсивность разрушения поверхностей определяется в основном механическим фактором. В дальнейшем начинает более существенно проявляться химический фактор, вследствие активизации коррозионных процессов в зоне трения.

Таким образом изнашивание посадочных поверхностей происходит в результате многих сложных процессов, протекающих на сопрягаемых поверхностях наружного и внутреннего колец подшипника. Срезаются и сминаются отдельные микронеровности сопрягаемых поверхностей при запрессовке, пластически деформируются микровыступы в зонах фактического контакта в течение первых циклов нагружения. Однако все перечисленные причины не являются основными. Основными причинами износа посадочных мест подшипников качения в процессе эксплуатации являются фреттинг-коррозия и проворот внутренних и наружных колец подшипников.

Основная часть. Сложный механизм фреттинг-коррозии, влияние большого числа факторов на разрушение контактирующих поверхностей затрудняют разработку способов защиты деталей от фреттинг-коррозии. В настоящее время нет универсального способа защиты от этого вида разрушения. Большинство разработанных способов пригодны для частных случаев с конкретными условиями работы соединений.

Способы защиты деталей машин от фреттинг-коррозии подразделяются [10] на конструкторско-технологические и способы защиты от ведущих процессов повреждения.

Конструкторско-технологические способы направлены на предотвращение относительного перемещения контактирующих поверхностей или уменьшение его до величины, не приводящей к значительному развитию фреттинг-коррозии, за счет снижения тангенциальной силы от внешней нагрузки или увеличения силы трения. Увеличить силу трения можно путем повышения коэффи-

циента трения или удельной нагрузки между контактирующими поверхностями в результате снижения площади контакта, увеличенная натяга или применения специальных зажимов. Увеличить коэффициент трения можно путем нанесения гальванических покрытий. Нанесение меди олова приводит к снижению повреждаемости при фреттинг-коррозии.

Эффективным способом защиты металлических поверхностей от фреттинг-коррозии является также размещение между ними промежуточной среды. Для создания промежуточной среды на одну или обе контактирующие поверхности наносят покрытия с малым модулем упругости. В качестве покрытий с малым модулем упругости используют гальванические покрытия, целлюлозу, каучук, резину, клей БДУ-3 и БФ-2, анаэробные герметики и другие полимерные материалы.

К способом защиты поверхностей от коррозионно-усталостного разрушения относятся в первую очередь различные технологические способы обработки поверхностей, повышающие их усталостную прочность и защищающие от коррозионного воздействия окружающей среды. К таким способам относятся упрочнение пластическим деформированием, поверхностная закалка токами высокой частоты, химико-термическая обработка. К способом защиты поверхностей от коррозионно-усталостных процессов относятся также способы, снижающие коэффициент трения и исключающие окислительную среду в зоне контакта. Это достигается нанесением на поверхность деталей различных пленок и покрытий, применением смазок.

Контактирующие поверхности от воздействия коррозионной среды защищают нанесением пластмассовых и гальванических покрытий, лаковых и клеевых пленок. Слой олова толщиной 1…2 мкм повышает наносостойкость стали 45 в условиях фреттинг-коррозии в 4…5 раз.

Наиболее просто реализовать приведенные рекомендации по повышению долговечности неподвижных соединений подшипников качения при ремонте машин можно путем их восстановления анаэробными герметиками. При этом отсутствует контакт металлических поверхностей, затрудняется проникновение в неподвижное соединение коррозионной и образование окислительной среды, отсутствует схватывание, ликвидируются зазоры посадки, снижаются

динамические нагрузки и предотвращается проворачивание колец подшипников

Анаэробные герметики представляет собой многокомпонентные жидкие составы, способные длительное время храниться на воздухе без изменения свойств и быстро отверждаться при температурах 20…25°С без доступа воздуха с образованием прочного твердого полимера [11].

Анаэробные герметики обладают очень хорошей адгезией к металлам, стойкостью к воздействию масел, моторных, топливных, кислот и других химических веществ. Интервал рабочих температур анаэробных герметиков от минус 60 до плюс 150°С.

Анаэробные герметики обладают высокой проникающей способностью, они хорошо заполняют микродефекты сварных швов, прессовых соединений, позволяют упростить процесс сборки деталей и повысить их надежность.

Скорость отверждения и время достижения полной прочности анаэробных герметиков зависят от температуры, времени выдержки, толщины слоя и активности металла.

Технологический процесс фиксации подшипника качения анаэробным герметиком заключается в зачистка посадочных поверхностей от коррозии; их обезжиривании тампоном, смоченным в ацетоне; нанесении герметика на сопрягаемые поверхности и разравнивании его с помощью кисти; сборка и центрировании соединяемых деталей отверждении герметика до схватывания; удалении центрирующего приспособления; окончательном отверждении герметика.

Заключение. Исследование показали, что нанесение герметика на соединяемые поверхности при посадке с натягом способствует значительному увеличению статической прочности неподвижного соединения. При этом усилия распрессовки соединений, собранных с нанесением герметиков АН-6К и УГ-8, близки между собой. Так, при установке внутреннего кольца подшипника на вал с натягом 10 мкм усилие распрессовки составляет 4,25 кН, а при установке с этим же натягом и нанесением герметика усилие распрессовки составляет 22,5 кН. С увеличением натяга на 20 мкм усилие распрессовки возрастает соответственно на 6,75 и 23 кН. В первом случае усилие распрессовки увеличилось в 5,3 раза, а во втором – в 3,4 раза.

Усилия распрессовки неподвижных соединений, восстановленных анаэробными герметиками, зависят от величины зазора до восстановления. С увеличением этого зазора и, следовательно, с увеличением толщины клеевого слоя усилия распрессовки снижаются.

Стендовые испытания показали, что долговечность неподвижных соединений, восстановленных анаэробными герметиками, зависит от зазора до восстановления. С увеличением зазора долговечность неподвижных соединений снижается. Посадки наружных колец подшипников качения рекомендуется восстанавливать анаэробными герметиками при зазорах: УГ-8 – 0,18 мм, АН-6К – 0,27 мм.

Список использованний литературы

1. Ибилдаев, Б. Долговечность подшипников качения сельскохозяйственной техники с посадками, восстановленными герметиком 6Ф. дис. … канд. техн. наук. – М., 1986 – 158 с.

2. Дунаев, А.В. Исследование и обоснование при капитальном ремонте размеров посадочных гнезд корпуса коробок передач трактора класса 3 тс. Дис. … канд. техн. наук. – М., 1974 – 234 с.

3. Беркович, М.С. Исследование и повышение долговечности подшипниковых узлов тракторных трансмиссий. дис. … канд. техн. наук. – М., 1972 – 130 с.

4. Калашников, А.Г. Ремонт базисных деталей тракторов / А.Г. Калашников – Киев: Урожай, 1965. – 280 с.

5. Мудрук, А.С. Исследование износа посадочных поверхностей под подшипники качения в корпусных деталях трактора / А.С. Мудрук //Труды ГОСНИТИ, – 1971, Т.31. – С. 2–13.

6. Калашников, А.Г. Ремонт базисных деталей тракторов / А.Г. Калашников– Киев: Урожай, 1965. – 280 с.

7. Кулинский Г.А. Исследование и разработка технологического процесса восстановления неподвижных соединений деталей машин эпоксидными композициями. дис. … канд. техн. наук. – Киев, 1970. – 137 с.

8. Ли Р.И. Восстановление неподвыжных соединений подшипников качения сельскохозяйственной техники полимерными материалами, М.: 2001.

9. Ли, Р.И. Повышение долговечности подшипниковых узлов, восстановленных полимерными материалами, посредством обеспечения теплового баланса / Р.И. Ли, А.В. Бачаров, И. Тоиров // Вестник МГАУ. – 2007. – №1.

10. Тоиров, И.Ж. Восстановление неподвижных соединение подшипников качения анаэробными герметиками. дис….канд. техн наук. – М. –1990. – 172 с.

11. Batirov, Z.L. Fertilizer chisel cultivator fertilizer for applying fertilizer under cotton rows / Z.L. Batirov, M.S. Xalilov // International Scientific and Practical Conference “WORLD SCIENCE”. 2016. –№ 2 (6). – 56–59 pp.

УДК 629. 02

ОСОБЕННОСТИ ВЫПУСКНОЙ СИСТЕМЫ ДВИГАТЕЛЯ КАК ОСНОВНОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ И ЭКОЛОГИЯ

С.В. Алтухов, канд. техн. наук, доцент,
Т.А. Алтухова, канд. техн. наук, доцент
А.Р. Сухаева, канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского», Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный
sergeialtuhov@bk.ru

Аннотация. Становлению агропромышленного комплекса на качественно новый уровень развития способствует решение целого ряда приоритетных задач. Одной из важнейших проблем является эффективная поддержка со стороны аграрной науки. Не составляет исключение в этом аспекте разработка технических средств и технологий сельскохозяйственного производства. Большое значение в современном аграрном секторе отводится применению автотракторной техники для выполнения производственных процессов. Ключевым источником энергии тракторов и автомобилей в настоящее время являются поршневые двигатели внутреннего сгорания. Наибольшее распространение на сегодняшний день в качестве горючего нашли бензиновое, дизельное, а также газообразное топливо. В то же время во весь рост становится проблема выброса вредных веществ в окружающую среду эксплуатируемыми силовыми агрегатами. В результате выполненной работы исследованы особенности выпускной системы поршневых двигателей внутреннего сгорания. Установлены факторы, влияния отработанных газов на окружающую среду.

Annotation. The formation of the agro-industrial complex to a qualitatively new level of development is facilitated by the solution of a number of priority tasks. One of the most important problems is effective support from agricultural science. The development of technical means and technologies for agricultural production is no exception in this aspect. Great importance in the modern agricultural sector is given to the use of automotive and tractor equipment for the implementation of production processes. Reciprocating internal combustion engines are currently the key source of power for tractors and automobiles. The most widely used fuels today are gasoline, diesel, and gaseous fuels. At the same time, the problem of the emission of harmful substances into the environment by operated power units is becoming full-scale. As a result of the work performed, the features of the exhaust system of reciprocating internal combustion engines were studied. Factors, influence of exhaust gases on the environment are established.

Ключевые слова: сельскохозяйственное производство, аграрная наука, автотракторная техника, вредные выбросы, экология.
Key words: agricultural production, agricultural science, automotive equipment, harmful emissions, ecology.

Введение. Становлению агропромышленного комплекса на качественно новый уровень развития способствует решение целого ряда приоритетных задач. Одной из важнейших проблем является эффективная поддержка со стороны аграрной науки [1, 2]. Не со-

ставляет исключение в этом аспекте разработка технических средств и технологий сельскохозяйственного производства [3, 4]. Большое значение в современном аграрном секторе отводится применению автотракторной техники для выполнения производственных процессов.

Ключевым источником энергии тракторов и автомобилей в настоящее время являются поршневые двигатели внутреннего сгорания. Наибольшее распространение на сегодняшний день в качестве горючего нашли бензиновое, дизельное, а также газообразное топливо. В то же время во весь рост становится проблема выброса вредных веществ в окружающую среду эксплуатируемыми силовыми агрегатами.

Исследование особенностей выпускной системы поршневых двигателей внутреннего сгорания. Установление влияния отработанных газов на окружающую среду.

Основная часть. Выхлопные газы обладают высокой степенью токсичности, они представляют опасность для окружающей среды и, в частности, для человека. Все дело в тех веществах, которые образуются при сгорании топлива и выбрасываются в атмосферу [5, 6].

Для человека наиболее опасны оксиды азота, угарный газ, а также многие углеводороды, являющиеся канцерогенами. Для окружающей среды наиболее опасны вещества, оказывающие губительный эффект на животных и растения, а также участвующие в образовании смога. При появлении первых автомобилей вопрос об их экологической безопасности не вставал, но люди отмечали, что машины портят воздух своими выхлопными газами. Остро этот вопрос встал во второй половине прошлого века, а в начале 90-х годов в Европе приняли пакет законов, направленных на контроль экологической безопасности и снижение выбросов отработанных газов.

В 1992 году в Европе начал действовать экологический стандарт «Евро 1», а в 1995 году – «Евро 2», и именно с введением «Евро 2» для всех новых бензиновых двигателей стало обязательным наличие каталитического нейтрализатора в выпускной системе. В дизельных двигателях нейтрализатора оказалось недостаточно, поэтому с вступлением в силу стандарта «Евро 4» (2005 год) в дизелях стало обязательным наличие сажевого фильтра. Каждый новый стандарт «Евро» заменял собой предыдущие стандарты и значительно ужесточал требования по экологической безопасности. Уже сейчас многие нормы стандартов «Евро 1» – «Евро 3» считаются не

просто устаревшими, а просто-напросто запрещены, так как по сегодняшним меркам они слишком опасны для природы и человека.

Сегодня речь идет уже о стандарте «Евро 6» (вступил в силу в 2015 году), и по нему выхлоп бензинового двигателя должен содержать в 2,5 раза меньше оксидов азота и угарного газа, чем мотор стандарта «Евро 3». А содержание взвешенных частиц (сажи) дизельных двигателей стандарта «Евро 6» должно быть в десять раз меньше, чем по стандарту «Евро 3».

Погоня за экологической безопасностью – это, безусловно, хорошо, но она имеет и обратную сторону. Главная проблема экологичных двигателей в том, что они менее мощные, чем их неэкологичные собратья – дело здесь и в составе топлива, и в режиме сгорания топливно-воздушной смеси, и в необходимости пропускать выхлопные газы через катализаторы и фильтры. Но с этой потерей мощности и усложнением конструкции мотора приходится мириться, потому что окружающая среда нуждается в защите.

С целью снижения величины эмиссии в окружающую среду токсичных элементов, входящих в состав выхлопных газов мотора по причине испарения и неполного сгорания горючего, а также для поддержания необходимой эффективности отдачи двигателя, в том числе снижения расхода топлива, мобильные технические средства оснащаются комплексом специальных систем, которые можно сформулировать как системы управления двигателем, включая снижение токсичности выхлопных газов. Рассмотрим системы, которые получили наиболее широкое распространение.

1. Управление дозированием топлива. Контроль состава топливовоздушной смеси выполняют системы управления подачей топлива. В случае, когда значение коэффициента избытка воздуха λ=0,9 двигатель функционирует с наибольшей мощностью и крутящим моментом. Максимальная экономичность и минимальные выбросы CO и CH демонстрируются при функционировании на смесях с коэффициентом λ=1,1. Однако количество в выпускных газах оксидов азота при этом достигает максимального значения. Для работы мотора на холостых оборотах состав горючей смеси должен соответствовать значению коэффициента λ=0,9–1,05. Режим принудительного холостого хода (в случае торможения двигателем) дает возможность полного отключения подачи горючего в цилиндры. Выбросы токсичных элементов будут отсутствовать.

2. Рециркуляция выпускных газов. Направление некоторой части выхлопных газов вновь в камеру сгорания (рециркуляция) осуществляется для уменьшения значения температуры сгорания горючей смеси для снижения формирования оксидов азота и расхода топлива. Но это ведет к снижению мощности двигателя. Рециркуляция выпускных газов (система EGR) выполняется двояким путем: 1) внутренней рециркуляцией, которая обеспечивается управлением фазами газораспределения, и главным образом перекрытием клапанов; 2) внешней рециркуляцией, когда выхлопные газы направляются на выходе из выпускного коллектора и через систему клапанов поступают вновь в камеру сгорания.

3. Вентиляция картера двигателя. Поскольку токсичность картерных газов во много раз превышает токсичность отработавших, их выпуск в окружающую среду запрещен. В процессе функционирования двигателя картерные газы с помощью системы вентиляции картера направляются во впускной тракт мотора, где смешиваются с рабочими газами и после этого на такте впуска перемещают в цилиндр для осуществления дожигания.

4. Термическое дожигание выхлопных газов. Дожигание элементов выхлопных газов, которые не успели сгореть в цилиндре мотора, выполняется в выпускной системе, в которую специальным устройством нагнетают дополнительный воздух, используемый для осуществления реакции дожигания. С внедрением систем очистки отработавших газов путем каталитической очистки термическое дожигание применяется уже реже.

5. Каталитическое дожигание. Процесс дожигания отработавших газов выполняется в специальном устройстве – каталитическом нейтрализаторе. Он устанавливается в собственно системе выпуска отработавших газов и крепится под днищем транспортного средства. Конструкция нейтрализатора включает в себя керамический блок, который покрыт каталитическим материалом (металлы Pt, Rh, Rd). Нейтрализаторы, использующие принцип окисления, выполняют окисление CO и CH за счет остаточного кислорода в обедненных или бедных смесях, в том числе подачи в систему дополнительной порции воздуха. Нейтрализаторы восстановительного типа формируют NOx до абсолютно безвредного азота. Двухкомпонентные нейтрализаторы содержат в себе нейтрализаторы обоих типов. Нейтрализаторы трехкомпонентные (селективные каталитические нейтрализаторы) с λ-зондом в настоящее время являют собой наиболее эф-

фективную систему очистки отработавших газов. Кислородный датчик (λ-зонд) этой системы применяется для точного расчета соотношения воздуха и топлива в используемой горючей смеси.

6. Системы с обратной связью (λ-регулирование). Эта система осуществляет нейтрализацию веществ, представляющих вред для экологии в отработавших газах до 96 %. В системе установлены два кислородных датчика. Один датчик монтируется непосредственно перед каталитическим нейтрализатором, другой крепится после него. Датчики, выполняют измерение количество свободного кислорода в выпускных газах, посредством системы управления подачей горючего формируют состав топливовоздушной смеси, поступающей в цилиндры мотора. Для осуществления необходимой очистки выпускных газов нейтрализатором двигатель должен функционировать в узком диапазоне значений $\lambda=1\pm0{,}005$, который имеет название «окно» каталитического нейтрализатора.

Заключение. Таким образом, в результате выполненной работы исследованы особенности выпускной системы поршневых двигателей внутреннего сгорания. Установлены факторы, влияния отработанных газов на окружающую среду.

Список использованной литературы

1. Алтухов, С.В. Анализ гидродинамических характеристик распылителей форсунок ДВС / С.В. Алтухов и др. // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 3. – С. 3–6.

2. Шуханов, С.Н. Интерпретация качественных показателей функционирования двигателя УЗАМ-331.10 при работе на газообразном топливе / С.Н. Шуханов // Известия Международной академии аграрного образования. – 2020. – № 51. – С. 32–36.

3. Аносова, А.И. Методика определения безотказности и поиска неисправностей при диагностировании технических средств / А.И. Аносова, О.Н. Хороших // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 6 (92). – С. 181–183.

4. Shukhanov, S.N. Influence of air temperature on warming up the engine of automotive vehicles / S.N. Shukhanov, A.V. Kuzmin, G.N. Polyakov, A.R. Sukhaeva, V.D. Kovalivnich // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International Scientific and Practical Conference "Ensuring Sustainable Development in the Context of Agriculture, Green Energy, Ecology and Earth Science – Green Energy and Earth Science – 2021. – С. 052003.

5. Сотникова, М.В. Анализ и прогнозирование выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от автотранспортного комплекса / М.В. Сотникова, В.С. Демьянова, Р.А. Дярькин, А.Ш. Канеева // Экология и Промышленность России. – 2008. – №7. – С. 29–31.

6. Jandacka, D. The contribution of road traffic to particulate matter and metals in air pollution in the vicinity of an urban road / D. Jandacka, D. Durcanska, M. Bujdos. // Transportation research part Dtransportation and environment. – 2017. – No.50. – PP. 397–408.

УДК 621.892

МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ТВЕРДОСТИ, НАГРУЗКИ И КОНЦЕНТРАЦИИ ПРИСАДКИ НА ПАРУ ТРЕНИЯ

С.В. Стребков, канд. техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия
Strebkov_SV@bsaa.edu.ru

Аннотация: математическая модель для определения оптимума концентрации противоизносной присадки при компенсации нестабильности технологических значений полученной твердости поверхности трения после восстановления и последующей термообработки.

Abstract: mathematical model for definition of an optimum of concentration of antiwear additive at compensation of instability of technological values of the received hardness of a surface of friction after restoration and the subsequent heat treatment.

Ключевые слова: трибологическая система, активный трехфакторный трехуровневый эксперимент, план Бокса-Бенина, матрица, износ, твердость, коленчатый вал, восстановление.

Keywords: tribological system, active three-factorial trekhurovnevnevy experiment, plan of Boxing Benin, matrix, wear, hardness, bent shaft, restoration.

Введение. При изготовлении коленчатых валов двигателей внутреннего сгорания поверхности шатунных и коренных шеек подвергают поверхностной закалке токами высокой частоты на глубину до 4 мм. Этот процесс характеризуется нестабильностью твердости как по глубине, так и по длине поверхности шейки. В процессе эксплуатации шейки подвержены гидроабразивному изнашиванию и для восстановления работоспособного состояния используют метод ремонтных размеров при слесарно-механической обработке. Однако в этих случаях могут наблюдаться нестабильность значений твердости по как по глубине шейки, так и по ширине. С твердостью напрямую связана износостойкость сопряжения и его ресурс. Компенсировать снижение износостойкости поверхностей трения возможно введением в смазочный материал дополнительно противоизносные присадки. При этом стоит задача обоснования ее концентрации в зависимости от несоответствия твердости. В этом случае можно обеспечить необходимый управляемый уровень надежности объектов после ремонта [1, 2].

Основная часть. Для трибологической системы с неизвестным значением износа уравнение регрессии реализуется полиномом

второго порядка и имеет вид:

$$I = a_0 + a_1 HRC + a_2 N + a_3 C + a_{12} HRC \cdot N +$$

$$+ a_{13} HRC \cdot C + a_{23} N \cdot C + a_{11} HRC^2 + a_{22} N^2 + a_{33} C^2, \quad (1)$$

где I – величина износа, мг; N – нагрузка, Н; HRC – твердость, ед.; С – концентрация, %; a_0, a_1, a_2, a_3, a_{12}, a_{13}, a_{23}, a_{11}, a_{22}, a_{33} – коэффициенты, характеризующие свободный член уравнения, линейные и квадратичные эффекты взаимодействия соответствующих факторов.

Выражение (1) описывает изменение износа в зависимости от твердости поверхности трения, нагрузки и концентрации противоизносной присадки и определяет механизм действия присадки при формировании защитных вторичных структур на поверхности трения. Выявить закономерности возможно при проведении активного трехфакторного трехуровневневого эксперимента. Одновременно с выявлением влияния вышеперечисленных факторов на износ, при проведении испытаний, определяли их влияние на коэффициент трения и температуру масла, что так же являются характеристикой трибологических свойств сопряжения «деталь – среда – деталь».

При регрессионном анализе требования к влияющим факторам следующие [3, 4, 5]:

- факторы должны быть управляемыми, то есть должна быть возможность придавать фактору любой уровень в области его определения и строго поддерживать в течение всего опыта;
- факторы должны быть однозначными, то есть не являться функциями других факторов;
- факторы должны быть совместимыми, то есть каждый фактор может быть зафиксирован на любом заранее определенном уровне вне зависимости от других факторов;
- факторы должны быть независимыми друг от друга, то есть между ними должна отсутствовать корреляция.

В данном случае все вышеназванные факторы полностью соответствуют предъявляемым требованиям.

Для эксперимента, в котором три фактора изменяются на трех уровнях, наиболее приемлемым является трехуровневый план второго порядка Бокса-Бенкина. Он состоит из 15 опытов, тогда как при полном факторном эксперименте требуется 27. Несмотря на

неортогональность предлагаемого плана, он более предпочтителен, чем центральные композиционные планы второго порядка, так как не требует установку факторов в звездных плечах, за первоначально выбранными пределами варьирования. Это при постановке такого рода эксперимента представляет значительные трудности. Трехуровневый план Бокса-Бенкина для трех факторов является почти рототабельным и имеет высокую эффективность по всем критериям оптимальности (e^D=0.879; e^A=0.935; e^Q=0.957; e^E=0.739) [6, 7].

Область варьирования твердости рабочей поверхности образца (ролика) составляет 35…55 HRC с шагом 10 единиц. Верхнее значение твердости рабочей поверхности (55 HRC) соответствует номинальной твердости шеек коленчатого вала. Нижнее значение (35 HRC) – твердости после восстановления наплавкой.

Нагрузку изменяли в диапазоне 700…1000 Н с шагом 150 Н. В качестве верхнего предела нагружения принята наибольшее значение нагрузки, при котором испытание проходило без схватывания и задира. В качестве нижнего предела нагружения установлено значение нагрузки, при которой за время испытания наблюдался износ, фиксируемый выбранным способом.

Концентрация противоизносной присадки в смазочный материал изменялась в диапазоне от 0 до 1 % по массе с шагом 0,5 %. Нижнее значение диапазона соответствует испытанию на чистом товарном масле. Верхнее значение соответствует максимальной рекомендуемой концентрации присадки, при которой произошла стабилизация износа.

Таблица 1 – Уровни факторов и интервалы варьирования

Уровни факторов	Натуральные значения			Кодовые		
	Концентрация присадки, %	Твердость, HRC	Нагрузка, Н	X_1	X_2	X_3
	X_1	X_2	X_3			
Интервал , варьирования	0…1	35…55	700…1000	–	–	–
Основной уровень	0,5	45	850	0	0	0
Верхний уровень	1	55	1000	+1	+1	+1
Нижний уровень	0	35	700	-1	-1	-1

Для исключения систематической погрешности перед проведением экспериментов необходимо провести рандомизацию вариан-

тов варьирования факторов. При помощи таблиц равномерно распределенных чисел, формируют последовательность реализации матрицы планирования эксперимента в каждой серии опытов.

Заключение. Практическая ценность предлагаемой методики позволяет получить математическую модель для определения оптимума концентрации противоизносной присадки при компенсации нестабильности технологических значений полученной твердости поверхности трения после восстановления и последующей термообработки [8].

Список использованной литературы

1. Коломейченко, А.В. Надежность технических систем / А.В. Коломейченко, Ю.А. Кузнецов, В.Н. Логачев, Н.В. Титов – Орел, 2013. – 198 с.
2. Стребков, С.В. Технология ремонта машин : учеб. пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов. – М. : ИНФРА-М, 2017. – 222 с.
3. Веденяпин, Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработка опытных данных. 3-е изд. доп. и перераб. / Г.В. Веденяпин. – М.: Колос, 1967. – 199 с.
4. Мельников, С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / В.Р. Алешкин, П.М Рощин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1980. – 168 с.
5. Налимов, В.В. Логические основания планирования эксперимента / В.В. Налимов. – 2 – е изд. перераб. и доп. – М.: Металургия, 1981. – 151 с.
6. Маркова, Е.В. Планирование эксперимента в условиях неоднородностей / А.Н. Лисенков. – М.: Наука, 1973. – 219 с.
7. Box G.E.P. Technometrics / D.W. Behnken. – 1960. – V.2. – № 4. – P. 27–34.
8. Стребков, С.В. Качество моторного масла как фактор обеспечения эксплуатационной надежности двигателей КАМАЗ до- и после ремонта / С.В. Стребков, В.П. Ветров // Техника и оборудование для села. – 2003. – № 12. – С. 26–28.

УДК 621.43.016.

ДИАГНОСТИКА ДИЗЕЛЕЙ ПО ПАРАМЕТРАМ ПНЕВМО-ПУЛЬСИРУЮЩЕГО ПОТОКА ПРИ РАБОТЕ НА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДАХ ТОПЛИВА

Ю.А. Шамарин[1], доцент, канд. техн. наук,
И.И. Руденко[2], соискатель
[1]МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, [2]РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева

Аннотация: В статье проведен анализ современного состояния вопроса о диагностике автомобилей при работе на альтернативном топливе, отмечена склонность большего применения электронных и компьютерных технологий, что способствует увеличению оперативности и достоверности ее результатов при одновременном снижении трудоёмкости. Отмечено, что диагностика машин, проводи-

мая с использованием внешних и встроенных средств мониторинга, позволяет определять техническое состояние механизмов и систем машин без их разборки, прогнозировать срок службы, фактически управлять его техническим состоянием, назначать профилактические работы и выполнять их в процессе технического обслуживания и ремонта.

Abstract: The article analyzes the current state of the issue of car diagnostics, notes the tendency to use more electronic and computer technologies, which contributes to increasing the efficiency and reliability of its results while reducing the complexity. It is noted that the diagnostics of machines, carried out using external and built-in monitoring tools, allows you to determine the technical condition of mechanisms and systems of machines without disassembling them, predict the service life, actually manage its technical condition, assign preventive work and perform them in the process of maintenance and repair.

Ключевые слова: диагностика, контроль, мониторинг, метод, аналитическая информация, отказ, индикатор, комплекс, тестер.

Keywords: diagnostics, control, monitoring, method, analytical information.

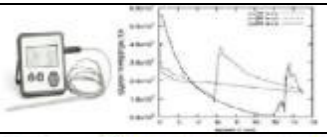
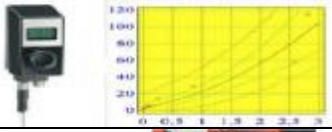
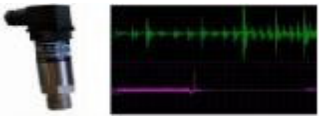
Введение. Основной задачей диагностики является своевременное и оперативное обнаружение неисправностей с целью предотвращения их перерастания в сложные ресурсные отказы. Здесь необходимо констатировать, что известные диагностические методы и инструменты не позволяют в большинстве случаев проводить низко трудоемкую и быструю работу как при поиске неисправностей, так и при выполнении более низких видов обслуживания. Эту задачу позволяет решить индикаторная диагностика, главное преимущество которой – малая трудоёмкость применения и высокая оперативность выявления неисправностей [3, 4].

Основная часть. Причины отказов и неисправностей обычно можно разделить на два типа: субъективные и объективные. К субъективным неисправностям относятся: неисправность оборудования, нарушение правил обслуживания, заправка топливом низкого качества и смазочные материалы, а также человеческий фактор. К объективным же относят: естественный износ в процессе эксплуатации техники, воздействия внешней среды.

Первоначально можно отметить следующие средства индикаторной диагностики таблица 1.

В данной работе рассмотрим более подробно пневматический метод, который позволяет при наличии измерительного прибора и компьютерной программы оценивать состояние наиболее критичных ресурсоопределяющих параметров дизеля по пульсациям давления потока газа.

Таблица 1 – Основные методы и средства диагностирования

Метод индикаторной диагностики	Контролируемый параметр (пример)	Средство индикаторной диагностики	Графическое и аналитическое выражение
Тепловой	Градиент температуры поверхности	Термощуп	
Оптической	Оптическая плотность выхлопных газов	Индикатор оптической плотности и цвета	
Эндоскопический	Состояние поршневых колец/клапанов	Технический эндоскоп	
Акустический	Присутствие аномальных стуков	Технический стетоскоп	
Вибрационный	Амплитуда виброимпульса	Виброиндиктор	
Пневматический	Расход и пульсация давления картерных газов, давление наддува и т.д.	Индикатор картерных газов, датчик давления, компрессометр	

Данный метод основан на измерении расхода картерных газов, давления наддува, а также пульсации давления в картерном пространстве и во впускном и выпускном коллекторах и имеет две основные составляющие:

1) Измерение расхода картерных газов и пульсации давления в картерном пространстве. Расход картерных газов показывает степень неплотности следующих сопряжений ЦПГ:

- гильза-компрессионное кольцо;
- компрессионное кольцо-канавка поршня;

- газовый стык компрессионного кольца

По мере закоксовки колец и износа элементов ЦПГ увеличиваются зазоры, следовательно увеличивается прорыв газов в картерное пространство. При этом количество газов, выделяющееся через сапун либо маслозаливную горловину, функционально связано с неплотностями в ЦПГ. Фиксируя электрическим датчиком с последующим выводом на монитор переменное давление в картерном пространстве по пиковым пульсациям упомянутого давления, становится возможным оценить относительную неплотность цилиндров, тем самым, выявив аномальный с точки зрения неплотности цилиндр, то есть брак.

2. Пульсации давлений во впускном и выпускном коллекторах. Клапаны газораспределительного механизма (ГРМ) работают с фазами опережения и запаздывания относительно нижней мёртвой точки (НМТ). Из этого следует, что во впускном коллекторе появляются так называемые «обратные волны», характеризующие работу клапанов, в частности, момент закрытия клапана.

Пульсации выхлопа связаны не с фазами, а с энергией выхлопа данного цилиндра: чем больше полнота сгорания, тем больше энергия выхлопных газов. Если установить датчики давления во впускной и выпускной коллекторы и засинхронизировать пульсации относительно угла поворота коленчатого вала, то можно найти причину, например, уменьшения мощности по цилиндрам, то есть, неравномерность нагружения цилиндров. Этот тест проводится в режиме прокрутки стартером. Для блокировки пуска двигателя нужно отключить систему зажигания и/или систему подачи топлива. Если двигатель исправен, осциллограмма разрежения во впускном коллекторе имеет форму близкую к синусоиде [1, 5, 6].

Разработка новых датчиков и методов диагностики позволяет использовать новые диагностические инструменты. Прежде всего, это различные сканеры и тестеры, предназначенные для решения задач экспресс-диагностики и связанные с управлением через персональный компьютер. Наиболее распространенным является тестер MotoDoc III как прибор для индикаторной диагностики (рис. 1).

Комплекс MotoDoc III предназначен для устранения неисправностей в различных системах бензиновых ДВС и дизельных двигателей. Комплекс в равной степени применим как к механическим системам управления двигателем, так и к электронным. Устройство

представляет собой программно-аппаратный комплекс, состоящий из аналого-цифрового преобразователя, серии датчиков и программного обеспечения.



Рисунок 1 – Общий вид прибора MotoDoc III с подключенными датчиками

Дополнительные возможности для улучшения рассмотренного метода основаны на разработке новых версий электронных тестеров, программного обеспечения и датчиков, переходных устройств и устройств, которые адаптированы к особым условиям эксплуатации [7, 8].

Заключение. В заключении можно отметить, что применение современных методов и средств индикаторной диагностики: позволяют в большинстве случаев проводить низко трудоемкую и быструю работу как при поиске неисправностей, так и при выполнении более низких видов обслуживания, а также с большей вероятностью оценивать состояние наиболее критичных ресурсоопределяющих параметров дизеля, особенно при применении альтернативных видов топлива.

Список использованной литературы

1. Корнеев, В.М. Технология ремонта машин / В.М. Корнеев [и др.] – М.: Инфра – М, 2018. – 314 с.
2. Синельников, А.Ф. Основы технологии производства и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования / А.Ф. Синельников. – М.: Академия, 2014. – 320 с.
3. Чепурин, А.В. Надежность технических систем / А.В. Чепурин [и др.] – М.: РГАУ – МСХА, 2017. – 293 с.
4. Кравченко, И.Н. Технологические процессы в техническом сервисе машин и оборудования / И.Н. Кравченко [и др.] – М.: Инфра – М, 2017. – 346 с.
5. Чечет, В.А. Диагностика, надёжность и ремонт машин / В.А. Чечет [и др.] – М.: МГАУ им. В.П. Горячкина, 2001.
6. Чечет В.А. Диагностирование системы топливоподачи высокого давления автотракторных дизелей / В.А. Чечет, А.М. Алиев. – М.: МГАУ им. В.П. Горячкина, 2010 – 16с.

7. Апатенко А.С. Влияние биотопливных композиций в дизельном топливе на параметры двигателя / А.С. Апатенко, И.И. Руденко, А.С. Прибытков // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2022. – №3 – С. 24–27.

8. Шамарин Ю.А. Использование цифровых решений в конструкциях оборудования для диагностирования топливной аппаратуры дизелей лесных машин / Ю.А. Шамарин, И.И. Руденко // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК «Материалы XII Международной научно-практической интернет-конференции «ИнформАгро-2020»; Инновационные технологии и технические средства для АПК. – ФГБНУ Росинформагротех, 2020. – С. 519–521.

УДК 669.3

ОБОСНОВАНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ГИБРИДНЫХ ТЯГОВО-ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Н.М. Тамбовский, магистр Д-М227 группы
Н.Н. Пуляев, канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»
pulyaev@rgau-msha.ru

Аннотация: На основании тенденции будущего производства будет сформирована новая производственная среда с связанными между собой производственными машинами и человеческим взаимодействием, а производители, исследователи и правительство будут работать вместе над созданием цифровых заводов будущего. Эксплуатационники смотрят в будущее, чтобы выжить в этой среде, которая будет постоянно развиваться и меняться проводят много работ по адаптации к промышленной революции. В рамках этого направления в нашей статье мы рассмотрим современное цифровое инструментальное обеспечение, которые занимают важное место при техническом обслуживании гибридных автомобилей.

Abstract: Based on the trend of the future production, a new production environment with interconnected production machines and human interaction will be formed, and manufacturers, researchers and government will work together to create the digital factories of the future. The exploiters are looking to the future to survive in this environment that will constantly evolve and change, doing a lot of work to adapt to the industrial revolution. Within this direction, in our article we will consider modern digital tooling, which occupy an important place in the maintenance of hybrid vehicles.

Ключевые слова: диагностические средства, техническое обслуживание, гибридная силовая установка.

Key words: diagnostic tools, maintenance, hybrid power plant.

Введение. Анализ литературных источников по оценке работоспособности технических систем [1,2] показал, что в среднем гибридные автомобили работают лучше по надежности, чем полно-

стью электрические или подключаемые гибриды. В общей сложности семь гибридных легковых автомобилей были сертифицированы на «гарантированную» надежность - большинство из них с вариантом трансмиссии от «первопроходца» гибридных автомобилей Toyota Prius. Ни один из гибридов не получил оценки «ниже среднего» [3].

Электромобили, работающие только от аккумуляторов, показали в большей степени неудовлетворительные результаты: городской электромобиль BMW i3 в основном имел проблемы с приводом; владельцы Tesla Model S назвали очень много недостатков. Единственный в мире самый продаваемый электромобиль Nissan LEAF получил рейтинг «средней» надежности [3].

Надежность автомобилей как с гибридными силовыми установками (ГСУ), так и традиционной компоновки в процессе эксплуатации зависит не только от совершенства конструкции и качества изготовления, но и от качества технического обслуживания при ее использовании и хранении. Только при условии своевременного и качественного ТО машин гарантируются ее нормальные показатели надежности.

Основная часть. Современная система технического обслуживания машин призвана обеспечить бесперебойную работу автомобилей с высокими технико-экономическими показателями, продление срока службы электрических систем и агрегатов и повышение их эксплуатационной надежности.

Основным элементом подключения диагностического оборудования гибридных силовых установок тягово-транспортных средств, также как и любой другой современной техники, является бортовая система контроля диагностирования, диагностический сканер для считывания информации о неисправностях и текущих значениях параметров элементов ГСУ [4,5].

В любом случае, для того чтобы повысить эффективность технологического процесса технического обслуживания и ремонта необходимо создать большую сеть связи между производственными элементами и создать гибкие и динамичные самоорганизующиеся производственные процессы, чтобы обеспечить преимущества, связанные с производством, для настраиваемых продуктов, а решающим фактором является быстрота и правильность проведения работ.

Для этих целей может быть использованы – амперметр, омметр, вольтметр, прибор для определения остаточной ёмкости элементов и секций тяговых батарей (ТБ), бесконтактный датчик тока в цепи,

прибор для измерения внутреннего сопротивления источников тока, многоканальный осциллограф, зарядная станция и универсальное устройство для тяговых АКБ (рис. 1).

Комплекс мероприятий включает в себя последовательность работы:

- регулировка давления воздуха в шинах;
- подключение диагностического сканера;
- прогрев ДВС до рабочей температуры;
- подключение датчика тока и напряжения на силовую цепь ТБ;
- подключение датчика тока и напряжения на шину постоянного тока инвертора МГ1, МГ2;
- подключение датчика скорости автомобиля;
- подключение измерительной системы.



Рисунок 1 – Производственные испытания агрегата

Во время испытания записывается мгновенная скорость и показания датчиков тока и напряжения (рис. 2), а после испытаний данные заносятся в программу анализа результатов запись загрузки тягово-транспортного средства на стенде тяговых испытаний [6].



Рисунок 2 – Процесс записи данных на программно-аппаратном комплексе Geostron

Процесс записи данных контролируется с помощью диалогового окна программно-аппаратного комплекса Geostron. При проведении технического обслуживания инженер-диагност визуально может контролировать работу элементов электропривода. Например провалы в цепочке заряда ДВС→Ток аккумулятора А→Ток генератора А, как показано на рисунке 2. Аналогичным образом возможно контролировать другие параметры работы привода: давление в системе подачи топлива, состав выпускных газов, мгновенный расход топлива и т.д. что позволит избежать наступления отказа во время эксплуатации и более серьёзных неисправностей [7].

Заключение. Таким образом, техническое обслуживание и ремонт электрических и гибридных силовых установок тягово-транспортных средств может быть осуществлен с использованием серийно-выпускаемых универсальных средств диагностирования двигателя и силовой электроники на различных тягово-транспортных средствах.

Список использованной литературы

1. Асадов, Д.Г. Обоснование срока службы электромобилей / Д Г. Асадов, Е.П. Парлюк, А.С. Гузалов. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Автограф", 2020. – 110 с.

2. Асадов, Д. Г. Теория проектирования транспортных средств с комбинированными энергоустановками / Д. Г. Асадов, С. А. Иванов, А. С. Гузалов, Н. А. Большаков. – Москва : ООО "Автограф", 2019. – 119 с.

3. Асадов, Д. Г. Методы повышения срока службы источников энергии электромобилей / Д. Г. Асадов, А. С. Гузалов, Н. А. Большаков. – Москва : ООО "Автограф", 2019. – 100 с.

4. Тойгамбаев, С. К. Организация и расчет участка технического обслуживания и ремонта автомобилей / С. К. Тойгамбаев, О. Н. Дидманидзе, А. С. Гузалов // Международный технико-экономический журнал. – 2020. – № 5. – С. 69–77.

5. Дидманидзе, О. Н. Эффективность тягово-транспортных средств при использовании накопителей энергии / О. Н. Дидманидзе, С. А. Иванов, Н. Н. Пуляев. – Москва : Мегапринт, 2018. – 189 с.

6. Раков, В.А. Обоснование применения методики оценки технического состояния гибридных силовых установок автомобилей /В.А. Раков // Вузовская наука - региону: материалы XII Всероссийской научно-технической конференции. – Вологда: ВоГУ, 2014. – С.192-194.

7. Раков, В.А. Исследование эксплуатационной надежности гибридных силовых установок автомобилей / В. А. Раков // Автотранспортное предприятие. – 2013. – №4. – С. 44–49.

УДК 621.43.001.4

МЕТОД ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГИДРОСТАТИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИИ МОБИЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Д.А. Жданко, канд. техн. наук, доцент,
Д.И. Сушко, старший преподаватель,
Г.И. Кошля, старший преподаватель,
Е.И. Смольская, студент АМФ

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

Аннотация: В статье приведена методика оценки технического состояния гидростатической трансмиссии (объемного гидропривода) мобильных технических средств по объемному коэффициенту полезного действия.

Annotation: The article presents a methodology for assessing the technical condition of a hydrostatic transmission (volumetric hydraulic drive) of mobile technical equipment in terms of volumetric efficiency.

Ключевые слова: мобильное энергетическое средство, гидропривод, аксиально-плунжерный гидронасос, утечки жидкости, зазор, давление, коэффициент полезного действия.

Key words: mobile power tool, hydraulic drive, axial-plunger hydraulic pump, fluid leakage, clearance, pressure, efficiency.

Введение. Современная сельскохозяйственная техника как отечественного так и импортного производства в основном имеет гидростатические трансмиссии: ГСТ-90, ГСТ-112; 90R100 и 90M100; 6423-618 и 6433-113; BMV 70R и BMF75; HPV105 и HMF105; AA4VG90 и A2FM90.

Основная часть. Основное испытание гидропривод проходит во время использования. Здесь и проявляются отказы и неисправности системы. Так, например, по данным Минсельхозпрода РБ во время уборочной кампании 2018 года из-за неисправности гидростатической трансмиссии простояло 21,9 % зерноуборочных комбайнов. Поэтому обеспечение ее надежности является важной производственной задачей. Для предупреждения и устранения неисправностей нужно проводить своевременную диагностику гидроприводов.

В БГАТУ разработано диагностическое устройство (рисунок 1) [2-4, 5], позволяющее в условиях хозяйств и предприятий агросервиса проводить объективное безразборное диагностирование объ-

емных гидроприводов и при необходимости производить их послеремонтую обкатку.

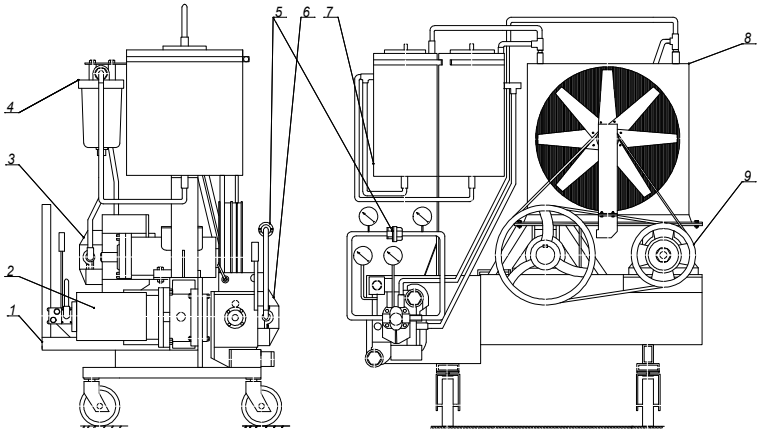


Рисунок 1 – Диагностическое устройство:
1 – рама с рамкой автосцепки; *2* – диагностируемый аксиально-плунжерный гидромотор; *3* – диагностируемый аксиально-плунжерный насос; *4* – фильтр; *5* – нагрузочный дроссель-расходомер; *6* – гидравлический тормоз; *7* – гидробаки; *8* – радиатор охлаждения рабочей жидкости; *9* – ременная передача

Рассмотрим методику оценки технического состояния гидростатический трансмиссий сельскохозяйственной техники как отечественной, так и импортной в условиях ремонтных предприятий и сервисных центров:

- Для диагностирования агрегатов гидростатической трансмиссии необходимо навесить диагностическое устройство (рисунок 1) на заднее навесное устройство трактора. Для этого на раме устройства установлена рамка автосцепки. Мощность, передаваемая ВОМ трактора должна быть выше мощности привода гидростатической трансмиссии (например, для ГСТ-90 номинальная мощность привода 63 кВт).

- Карданной передачей соединить ВОМ трактора с валом привода ременной передачи 9.

- налить рабочую жидкость в объеме не более 120 л в гидробаки 7.

- Подготовить аксиально-плунжерный гидронасос к испытанию. Для этого осмотреть корпус насоса на наличие сколов и трещин. Осмотреть в корпусе всасывающие и нагнетательные отверстия, проверить визуально состояние резьбовых и фланцевых соединений, устранить обнаруженные неисправности.

- Установить диагностируемый насос 1 на промежуточную опору 2 диагностической установки при помощи гаек (рисунок 2).

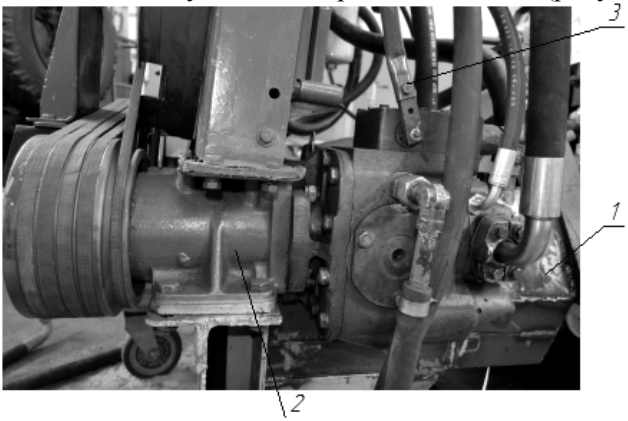


Рисунок 2 – Диагностируемый гидронасос:
1 – диагностируемый насос; 2 – промежуточная опора;
3 – рычаг гидрораспределителя.

- Соединить всасывающую полостью насоса подпитки диагностируемого насоса так, чтобы не было подсоса воздуха при проверке, с фланцем всасывающей линии (трубопровода) гидробака установки.

- Подготовить аксиально-плунжерный гидромотор к проверке. Для чего осмотреть корпус гидромотора на наличие сколов и трещин. Осмотреть визуально резьбовые элементы входных и выходных отверстий, фланцевые соединения. Устранить обнаруженные неисправности.

- Смонтировать на промежуточной опоре корпус гидромотора 2 (рисунок 1). Для этого фланец гидромотора 2 болтами подсоединить к промежуточной опоре. С другой стороны промежуточной опоры смонтировать гидравлический тормоз 6 с дросселем постоянного сечения 5.

Диаметр отверстия нагрузочного дросселя определяется по параметрам диагностируемой гидростатической трансмиссии (гидропривода).

- Нагнетательное отверстие гидронасоса соединить рукавом высокого давления с входным отверстием на корпусе гидромотора. Выходное (сливное) отверстие корпуса гидромотора соединить с помощью рукава высокого давления с входным отверстием корпуса гидронасоса.

- Соединить дренажное отверстие гидромотора с дренажным отверстием гидронасоса, а дренажное отверстие гидронасоса – с радиатором охлаждения 8 (рисунок 1).

- Присоединить отверстия в корпусе дросселя постоянного сечения 5 (рисунок 1), диаметр которого соответствует номинальному тормозному моменту на валу гидромотора, к манометрам и термометру.

- Запустить двигатель трактора и включить привод устройства. Прогреть рабочую жидкость до номинального температурного режима.

- Установить минимальную частоту вращения вала гидронасоса $n^{н}_{нас}$, при этом контролировать разряжения в линии всасывания (не должно превышать 0,075 Мпа при рабочей температуре жидкости). При заполнении рабочей жидкостью всей гидросистемы гидростатической трансмиссии, плавно увеличить частоту вращения приводного вала гидронасоса до номинальной $n^{н}_{ном}$.

- Температуру рабочей жидкости поддерживать в пределах номинальных значений $t_{ном}$ с помощью радиатора охлаждения.

- Контролируем давление в линии управления $p_{у}$ при максимальном угле наклона люльки гидронасоса и давление в линии управления $p_{у}$, при нейтральном положении люльки гидронасоса.

- Контролировать постоянное $p_{д}$ и максимальное кратковременное $p_{д}$ давления в линии дренажа. Максимальное кратковременное давление в линии дренажа (до 5 сек.) создается дросселированием рабочей жидкости на сливе.

- Медленно наклонять рычаг 3 гидрораспределителя насоса 1 (рисунок 2) до максимальной подачи, достичь номинальной частоты вращения вала гидромотора 2 (рисунок 1). При этом рычаг 3 гидрораспределителя нагрузочного гидронасоса 3 (рисунок 2) должен находиться в вертикальном положении, когда его подача практически равна нулю.

- Медленно поворачивать рычаг 3 гидрораспределителя насоса 1 (рисунок 2), увеличивать давление до номинального значения. Следить за давлением по показанию манометров и контролировать температуру рабочей жидкости. Снять показания с тахометра, установленного в промежуточной опоре 2 (рисунок 2) о развиваемой валом гидромотора частоте вращения под номинальной нагрузкой.

- Сделать заключение о техническом состоянии объемного гидропривода

$$\eta_{об.пр} = \frac{n_{г.эф.}}{n_{г.теор.}},$$

где $n_{г.эф.}$ – эффективная частота вращения вала гидромотора, $с^{-1}$; $n_{г.теор.}$ – теоретическая частота вращения вала гидромотора, $с^{-1}$.

Заключение. По результатам диагностирования и расчетов дается оценка технического состояния гидростатической трансмиссии: если при номинальной частоте вращения вала гидронасоса и номинальном давлении в линиях нагнетания значения объемного КПД гидропривода не менее значений, представленных в [1], то гидростатическая трансмиссия считается технически исправной. Демонтируем гидростатическую трансмиссию. Делаем заключение о результатах испытаний.

Список использованной литературы

1. Жданко, Д. А. Методика оценки технического состояния гидростатической трансмиссии мобильных энергетических средств / Д. А. Жданко [и др.] // Агропанорама. – 2021. – № 2(144). – С. 34–38.

2. Тимошенко, В. Я. Диагностирование гидростатических трансмиссий / В. Я. Тимошенко [и др.] // Агропанорама. – 2009. – № 1. – С. 44–48.

3. Пьянзов, С. В. Объемные гидроприводы, применяемые в трансмиссиях отечественных и зарубежных комбайнов / С. В. Пьянзов, П. А. Ионов // XLVI Огарёвские чтения. – 2018. – №1. –С. 447–454.

4. Жданко, Д. А. Методические рекомендации по оценке техниче-ского состояния агрегатов гидростатических трансмиссий мобиль-ных энергетических средств / Д. А. Жданко, Д. И. Сушко [и др.] ; под общ. ред. Д. А. Жданко. – Минск, БГАТУ, 2019. – 124 с.: ил.

5. Жданко, Д. А. Диагностирование агрегатов гидростатических трансмиссий / Д. А. Жданко, В. Я. Тимошенко, Д. И. Сушко // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК: матер. Междунар. науч.-практ. конф. на 25-й Междунар. специализир. выставке «Белагро–2015», Минск, 4 июня 2015 г. / М-во с. х. и прод. Респ. Беларусь, РО «Бел¬агросервис», УО «Белорус. гос. аграр.-техн. ун-т»; редкол.: Н. А. Лабушев [и др.]. – Минск : Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2015. – С. 179–184.

6. Тимошенко, В. Я. Мобильное устройство для диагностирования агрегатов гидростатических трансмиссий/ В. Я. Тимошенко, Д. А. Жданко, В.В. Ярош// Изобретатель. – 2019. – № 2–3. – С. 34–38.

Секция 3 ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

УДК 631.3.072

ВНЕДРЕНИЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СФЕРЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

С.Г. Русак[1], генеральный директор,
Н.Н. Быков[2], канд. техн. наук, доцент,
Т.А. Непарко[2], канд. техн. наук, доцент,
[1]СП «Унибокс» ООО, г. Минск, Республика Беларусь,
[2]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь,
mta_mtp@bsatu.by

Аннотация: В статье проанализирован путь становления СП «Унибокс» ООО на основе внедрения высокоэффективных технологий в сфере сельского хозяйства.

Summary: The article analyzes the path of formation of the joint venture "Unibox" LLC based on the introduction of highly efficient technologies in the field of agriculture.

Ключевые слова: группа, компании, высокопроизводительная импортозамещающая сельскохозяйственная техника.

Key words: group, companies, high-performance import-substituting agricultural machinery.

Введение. Группа компаний «Унибокс», с которой тесно сотрудничает кафедра эксплуатации машинно-тракторного парка УО «Белорусский государственный аграрный технический университет» – это 11 современных, динамично развивающихся предприятий, объединенных общими ценностями и задачами внедрения самых передовых и эффективных технологий во всех сферах деятельности: от металлообработки до сельского хозяйства, производящих самую разнообразную продукцию: от пивных пробок до железобетонных конструкций. Группа компаний «Унибокс» предлагает широкий спектр инновационных решений для аграрного сектора: от поставки отдельных машин и оборудования до строительства «под ключ» молочно-товарных ферм, оснащенных по последнему слову техники.

Основная часть. ОАО «УПТК» – белорусский учредитель СП «Унибокс» ООО и Группы компаний – было создано после распада СССР: коллектив предприятия принял решение о приватизации, образовал акционерное общество. Когда на постсоветское пространство пришли западные производители напитков, специалисты

предприятия поняли, что без внедрения новейших технологий им не обойтись. Начался активный поиск стратегических партнеров. В результате в 1998 году было создано совместное белорусско-итальянское предприятие СП «Унибокс» ООО, которое в кратчайшие сроки стало лидирующим производителем кронен-пробки в СНГ, выпускающим продукцию самого высокого качества, сертифицированную на соответствие требованиям СТБ ISO 9001-2009 и признанную большинством транснациональных корпораций.

За довольно короткий срок СП «Унибокс» ООО сумело стать предприятием № 1 в своем секторе, зарекомендовать себя как надежный и заслуживающий доверия партнер. А главное – в процессе освоения новой продукции и вывода ее на рынок был сформирован основной принцип компании – производить продукцию только самого высокого качества.

В 2004 году к СП «Унибокс» ООО – успешной во всех отношениях компании – указом Президента присоединили колхоз, находящийся в Червенском районе Минской области. На первых этапах «Унибокс» оказался лицом к лицу с проблемами, с которыми сегодня сталкивается подавляющее большинство сельхозпредприятий: приобрел за огромные деньги технику и оборудование, которые по заверениям «компетентных» дилеров должны были разом решить все проблемы. Но реальных результатов добиться не удавалось: колхоз камнем «висел на шее» предприятия. И тогда на вооружение была взята стратегия, которая однажды уже помогла выйти на лидирующие позиции: специалисты отправились учиться вести сельское хозяйство туда, где умеют это делать.

Компания инвестировала большие средства, была проделана колоссальная работа, установлены связи со многими, в том числе всемирно известными, учеными и практиками, занимающимися проблемами животноводства и растениеводства. Были изучены оборудование, технологии и подходы к ведению сельского хозяйства в разных странах, проводились консультации со специалистами-аграриями и производителями сельхозтехники буквально со всего мира. После детального и глубокого анализа различной информации за основу был взят агрономический опыт Италии – страны с самым интенсивным земледелием, где на небольших площадях аграрии просто творят чудеса, и зоотехнический опыт Ирландии, признанной среди государств Евросоюза производителем са-

мой дешевой и качественной молочной продукции, 80% которой реализуется на экспорт. В итоге в 2006 году образовалось белорусско-итальянское совместное предприятие СООО «Ферабокс», занявшееся производством высокопроизводительной импортозамещающей сельскохозяйственной техники, позволяющей внедрять современные аграрные технологии. А с 2008 года СП «Унибокс» ООО занялось производством и установкой доильных залов – максимально эффективных, обеспечивающих щадящий режим доения, позволяющих предотвратить перекрестное инфицирование и распространение маститов. Позже был освоен выпуск оборудования для производства сертифицированных семян.

На базе предприятия создали учебный центр с действующим оборудованием для проведения семинаров для будущих специалистов-зоотехников. Ранее убыточный колхоз был разделен на два филиала – «Агро-Бокс» и «Агро-Бокс Зоотех», которые стали одновременно экспериментальной базой, лабораторией для изучения технологических аспектов растениеводства и животноводства, испытательным полигоном для новых видов техники и демонстрационной площадкой, где все заинтересованные могут ознакомиться с результатами проделанной специалистами работы.

Все предприятия, входящие в Группу компаний «Унибокс» и являющиеся успешными каждая в своем сегменте, вносят лепту в развитие сельскохозяйственного предприятия, когда-то бывшего обузой, а теперь превратившегося в источник вдохновения и новых идей. Своими разработками СП «Унибокс» ООО готово поделиться со всеми, кто уже пришел к пониманию, что сегодня работать «по старинке» попросту невозможно. Всем, кто желает внедрить у себя уникальные технологии, подтвержденные на практике собственным успешным опытом, специалисты оказывают научно-информационное, экспертно-аналитическое и консультационно-обучающее сопровождение.

Заключение. Сельское хозяйство – это сфера, из которой необходимо извлекать прибыль, поэтому предприятие использует только те технологии, которые действительно работают. Эффективность всех технологических решений, предлагаемых группой компаний «Унибокс», доказана на практике в сельскохозяйственных филиалах «Агро-Бокс» и «Агро-Бокс Зоотех».

Список использованной литературы

1. http://www.unibox.by.

УДК 631.8

ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

А.С. Костаринов, аспирант,
К.П. Андреев, канд. техн. наук, доцент, О.В. Терентьев, студент
ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Российская Федерация
oap.kafedra@yandex.ru

Аннотация: В статье рассматривается возможность применения цифровых технологий при реализации концепции точного земледелия. Применение цифровых технологий обеспечит повышение эффективности точного земледелия.

Abstract: The article discusses the possibility of using digital technologies in the implementation of the concept of precision agriculture. The use of digital technologies will ensure an increase in the efficiency of precision farming.

Ключевые слова: GPS, внесение удобрений, технология, урожайность, интенсификация, внедрение.

*Keywords***:** GPS, fertilization, technology, productivity, intensification, implementation.

Базовой технологией, которая привела к разработке концепции точного земледелия, стало создание системы GPS Министерством обороны США в конце 1970-х годов. GPS обладает способностью определять точное местоположение 24 часа в сутки с точностью до нескольких сантиметров. Эта информация могла бы обеспечить полевую обработку с большой точностью локализации.

Внедрение точного земледелия возможно благодаря развитию сенсорных технологий, которые можно комбинировать с процедурами, связывающими отображаемые переменные с соответствующими действиями по управлению сельским хозяйством, такими как культивация, посев, внесение удобрений, применение гербицидов и сбор урожая [1,2].

Прогресс в области точного земледелия происходит параллельно с быстрым развитием и повышением точности Глобальной навигационной спутниковой системы с 1999 года. Фактически, технология GNSS широко используется во многих хозяйствах для выполнения задач, связанных с системами автоматического управления и использованием геоинформационной привязки. GNSS помогает улучшить системы наведения машин, автоматического управления и контролируемого управления дорожным движением.

Другим важным компонентом точного земледелия является использование технологии переменной нормы (VRT), которая обеспечивает точный посев, оптимизацию посадки, плотность и улуч-

шенную норму внесения, эффективность гербицидов, пестицидов и питательных веществ. В результате можно было бы добиться снижения затрат и воздействия на окружающую среду [3].

Распознавание различных длин волн многоспектральные и гиперспектральные камеры на борту и спутниковых платформах часто предназначены для предоставления информации об индексах растительности, например, для мониторинга содержания хлорофилла, уровня стресса и их изменения в данных о пространстве и времени. Особое внимание уделяется использованию недорогих беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), часто называемых дронами, но сейчас более корректно называемых дистанционно пилотируемыми воздушными системами, первоначально разработанными для военных целей [4,5].

Цифровые технологии могли бы помочь фермерским хозяйствам “достичь большего с меньшими затратами”. Они также обещают решить текущие и будущие проблемы, начиная с изменения климата, ответственного использования ограниченных природных ресурсов и заканчивая продовольственной безопасностью. Существующие и новые технологии, такие как Интернет вещей, искусственный интеллект, робототехника и большие данные, могут способствовать повышению эффективности процессов и могут привести к созданию новых продуктов и услуг.

Важной частью технологий точного земледелия является фермер и его восприятие. Внедрение этого подхода в настоящее время почти полностью основано на частном секторе, предлагающем фермерам устройства, продукты и услуги. К сожалению, национальные консультационные услуги в сельском хозяйстве очень ограничены [6,7].

Список использованной литературы.

1. Внедрение системы точного земледелия / К.П. Андреев, Н.В. Аникин, Н.В. Бышов, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Вестник Рязанского ГАТУ. – 2019. – № 2 (42). -С. 74–80.

2. Костаринов А.С.Точное земледелие /А.С. Костаринов, Н.М. Латышенок //В сб.: Наука молодых – будущее России. Материалы международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. Курск, 2021. –С. 341–344.

3. Терентьев В.В. Точное земледелие для устойчивой интенсификации в сельском хозяйстве / В.В. Терентьев, К.П. Андреев, Н.В. Аникин // В сб.: Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения. Материалы 71-й Международнойнаучно-практической конференции. – 2020. – С. 206–213.

4. Костаринов А.С. Использование БПЛА в сельском хозяйстве для внесения удобрений /А.С. Костаринов // В сб.: Современные проблемы и перспективы раз-

вития науки, техники и образования. Материалы I Национальной науч.-практ. конф. –2020. – С. 521–524.

5. Костаринов А.С. Применение дронов в сельском хозяйстве /Костаринов А.С., Даниленко Ж.В., Аникин Н.В.// В сб.: Теория и практика современной аграрной науки. Сборник III национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием. Новосибирск, 2020. – С. 46–49.

6. Использование технологии точного земледелия / К.П. Андреев, В.А. Макаров, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // В сб.: Технологические новации какфактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса. Материалы Национальной науч.-практ. конф. –2020. –С. 28–35.

7. Костаринов А.С.Технологии и методы точного земледелия / А.С. Костаринов, Г.А.Мертвищев, К.П. Андреев //В сб.: Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии. Материалы I Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова. – 2021. – С. 123–129.

УДК 663/635:631.5

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУКУРУЗЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

С.Г. Русак[1], генеральный директор,
Т.А. Непарко[2], канд. техн. наук, доцент,
Н.Н. Быков[2], канд. техн. наук, доцент,
[1]СП «Унибокс» ООО, г. Минск, Республика Беларусь,
[2]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь,
mta_mtp@bsatu.by

Аннотация: В статье представлено обоснование новой технологии возделывания кукурузы на зерно в Республике Беларусь.

Summary: The article provides a rationale for improving the technology of growing corn for grain in the Republic of Belarus.

Ключевые слова: кукуруза, зерно, температура, заморозки, пленка, микроклимат.

Key words: corn, grain, temperature, frost, film, microclimate.

Введение. Кукуруза – одна из важнейших зерновых и кормовых культур. В мировом земледелии по посевным площадям она занимает 3-е место после яровой и озимой пшеницы и риса. Кукуруза относится к культурам, не дающим никаких отходов, в ней все может быть использовано. Из нее готовят муку, крупу, кукурузные хлопья, кукурузное масло, различные алкогольные напитки, крахмал, получают сырье для приготовления суррогатов кофе. Для кормовых целей кукурузу применяют в качестве концентрирован-

ного корма, силоса и зеленой массы. На корм скоту также идут кукурузные стебли, обертки и стержни початков, целые и размолотые початки. При мокром размоле кукурузы получают белок – зеин – нерастворимый в воде и маслах и устойчивый к гидролизу, который используется в составе эфиров для приготовления лаков, пластиков, тканевой пропитки, искусственного волокна [1, 2].

Основная часть. Родиной кукурузы является Южная и Центральная Америка. Именно происхождением объясняется высокая потребность этой культуры в тепле. Благодаря созданию скороспелых гибридов, обладающих холодостойкостью и высокой продуктивностью, возделывание кукурузы продолжает продвигаться на север.

Для прорастания семян кукурузы требуется относительно высокая температура: с ее повышением от 12 до 21^0С продолжительность довсходового периода сокращается с 22 до 8 дней. Минимальная температура, при которой появляются всходы, 10^0С. Холодная и сырая погода после посева благоприятствует развитию болезней. При низких температурах различные патогенные микроорганизмы могут вызвать загнивание семян и корневую гниль всходов, особенно в условиях высокой влажности почвы.

Рост растений кукурузы более тесно связан с температурой, чем с любым отдельно взятым климатическим фактором. Уровнем температуры определяются также сроки появления у кукурузы очередных листьев и наступление фенологических фаз. На сроки выбрасывания метелок большое влияние оказывает температура предшествующего периода. Так, при средней температуре $18{,}4^0$С от всходов до выбрасывания метелок у раннеспелых гибридов проходит 44 дня, а при средней температуре 16^0С – 58 дней. Прохладные ночи замедляют темпы роста растений в период до выбрасывания метелок. Восковая спелость зерна (раннеспелый гибрид) наступает через 100 дней после сева при среднесуточной температуре 18^0С, и через 140 дней – при температуре 16^0С.

Всходы кукурузы выдерживают заморозки от -1^0С до -20^0С. При более низких температурах надземная масса отмирает, но после потепления растения снова отрастают при условии, если надземная часть проростка осталась неповрежденной. При этом урожайность культуры будет меньшей. Многолетние наблюдения за заморозками показывают, что их вероятность в первой декаде мая составляют 2 к 10. В некоторых районах, где много торфяных почв,

заморозки повреждают кукурузу несколько чаще. Он наиболее опасны в первой декаде мая (если кукуруза была посеяна во второй декаде апреля).

Температуру воздуха и почвы можно регулировать следующими приемами: размещением посевов на южных и юго-западных склонах, на участках, защищенных от северных и восточных ветров лесом или лесозащитными полосами, на лучше прогреваемых супесчаных почвах, а также поддержанием почвы в рыхлом состоянии, а посева – в чистоте. Кроме этого, в последнее время в растениеводстве (овощеводство, выращивание клубники) все чаще применяется искусственная регуляция температурного режима наземного слоя посевов. Для этих целей используется синтетический материал – спанбонд, агроволокно и т.д. Их цель – создание на грунте оптимального микроклимата, ускоряющего развитие растений. При этом отмечается, что внезапные заморозки не смогут погубить первые всходы. Синтетический материал расстилают непосредственно на почве, в которую высеяны семена или высажена рассада. Чтобы их не сдувал ветер, края каждого полотнища присыпают небольшим слоем земли. Почва, накрытая нетканым материалом, быстрее прогревается, и это создает лучшие условия для прорастания семян. В процессе роста растения приподнимают материал, в результате получая своеобразную «крышу над головой». Использование данного метода целесообразно, поскольку: позволяет оптимизировать условия роста и развития растений (в ночные часы удерживается тепло, аккумулированное в течение светлого времени суток); днем воздух нагревается медленнее, что позволяет избежать перегревания растений и почвы. Опыт возделывания кукурузы компанией Samco System (Ireland), показавший, что снижение негативного эффекта температурных колебаний возможно при использовании саморазлагающейся пленки для укрытия посевов, был проанализирован и применен в почвенно-климатических условиях Беларуси (филиал «Агро-Бокс» СП «Унибокс» ООО Червенского района Минской области) на площади посевов под пленкой 155 га.

Заключение. Создание более качественных условий для роста и развития растений кукурузы ускорило прохождение этапов органогенеза, позволило сохранить густоту стояния растений к уборке на уровне 77 тыс./га, что на 2 тыс./га выше, чем по традиционной технологии.

Список использованной литературы

1. Надточаев, Н.Ф. Кукуруза на полях Беларуси / Н.Ф. Надточаев; Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 412 с.

2. Организационно-технологические нормативы возделывания кормовых и технических культур : сборник отраслевых регламентов / НАН Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию ; рук. разраб. : Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2012. – 288 с.

УДК 631.3.072

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Т.А. Непарко, канд. техн. наук, доцент,
Е.А. Городецкая, канд. техн. наук, доцент,
О.В. Жаврид, магистрант

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

Аннотация: В статье проанализированы интеллектуальные системы точного управления движением агрегатов по полю.

Summary: The article analyzes intelligent systems for precise control of the movement of aggregates across the field.

Ключевые слова: точное земледелие, система, параллельное вождение, навигация, автопилотирование.

Key words: precision farming, system, parallel driving, navigation, autopilot.

Введение. Точное земледелие – это комплексная система сельскохозяйственного менеджмента, которая заключается в использовании компьютерных и спутниковых технологий для управления продуктивностью почвы. В частности, в точном земледелии используются такие технологии, как спутниковая система навигации GPS, «интернет вещей» (IoT), географические информационные системы (GIS), технологии оценки урожайности (Yield Monitor Technologies) и другие. Эти технологии коренным образом меняют традиционные подходы к сельскохозяйственным работам. Применение точного земледелия позволяет повысить эффективность и производительность на каждом этапе сельскохозяйственных работ, оптимизировать количество вносимых материалов, снизить затраты и увеличить урожайность [1-4].

Основная часть. В настоящее время в мире все ведущие предприятия и фирмы по производству сельскохозяйственной техники создают свою продукцию с учетом требований точного земледелия. В их число входят производители сельскохозяйственной техники –

John Deere, Kubota, Claas Group, Deutz Fahr, Case IH, New Holland. Каждая компания отличается своими инновационными разработками в данной технологии, обеспечивая эффективность в применении производимой ими техники. При этом большое внимание уделяется интеллектуальным системам точного управления движением агрегатов по полю. С момента проникновения спутниковой техники GPS в сельское хозяйство все больше предприятий используют ее преимущества. Они оснащают ею сельхозтехнику и ежедневно извлекают выгоду от высокоточного параллельного вождения.

В сельском хозяйстве получили широкое распространение и доказали свою эффективность три класса приборов для управления движением тракторов и комбайнов, использующих GPS-приемники: системы параллельного вождения и подруливающие устройства для автопилотирования. Использование космических навигационных систем становится возможным после установки на транспортное средство специального приемника, постоянно получающего сигналы о местоположении навигационных спутников и расстояниях до них. В зависимости от требуемой точности управление такой техникой осуществляется механизатором вручную по показаниям метки на экране дисплея, либо с использованием подруливающего устройства или автопилотирования.

Система параллельного вождения – это активное участие механизатора в управлении машиной по схеме «измерение текущих координат сельхозмашины – отображение отклонений от заданного маршрута на табло в кабине – вращение механизатором рулевого колеса для удержания агрегата на заданном маршруте».

Автопилотирование отличается от параллельного вождения тем, что отклонения от заданной траектории, вырабатываемые GPS-приемником и навигационным контроллером, через специальные устройства (управляющий клапан) вводятся непосредственно в гидравлическую систему управления ходовой частью трактора, исключая инертность и люфт рулевого управления. В дополнение на трактор устанавливается специальный датчик угла поворота колес. Такая система обеспечивает максимальную точность (отклонение ±2 см) движения по маршруту без вмешательства механизатора.

Основное преимущество использования систем параллельного вождения – уменьшение ошибок (сведение к минимуму человеческого фактора) при обработке полей. Практика показывает, что при

опрыскивании культур традиционным способом большинство операторов предпочитают проходить соседние ряды с перекрытием, чтобы избежать пропусков. В результате взаимное перекрытие рядов, даже с использованием пенных маркеров, составляет не менее 5 %. Применение указателей курса с подруливающими устройствами снижает перекрытие до 2–3 % и менее.

Так как точность вождения напрямую зависит от точности измерений GPS-приёмника, то очень важно знание механизаторами основных принципов работы приёмников. На точность определения местоположения влияет несколько основных факторов: временные рассогласования, количество одновременно наблюдаемых спутников, атмосферная интерференция, вариации орбит спутников, многолучевое распространение сигнала и др.

Системы параллельного вождения и автопилотирования помогают точно соблюдать расстояния между проходами машин при выполнении полевых работ. При их использовании технологические операции выполняются с минимальными перекрытиями, экономятся рабочее и машинное время, топливно-смазочные материалы, семена, удобрения и средства защиты растений. Навигация очень удобна для опрыскивания, которое лучше проводить ночью, когда ниже температура воздуха и отсутствует ветер. Таким образом, преимуществами систем параллельного вождения являются: точность движения агрегатов по междурядьям; снижение нагрузки на тракториста (машиниста); возможность работы в темное время суток и в условиях плохой видимости.

Заключение. С момента проникновения спутниковой техники GPS в сельское хозяйство все больше предприятий используют ее преимущества. Они оснащают ею сельхозтехнику и ежедневно извлекают выгоду от высокоточного параллельного вождения. Благодаря наличию интерфейса между системами можно легко экспортировать данные о загонках, опорных линиях и сведения о задаче на ПК с помощью USB-накопителя.

Список использованной литературы

1. Непарко, Т.А. К проблеме использования технических средств в системе точного земледелия / Т.А. Непарко, Н.И. Болтянская, О.В. Жаврид // В сб.: Актуальные проблемы устойчивого развития сельских территорий и кадрового обеспечения АПК : материалы Международной науч.-практ. конф. – Минск, БГАТУ, 2022. – С. 169–172.

2. Непарко Т.А., Жданко Д.А. Аграрное инновационное образование. // Наука и образование. – 2021. – № 3 (217). – С. 31–33.

3. Непарко, Т.А. Пооперационное использование технических средств в системе точного земледелия / Т.А. Непарко, О.В. Жаврид // В сб.: Современные направления повышения эффективности использования транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : материалы Международной студ. науч.-практ. конф. – ФГБОУ ВО РГАТУ.– Рязань, 2022.– С. 167–170.

4. Шило, И.Н. Интеллектуальные технологии в агропромышленном комплексе /И.Н. Шило, Н.К. Толочко, Н.Н. Романюк, С.О. Нукешев.– Минск : БГАТУ, 2016.– 336 с.

УДК 631.3(075.32)

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ В АПК

Т.А. Непарко, канд. техн. наук, доцент,
П.С. Хмельницкий, магистрант

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

Аннотация: В статье проанализированы методы развития интеллектуального технического обслуживания и диагностики технических средств.

Summary: The article analyzes the methods for the development of intellectual maintenance and diagnostics of technical means.

Ключевые слова: автоматизация, данные, аналитическая обработка, управление, информация, сенсорный мониторинг.

Key words: automation, data, analytical processing, control, information, sensory monitoring.

Введение. Развитие интеллектуальных систем технического обслуживания (ТО) является следствием развития автоматизации управления техническим обслуживанием на основе широкого использования информационных технологий. Информационная система управления ТО включает три уровня – сбор данных, аналитическую обработку данных и управление информацией [1]. Интеллектуальные системы находят наибольшее применение в диагностическом обслуживании, которое осуществляется в сочетании с телематикой, основанной на использовании сенсоров, благодаря чему обеспечивается глубокое проникновение в особенности работы машин и, как следствие, оптимизация процедур обслуживания с целью повышения работоспособности машин.

Основная часть. Основой интеллектуального технического обслуживания является сбор и связывание данных с машин и энергетических средств. Технические инфраструктуры оснащены дат-

чиками, которые постоянно измеряют их функциональность и производительность и передают данные в цифровые приложения, в лучшем случае в центральную платформу приложений. Это приводит к различным вариантам использования [2].

Поскольку приложения для интеллектуального технического обслуживания постоянно следят за ключевыми переменными производительности машины, они обнаруживают отклонения и износ раньше, чем это может сделать человек. Они сообщают об отклонениях от нормы сотрудникам с помощью оповещений, которые затем могут незамедлительно провести необходимые мероприятия по техническому обслуживанию.

В некоторых случаях приложения для интеллектуального обслуживания могут также полностью автоматически регулировать работу машин таким образом, чтобы избежать сбоев в работе. Если датчики обнаруживают критические температуры, например, в двигателях, программное обеспечение самостоятельно дросселирует мощность и тем самым предотвращает отказ.

Однако пока что интеллектуальное обслуживание все еще далеко от того, чтобы заменить человеческий персонал. Основное применение – вспомогательное обслуживание.

С помощью интеллектуальных приложений можно собирать огромные объемы данных, оценивать их и таким образом выявлять потенциал для оптимизации процессов. Один из примеров: планирование графика проведения ТО. Вместо планирования по фиксированным интервалам, специалисты по техническому обслуживанию могут более точно оценивать состояние машин и на основе этого планировать, что позволяет исключить многие сроки и сэкономить затраты.

Интеллектуальные системы находят наибольшее применение в системах диагностического обслуживания, построенных на основе использования сенсорного мониторинга в реальном времени и телематических технологий, обладающих высокой гибкостью и обеспечивающих значительные экономические выгоды [1]. Основные преимущества диагностического обслуживания по сравнению с традиционными видами ТО: удаленный сенсорный мониторинг и сбор данных, обработка сенсорных данных в режиме реального времени, упреждающий анализ.

Основным назначением диагностики машин является повышение их надежности путем раннего обнаружения дефектов, оптимизации рабочих процессов и технического обслуживания. Однако существующие системы диагностирования не способны адаптироваться к изменению внешних условий и внутреннего состояния объекта диагностирования. Поэтому в последнее время особое внимание уделяется совершенствованию систем диагностирования на основе нейросетевых методов моделирования многомерных зависимостей как перспективному направлению развития искусственного интеллекта. Интеллектуальная диагностика позволяет решать широкий круг задач, однако теория и методы создания интеллектуальных систем еще до конца не построены.

Интеллектуальная диагностика представляет собой совокупность средств, позволяющих строить надежные и адекватные модели диагностируемых сложных технических объектов и процессов по экспериментальным данным, обладающих способностью адаптироваться к изменениям во внешней и внутренней средах диагностируемого объекта (процесса), что достигается обучением (переобучением) [2]. Инструментальным базисом для осуществления интеллектуальной диагностики является теория распознавания образов и методы нейроинформатики. Основная задача интеллектуальной диагностики – быстрое распознавание состояния технической системы в условиях ограниченной информации.

Заключение. Одним из путей развития интеллектуального технического обслуживания и диагностики технических средств является использование методов программно-алгоритмического контроля, которые получили распространение в последнее время из-за широкого внедрения микропроцессорной техники.

Список использованной литературы

1. Шило, И.Н. Интеллектуальные технологии в агропромышленном комплексе /И.Н. Шило, Н.К. Толочко, Н.Н. Романюк, С.О. Нукешев.– Минск : БГАТУ, 2016. – 336 с.

2. Жданко, Д.А. Методика оценки технического состояния гидростатической трансмиссии мобильных энергетических средств / Д.А. Жданко, Т.А. Непарко, Д.И. Сушко, П.С. Хмельницкий // Агропанорама. – 2021. – № 2 (144). – С. 34–38.

УДК 631.3.072

АГРОТЕХНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПАХОТНЫХ АГРЕГАТОВ В СИСТЕМЕ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Н.Н. Быков, канд. техн. наук, доцент,
Т.А. Непарко, канд. техн. наук, доцент,
А.П. Ляхов, канд. техн. наук, доцент, В.О. Сумар, студент
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь,
mta_mtp@bsatu.by

Аннотация: В статье проанализированы эксплуатационно-технологические показатели при выполнении пахотных работ в системе точного земледелия.

Summary: The article analyzes the operational and technological indicators when performing arable work in the precision farming system.

Ключевые слова: машинно-тракторный агрегат, вспашка, производительность, наработка, расход топлива, уширитель борозды.

Key words: machine-tractor unit, plowing, productivity, operating time, fuel consumption, furrow widener.

Введение. Развитие аграрного сектора в Республике Беларусь нацелено на крупно-товарное производство сельскохозяйственной продукции. В настоящее время средняя площадь земель сельскохозяйственных организаций составляет около 6 тыс. га, а в некоторых до 10 тыс. га и более. В тоже время большие площади землепользования – это несомненный простор для реализации научных разработок, эффективного использования современной техники и достижения максимальной производительности труда. Модернизация производства – это один из возможных путей снижения себестоимости продукции. Задача весьма трудная, но объективно неизбежная. Конкуренция на аграрном рынке обостряется с каждым годом, и, несомненно, придется проанализировать пригодность всех проектно-технических разработок в каждом сельскохозяйственном предприятии, и за счет потенциала удерживать нишу на внешнем рынке. Инновационные решения в почвообрабатывающей технике для точного земледелия – составляющая высокоэффективного производства.

Основная часть. В рамках научно-исследовательской работы кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка проводится работа по разработке научно-практических рекомендаций пооперационного использования технических средств в системе точного земледелия [1-6]. В 2022 году исследовательская работа заключалась в

обосновании оптимальных составов агрегатов для основной обработки почвы на базе энергонасыщенных тракторов, их агротехнической оценки в различных природно-производственных условиях.

Эксплуатационно-технологические и функциональные показатели полунавесного оборотного плуга ППО-9-45 с уширителем борозды, установленным за последним корпусом, проанализированы на соответствие ТУ BY 500052032/004-2008 и СТБ 1388-2003 после испытания плуга в КСУП «Ходоровцы-Агро» Лидского района Гродненской области при вспашке поля после уборки рапса с предварительным лущением – фон 1, и вспашке поля после уборки зерновых культур – фон 2. Условия работы характеризовались низкой влажностью почв 6,5–12,3 % при повышенной твердости, особенно в нижних слоях почвы, 3,9–5,4 МПа. Плуг агрегатировался с тракторами «Беларус-3522» и «John Deer 8430».

Производительность плуга за час основного времени составила 3,81 и 3,73 га, за час сменного – 2,86 и 2,80 га, а за час эксплуатационного времени – 2,84 и 2,78 га соответственно указанным выше фонам (по ТУ производительность за час основного времени предусматривается не менее 2,84 га, за час сменного времени 1,85 га, за час эксплуатационного времени 1,80 га). Коэффициенты использования времени смены составили 0,75, коэффициенты надежности технологического процесса – 0,99 на обоих фонах, что соответствует требованиям ТУ. Удельный расход топлива за сменное время при вспашке поля после уборки рапса составил 16,1 кг/га, а при вспашке поля после зерновых культур – 14,9 кг/га, что соответствует требованиям ТУ (не более 17,0 к/га).

В результате агротехнической оценки, проведенной одновременно с эксплуатационно-технологической оценкой на тех же фонах и режимах, установлено, что при установочной глубине вспашки 0,22 м фактическая глубина на фоне 1 составила 0,23 м, а на фоне 2 – 0,24 м. Отклонения фактической глубины вспашки от заданной составило + 0,01 м, + 0,02 м согласно фонам, что соответствует ТУ и СТБ 1388-2003 (не более ± 0,02 м). Отклонение рабочей ширины захвата от конструктивной при вспашке поля после уборки рапса не было установлено, а при вспашке поля после зерновых культур составило 2,2 %, что соответствует ТУ (± 10 %). Глубина заделки пожнивных и растительных остатков на фоне 1 составила 0,11 м, на фоне 2 – 0,10 м, что соответствует ТУ (не менее 0,10 м). Полнота заделки пожнивных и растительных остатков на обоих

фонах составила 100 %, что также соответствует ТУ (не менее 98 %). Фракции почвы, размером до 50 мм, составили 92,7 % при вспашке поля после уборки рапса и 95,2 % при вспашке поля после зерновых культур, что соответствует ТУ (не менее 70 %). Гребнистость поверхности пашни на обоих фонах составила 0,04 м, что соответствует ТУ (не более 0,05 м). Угол оборота пласта соответствовал СТБ 1388-2003.

Заключение. Комплектование плуга уширителем борозды, установленным за последним корпусом, явилось эффективным – колеса трактора двигались по более широкой борозде с меньшим воздействием на полевую стенку борозды и пласт, уложенный последним корпусом, что в итоге обеспечивает слитность смежных проходов, повышая качество выполнения вспашки.

Список использованной литературы

1. Тимошенко В.Я, Кецко В.Н., Непарко Т.А., Дутко Л.Ю. Операционная технология вспашки полей. // Агропанорама.– 2001.– № 2 – С. 27–31.
2. Тимошенко В.Я., Непарко Т.А., Дутко Л.Ю. Технологическая надежность вспашки торфяно-болотных почв. // Агропанорама. – 2004. – № 2, С.10-13.
3. Новиков А.В., Жданко Д.А., Непарко Т.А., Зенько А.А. Оценка годовой загрузки новых отечественных тракторов «БЕЛАРУС» класса тяги 6. //Агропанорама. – 2016.– № 3, С. 20–22.
5. Новиков А.В., Жданко Д.А., Непарко Т.А., Назаров Ф.И., Лепешкин Н.Д. Эксплуатационная оценка широкозахватного пахотного агрегата на базе трактора «БЕЛАРУС 4522С». // Агропанорама.– 2017. – № 2, С. 2–8.
6. Ляхов А.П., Непарко Т.А., Быков Н.Н., Жаврид О.В. Параметры оценки приспособленности энергосредств в агрегатированию в составе МТА. // Агропанорама. – 2022. – № 3. – С. 6–10.

УДК 631.452

ТЕХНОЛОГИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ КАК СПОСОБ РАСШИРЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ

Н.И. Клостер, канд. с.-х. наук, доцент,
В.Б. Азаров, д-р с.-х. наук, профессор,
В.В. Лоткова, ассистент профессора

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина», г. Белгород, Россия
lotkova.2001@mail.ru

Аннотация: в статье приведены данные наблюдений за показателями почвенного плодородия про прошествии полной ротации трехпольного севооборота соя-озимая пшеница-кукуруза на зерно. В ходе исследований во внимание были взяты

агрофизические, физико-химические и агрохимические показатели почвенного плодородия, изменяющиеся в зависимости от вида органического удобрения и от способа заделки последнего.

Abstract: the article presents data on observations of soil fertility indicators after the complete rotation of the three-field crop rotation of soybeans-winter wheat-corn for grain. In the course of the research, agrophysical, physico-chemical and agrochemical indicators of soil fertility were taken into account, varying depending on the type of organic fertilizer and the method of sealing the latter.

Ключевые слова: биологизация, плодородие, чернозем, органические удобрения, зерновые культуры.

Keywords: biologization, fertility, chernozem, organic fertilizers, grain crops.

Почвенный покров Центрально-черноземного региона России претерпевает отклонение благоприятных параметров плодородия в негативную сторону. Особенно ярко это выражено в масштабе 100 лет. За этот относительно непродолжительный промежуток времени содержание гумуса в составе почвы снизилось с 12 % до 4–5 %.

Ученое сообщество страны, и мы, его представители, понимаем глобальность проблемы, обособившуюся на фоне интенсификации производственных процессов [1]. Химизация, глубокая вспашка или же, наоборот, использование высокопродуктивных сортов с характерным выносом элементов питания при недостаточном возврате минералов в почву, очевидно, приводит к деградационным процессам [2,3].

Исследование представляет собой двухфакторный полевой опыт на протяжении полной ротации зернового трехпольного севооборота соя – озимая пшеница – кукуруза на зерно. Упомянем, что данный севооборот является наиболее распространенным в Белгородской области ввиду своего кормового назначения.

Фактор А – вид удобрения. В опыте используется минеральная, органо-минеральная и органическая система удобрения. В качестве органики используем наиболее доступные материалы – побочные продукты отрасли свиноводства и птицеводства. В первом случае отходом отрасли являются свиноводческие стоки (осветленная фракция), во втором – закомпостированный куриный помет.

Были утверждены следующие варианты: 1. Контроль без применения удобрений; 2. Минеральные удобрения на планируемый урожай; 3. Свиноводческие стоки на планируемый урожай; 4. Свиноводческие стоки на планируемый урожай (осенью 0,5 дозы + весной до посева 0,5 дозы); 5. Куриный помет на планируемый

урожай; 6. Минеральные удобрения ½ дозы на планируемый урожай; 7. Свиноводческие стоки ½ дозы на планируемый урожай; 8. Куриный помет ½ дозы на планируемый урожай; 9. Свиноводческие стоки + куриный помет по ½ дозы.

Фактор Б – способ заделки удобрения. Вариантами послужила отвальная вспашка на глубину 25–30 см, а также рыхление почвы дисковыми лущильниками на 15–20 см.

Результаты исследования приведем по группам показателей почвенного плодородия.

Плотность почвы на делянках опыта была в пределах оптимальных значений и составляла 1,10–1,24 г/см^3. Стоит отметить лишь то, что внесение свиноводческих стоков в полной дозе, наряду с использованием минеральных удобрений приводило к некоторому переуплотнению почвы; здесь показатель был не ниже 1,18 г/см^3.

По коэффициенту структурности заметим четкое различие по фактору Б. Так на делянках с обработкой почвы отвальной вспашкой данный показатель составляет в среднем 3,8 ед., в то время как поверхностная заделка удобрений позволяет сохранить и даже повысить значение данного показателя до 6,8 ед. (на контрольном варианте – 5,0 ед.).

Величина гидролитической кислотности демонстрирует следующую закономерность, привязанную к виду удобрения. Если на контрольных вариантах показатель равен 2,0 и 1,8 мг-экв. / 100 г почвы, при поверхностной обработке и вспашке, соответственно, то использование полной дозы птичьего помета позволяет оптимизировать данный показатель до 1,9 и 1,7 мг-экв. / 100 г почвы. А использование минеральных удобрений, как в полной, так и в половинной дозе сдвигает значение Нг до 2,6–2,9 мг-экв. / 100 г почвы.

Степень поглощения не коррелирует ни с уровнем удобренности, ни с глубиной заделки удобрений. Это явление мы можем обосновать высокой емкостью катионного обмена, присущей черноземной почве генетически.

Список использованной литературы

1. Оценка микробиологического состава черноземных почв под влиянием агротехнических факторов / А. В. Акинчин, С. А. Линков, Л. Н. Кузнецова, Т. С. Морозова // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2022. – № 2(34). – С. 98–107. – EDN BTWEGS.

2. Холиков, М. Ф. Перспективы биологизации земледелия / М. Ф. Холиков, В. В. Лоткова // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : Материа-

лы Международной студенческой научной конференции, Майский, 29–30 марта 2022 года. – Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – С. 92–93. – EDN MEIEAO.

3. Lotkova, V. Prospects for the introduction of biologization techniques in agriculture of the Belgorod region / V. Lotkova, V. Azarov // Innovative technologies in agriculture : International scientific and practical conference, Orel, 23–24 марта 2022 года. – Orel: Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, 2022. – P. 51. – EDN GCTFBK.

УДК 631.452

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ БИОЛОГИЗАЦИИ В ТЕХНОЛОГИЮ ВОЗДЕЛЫВАНИЯЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

В.Б. Азаров, д-р с.-х. наук, профессор,
В.В. Лоткова, ассистент профессор

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина», г. Белгород, Россия
lotkova.2001@mail.ru

Аннотация: в статье приведены результаты использования приемов биологизации земледелия, а именно минимизации обработки почвы и органической системы удобрения. Внимание уделяется продуктивности зерновых культур (сои, озимой пшеницы и кукурузы на зерно) и экономической составляющей, предлагаемой нами технологии. Мысль, пронизывающая материал статьи красной нитью заключается в том, что использование отходов животноводства в качестве органических удобрений вполне могут составить конкуренцию минеральным веществам.

Abstract: the article presents the results of the use of methods of biologization of agriculture, namely the minimization of tillage and organic fertilizer system. Attention is paid to the productivity of grain crops (soybeans, winter wheat and corn for grain) and the economic component of the technology we offer. The idea that permeates the material of the article with a red thread is that the use of animal husbandry waste as organic fertilizers may well compete with mineral substances.

Ключевые слова: биологизация, плодородие, чернозем, органические удобрения, зерновые культуры.

Keywords: biologization, organic fertilizers, productivity, economic efficiency, grain crops.

Введение. Сегодня мы и наши современники являемся свидетелями активных дискуссий о поводу того, какую же систему удобрения сельскохозяйственных культур применять – минеральную или органическую. Есть и третья сторона, которая рекомендует придерживаться комбинированной органо-минеральной системы [2].

Основная часть. Поскольку тема, весьма и весьма актуальна, то ученые не могут остаться в стороне и всячески стараются дать однозначный ответ на вышеупомянутый вопрос.

Исследованиями наших коллег установлено негативное влияние минеральных удобрений на показатели почвенного плодородия. Однако этот вид средств повышения качества почвенных характеристик остается самым популярным. Это явление весьма обосновано удобством внесения удобрений, доступностью, а главное быстродействием [1].

Тут мы ставим риторический вопрос, ответ на который должен дать каждый из производителей сам для себя: продвигаться в своем деле медленно, но уверенно сохранить плодородие угодий или же «высосать» из почвы все и оставить после себя безжизненны субстрат?

Нашей командой проведено исследование, которое включает в себя факторы удобренности* и глубину заделки удобрений в трехпольном севообороте соя – озимая пшеница – кукуруза на зерно. Следует заметить, что данный набор культур является наиболее распространенным на территории Центрального Черноземья по причине своего кормового назначения для свиноводческих и птицеводческих направлений животноводства.

*Варианты опыта: 1. Контроль без применения удобрений; 2. Минеральные удобрения на планируемый урожай; 3. Свиноводческие стоки на планируемый урожай; 4. Свиноводческие стоки на планируемый урожай (осенью 0,5 дозы + весной до посева 0,5 дозы); 5. Куриный помет на планируемый урожай; 6. Минеральные удобрения ½ дозы на планируемый урожай; 7. Свиноводческие стоки ½ дозы на планируемый урожай; 8. Куриный помет ½ дозы на планируемый урожай; 9. Свиноводческие стоки + куриный помет по ½ дозы.

Соответственно, в качестве органики используем побочные продукты отрасли – свиноводческие стоки (осветленная фракция) и закомпостированный куриный помет.

Установлено, что вариант с использованием комбинации свиностоков и помета на фоне мелкой обработки обеспечивает получение наибольшей урожайности по каждой из культур. Так на сое зафиксировано 33 ц/га, а на пшенице и кукурузе 51,7 и 122,1 ц/га соответственно.

Вторым по показателю урожайности культур является вариант 5 – полная доза закомпостированного помета. Продуктивность по культурам составила 27,6, 51,2 и 116,9 ц/га.

Касаемо дифференцированного по срокам внесения свиноводческих стоков, этот способ также оказал определенный эффект,

приблизительно равный варианту 5, обеспечив урожайность сои в 23,5 ц/га, пшеницы 47,3 ц/га и кукурузы 113,7 ц/га.

Заключение. Приведя сведения об экономической эффективности упомянем, что кукуруза являлась наиболее затратной с точки зрения ресурсов культурой, в первую очередь по причине дорогостоящего гибридного материала. И на ней использование вариантов органической системы удобрения показало неплохую картину.

Наибольшая рентабельность установлена на варианте 9 – 87 %. Разница вариантов 4 и 5 несильно велика – 76 и 78 % соответственно.

Внесение половинной дозы и дифференцированно стоков по показателю рентабельности имеют небольшую разницу в 5 % (55 и 50 %), что в целом удовлетворительно. А вот самыми низкоэффективными с экономической точки зрения стали варианты с применением минеральных удобрений и ½ дозы отходов свиноводства, где рассматриваемый показатель находился в пределах 21–24 %.

Список использованной литературы

1. Кузнецова, Л. Н. Влияние удобрений на структуру почвы в посевах кукурузы на зерно / Л. Н. Кузнецова, Т. С. Морозова // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVI Международной научно-производственной конференции, Майский, 25 мая 2022 года. – Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – С. 25–26. – EDN WZTWEU.

2. Лоткова, В. В. Перспективы внедрения приёмов биологизации в земледелие Белгородской области / В. В. Лоткова, В. Б. Азаров // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия : Сборник докладов XVII Международной научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева», Курск, 27–29 апреля 2022 года. – Курск: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Курский федеральный аграрный научный центр", 2022. – С. 159–164. – EDN TVOZDE.

УДК 631.81.095.337

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОУДОБРЕНИЯ «НАНОПЛАНТ» НА КАРТОФЕЛЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОРТА

Т.М. Дайнеко, канд. с.-х. наук, доцент

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

dtm.agr@bsatu.by

Аннотация. Исследованиями 2019–2020 гг., проведенными на дерново-подзолистой связно-супесчаной почве, установлено, что применение микроудоб-

рения «Наноплант» в фазу бутонизации – начала цветения было наиболее эффективно в условиях влажного года на картофеле сортов Лилея и Эволюшен – прибавка урожая к фону соответственно составила 32,3 и 51,3 ц/га. В слабо засушливом году действие микроудобрения «Наноплант» на величину урожая картофеля всех сортов было не достоверным.

Abstract. Studies of 2019–2020, conducted on soddy-podzolic cohesive sandy loamy soil, found that the use of Nanoplant microfertilizer in the budding phase – the beginning of flowering was most effective in a wet year on potato varieties Lileya and Evolution – an increase in yield to the background, respectively amounted to 32.3 and 51.3 c/ha. In a slightly dry year, the effect of Nanoplant microfertilizer on the yield of potatoes of all varieties was not significant.

Ключевые слова: микроудобрение, «Наноплант», сорта картофеля, урожайность.

Keywords: microfertilizer, "Nanoplant", potato varieties, yield.

Введение. Одним из путей увеличения продуктивности картофеля является использование микроудобрений, которые позволяют оптимизировать применение минеральных удобрений [1, 2]. Кроме того, микроэлементы способствуют увеличению урожая культур и улучшению его качества [3, 4].

Основная часть. Целью исследований являлось изучение влияния микроудобрения нового поколения «Наноплант» на урожайность клубней картофеля в зависимости от сорта на дерново-подзолистой связно-супесчаной почве Центральной зоны Беларуси.

Исследования проводились в условиях мелкоделяночного полевого опыта на картофеле раннеспелого сорта Лилея (белорусской селекции) и среднераннего сорта Эволюшен (Нидерланды) в течение 2019–2021 гг., среднераннего сорта Карлита (Нидерланды) – 2020–2021 гг.

Годы исследований различались по приходу тепла и количеству выпавших осадков. Вегетационный период 2019 г. характеризовался, как умеренно влажный (гидротермический коэффициент, ГТК, составил 1,58), 2020 года – как влажный (ГТК=1,69), 2021 – как слабо засушливый (ГТК = 1,36).

Микроудобрение «Наноплант» (Беларусь) представляет собой жидкий концентрат водных коллоидных растворов на основе наночастиц растворимых соединений кобальта, марганца, меди, железа. Способствует увеличению активности ферментов, отвечающих за стимулирование роста и развития растений, укрепление иммунной системы, что в свою очередь повышает урожайность сельскохозяйственных культур.

Исследования по изучению эффективности микроудобрения на продуктивность различных сортов картофеля проводились на минеральном фоне – $N_{100}P_{50}K_{90}$. Азотные удобрения вносились в виде карбамида, фосфорные – в виде аммонизированного суперфосфата, калийные – калия хлористого. Предшественником картофеля являлась озимая рожь + рапс промежуточно на зеленое удобрение. Технология возделывания картофеля – общепринятая для Центральной зоны Беларуси. Повторность опыта четырехкратная, расположение вариантов рендомизированное.

Микроудобрение «Наноплант» вносилось путем опрыскивания картофеля в фазу бутонизации–начала цветения. Норма расхода микроудобрения – 100 мл/га. Расход рабочей жидкости 200 л/га.

Действие микроудобрения «Наноплант» на величину урожайности картофеля зависело от погодных условий вегетационного периода. Достоверная прибавка урожая к фону от применения микроудобрения была получена в условиях умеренно влажного 2019 (сорт Лилея) и влажного 2020 года (сорта Лилея и Эволюшен). В условиях слабо засушливого 2021 года у голландских сортов Карлита и Эволюшен наблюдалась лишь тенденция к увеличению урожайности от внесения микроудобрения «Наноплант».

Заключение. 1. На дерново-подзолистой почве легкого гранулометрического состава среднего уровня плодородия применение микроудобрения «Наноплант» в фазу бутонизации – начала цветения оказалось наиболее эффективным в условиях влажного года на картофеле сортов Лилея и Эволюшен – прибавка урожая к фону соответственно составила 32,3 и 51,3 ц/га. 2. В условиях недостатка влаги в начале июня и середине августа 2021 года действие микроудобрения «Наноплант» на величину урожая картофеля всех сортов было не эффективным. 3. Белорусский сорт картофеля Лилея оказался наиболее отзывчивым на применение микроудобрения «Наноплант», так как обеспечивал достоверную прибавку урожая относительно фона не только в условиях влажного, но и умеренно влажного года: 32,3 и 45,4 ц/га соответственно. 4. При применении микроудобрения «Наноплан» интенсивный сорт картофеля Карлита голландской селекции формировал положительную тенденцию к увеличению урожайности по отношению к фону в более экстремальных погодных условия вегетационного периода (недостаток влаги в 2021 году).

Список использованной литературы

1. Анципович, Н.А. Оценка эффективности применения микроудобрений при производстве семенного картофеля различных групп скороспелости/Н.А. Анципович, В.И Дударевич, А.И. Попкович//Картофелеводство: сб. науч. тр. РУП «Науч.-практ. центр Нац. Акад. Наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству».– 2020. – Т.27. – С. 179-186.

2. Совершенствовать технологию возделывания продовольственного и семенного картофеля/А.А. Молявко [и др.]// Вестник Брянской ГСХА. – 2019. – № 2. – С. 15–20.

3. Фицуро, Д.Д. Микроудобрения для некорневых подкормок картофеля/Д.Д. Фицуро// Белорусское сельское хозяйство. – 2015. – № 6. – С. 85–87.

4. Азизбекян, С.Г. Наноплант – новое отечественное микроудобрение/С.Г. Азизбекян, В.И. Демаш//Наше сельское хозяйство. – 2015. – № 7. – С. 7.

УДК 631.344.5

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫМ РЕЖИМОМ ТЕПЛИЦЫ С УЧЕТОМ ПРОГНОЗА ПОГОДЫ

А.Г. Сеньков, канд. техн. наук, доцент;
А.Н. Ермаков, магистрант

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

Аннотация: Рассматриваются вопросы повышения энергоэффективности в промышленных теплицах с использованием данных прогноза погоды.

Abstract: The article deals with the issues of increasing energy efficiency in industrial greenhouses using weather forecast data.

Ключевые слова: микроклимат, теплица, автоматическое регулирование, принцип компенсации возмущения.

Keywords: microclimate, greenhouse, automatic control, disturbance compensation principle.

Введение. В среднем затраты на обогрев теплиц составляют 40 %–80 % от себестоимости продукции. На обогрев 1 га зимних теплиц расходуется в среднем более 200 тонн условного топлива в год [1]. Именно поэтому разработка систем энергосбережения является актуальной задачей.

Основная часть. Наличие значительного транспортного запаздывания в цепи управления объектом, как известно, значительно ухудшает качество регулирования по отклонению и устойчивость САР при использовании ПИД-регулятора. Для решения проблемы транспортного запаздывания в цепи управления существуют методы управления и структурные схемы САР с использованием предиктора Смита.

Для преодоления указанной проблемы предлагается использовать данные краткосрочного почасового прогноза погоды, позволяющие с достаточно большой точностью прогнозировать изменения наружной температуры воздуха на сутки вперед (рис.1).

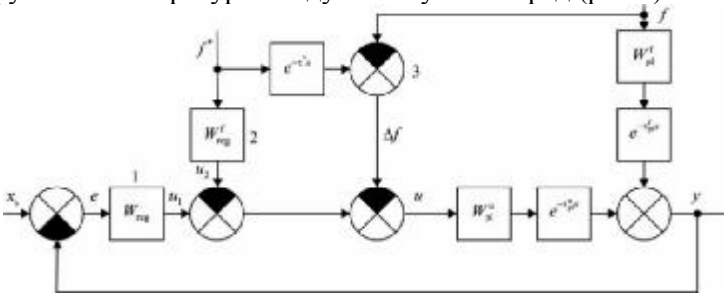


Рисунок 1 – Структурная схема САР с компенсацией изменения наружной температуры воздуха с учетом возможных погрешностей данных метеопрогноза

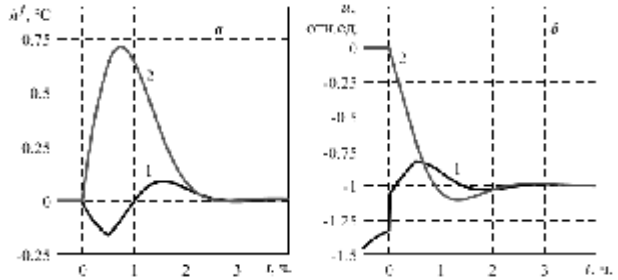


Рисунок 2 – Реакция САР на ступенчатое возмущающее воздействие – увеличение наружной температуры воздуха на 1°С: *а)* переходная функция САР по возмущающему воздействию; *b)* изменение управляющего сигнала регулятора; 1 – при наличии контура компенсации возмущения с учетом данных прогноза погоды; 2 – при регулировании по отклонению и отсутствии контура компенсации

Современные серверы погоды предоставляют в распоряжение пользователей программный интерфейс (англ. application programming interface, API), с помощью которого подключенный к сети Интернет пользователь (микропроцессорное устройство управления САР) может сформировать программный запрос. На рис. 2, *b* показан график соответствующего изменения во времени управляющего сигнала *u(t)* блока регуляторов. В рассматриваемой комбинированной схеме изменение управляющего сигнала $u_{(1)}$ (рис. 2, кривая 1) вследствие учета данных метеопрогноза начинается заблаговременно, т. е. еще до момента времени $t = 0$ наступления ступенчатого возмущения. В то же

время при использовании пропорционально-интегрального регулирования только по отклонению реакция САР $u_{(2)}$ (рис. 2, кривая 2) на внешнее возмущение начинается только после его наступления. Таким образом, помимо улучшения качества переходного процесса в системе за счет предусмотрительного снижения температуры теплоносителя при повышении наружной температуры достигается также экономия тепловой энергии, пропорциональная величине

$$\Delta Q = \int_{-T^*}^{+\infty} (u_{(2)} - u_{(1)})dt$$

Заключение. Использование комбинированного управления позволяет улучшить качество регулирования системы при изменении возмущающего воздействия. Предложенный подход может быть применим также при разработке интеллектуальных систем отопления производственных, жилых и сельскохозяйственных помещений, характеризующихся значительной тепловой инерцией[2,3].

Список использованной литературы

1. Энергосбережение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.promgidroponica.ru/energosberejenie/ – Дата доступа: 06.10.2022.

2. Сеньков, А. Г. Автоматическое регулирование температуры воздуха в теплице с учетом данных прогноза погоды / А. Г. Сеньков // Информатика. – 2021. – Т. 18, № 3. – С. 56–64.

УДК 631.559:633.31/.37(470.44/47)

ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ НУТА В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

А.В. Зеленев[1], д-р с.-х. наук, доцент,
А.И. Беленков[1], д-р с.-х. наук, профессор, Я.В. Ткаченко[2], аспирант
[1]ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Россия;
[2]ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», г. Волгоград, Россия
a.zelenev@rgau-msha.ru

Аннотация: в подзоне светло-каштановых почв Нижнего Поволжья установлена эффективность применения регулятора роста растений АгроСтимул в качестве предпосевного протравливания семян нута на фоне чизелевания с полным оборотом пласта орудием ОЧО-5-40.

Abstract: in the subzone of light chestnut soils of the Lower Volga region efficiency of plant growth regulator AgroStimul as pre-sowing dressing of chickpea seeds on the background of seeding with full turnover of the soil with the tool OCHO-5-40 was established.

Ключевые слова: прием основной обработки почвы, регулятор роста растений, урожайность, нут.
Keywords: reception of basic tillage, plant growth regulator, yield, chickpeas.

Введение. Основной задачей, стоящей перед российским агропромышленным комплексом, является увеличение производства зернобобовых культур. В Нижнем Поволжье нут может обеспечить устойчивое производство высокобелкового зерна и повысить стабильность всей агроэкосистемы. Посевные площади нута в России в 2021 году составили 330100 га, средняя урожайность – 10,1 ц/га. На Волгоградскую область приходилось 27 % от общего валового сбора нута [1, 2, 3, 4, 5]. Цель исследований – изучение приемов основной обработки почвы и регуляторов роста растений для повышения урожайности нута в условиях светло-каштановых почв Нижнего Поволжья.

Основная часть. Исследования проводили в 2022 году на опытном поле УНПЦ «Горная Поляна» ФГБОУ ВО Волгоградского ГАУ в условиях светло-каштановых почв. Содержание гумуса в слое почвы 0-25 см составляло 1,74 %, аммонийного азота – 7,8 мг, нитратного – 27,5 мг, подвижного фосфора – 28,5 мг и обменного калия – 392 мг/кг почвы. Среднемноголетнее количество осадков в год составляло 339,2 мм, за 2021–2022 сельскохозяйственный год их было 444,5 мм. За период вегетации нута выпало 93,7 мм осадков. Повторность четырехкратная. Расположение вариантов фактора А рендомизированное, фактора В – методом расщепленных делянок. Технология возделывания нута общепринятая для зоны проведения исследований. Предшественником нута была озимая пшеница. Высевали сорт Волжанин 50 нормой высева 0,5 млн. на гектар, способ посева рядовой. Учет хозяйственной урожайности проводили методом прямого комбайнирования комбайном TERRION SR2010. В полевом двухфакторном опыте изучали приемы основной обработки почвы (фактор А) и регуляторы роста растений (фактор В). Фактор А: 1) вспашка ПН-4-34 на глубину 25–27 см (контроль); 2) чизелевание с оборотом поверхностного пласта орудием ОЧО-5-40 на глубину: отвал – 14-16 см, широкое долото – 36-38 см; 3) чизелевание с полным подрезанием растительности орудием ОЧО-5-40 на глубину: плоскорежущая лапа – 14-16 см, широкое долото – 36–38 см. Фактор В: 1) контроль без обработки семян; 2) предпосевная обработка семян Альбит; 3) протравливание АгроСтимул; 4) обработка семян Артафит.

В опыте на урожайность нута влияние оказывали приемы основной обработки почвы и регуляторы роста растений (табл. 1).

Таблица 1. Урожайность нута в зависимости от приемов основной обработки почвы и применения регуляторов роста растений в 2022 году, ц/га

Прием основной обработки почвы (фактор А)	Регулятор роста растений (фактор В)				Среднее по фактору А
	Контроль, б/о	Альбит	АгроСтимул	Артафит	
Вспашка (контроль)	4,32	4,80	5,08	4,90	4,77
Чизелевание с полным оборотом пласта	4,82	5,40	5,73	5,51	5,36
Чизелевание с полным подрезанием растительности	4,69	5,24	5,54	5,34	5,20
Среднее по фактору В	4,61	5,15	5,45	5,34	5,20
$НСР_{05}$ (общая) = 0,33 ц/га; $НСР_{05}$ А = 0,16 ц/га; $НСР_{05}$ В = 0,19 ц/га; $НСР_{05}$ АВ = 0,19 ц/га;					

Данные таблицы 1 показывают, что самая высокая урожайность нута обеспечивалась при проведении в качестве основной обработки почвы чизелевания с оборотом поверхностного пласта ОЧО-5-40 и обработке семян перед посевом регулятором роста АгроСтимул – 5,73 ц/га, что было выше, чем в контрольном варианте, вспашке ПН-4-35 без обработки семян препаратом, на 1,41 ц/га или 32,6 %. Также высокая урожайность достигалась при этой же обработке почвы, но с применением препарата Артафит – 5,51 ц/га и при чизелевании с полным подрезанием растительности и предпосевной обработкой семян препаратом АгроСтимул – 5,54 ц/га, что было выше контроля, соответственно, на 1,19 и 1,22 ц/га или 27,5 и 28,2 %.

Заключение. Таким образом, в сухостепной зоне каштановых подзоне светло-каштановых почв Нижнего Поволжья с целью повышения урожайности нута на 32,6 % необходимо применять в качестве основной обработки почвы чизелевание с полным оборотом пласта и предпосевной обработки семян регулятор роста АгроСтимул.

Список использованной литературы

1. Балашов В. В., Балашов А. В., Кудинов В. В. Влияние минеральных удобрений, предшественника и ризоторфина на развитие симбиотического аппарата и урожайность нута // Плодородие. 2016. №6 (93). С. 14–15.

2. Бондаренко А. Н. Влияние ростостимулирующих препаратов на продуктивность и экономическую эффективность нута в условиях светло-каштановых солонцеватых почв Астраханской области // Аграрная Россия. 2019. №1. С. 24–26.

3. Кошелева С. В., Подгорнов Е. В. Совершенствование технологии возделывания нута в засушливых условиях Нижнего Поволжья // Аграрные конференции. 2021. №5 (29). С. 10–18.

4. Павленко В. Н., Павленко В. И. Совершенствование технологии возделывания сои и нута в Нижнем Поволжье // Научно-агрономический журнал. 2016. №2 (99). С. 46–47.

5. Семененко А. С. Приемы возделывания нута в сухостепной зоне каштановых почв Нижнего Поволжья // Аграрный научный журнал. 2017. №9. С. 32–37.

УДК 539.194:547.455

МЕТОД И РЕЗУЛЬТАТЫ СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ПРАКТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО И ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

М.В. Королевич, д-р физ.-мат. наук, доцент,
В.М. Андрианов, д-р физ.-мат. Наук,
А.А. Шевченок, канд. техн. наук, доцент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь
korolevi@dragon.bas-net.by

Аннотация: Выполнены согласованные расчеты частот и интенсивностей нормальных колебаний молекул биурета, моноэтаноламина и гидроксиэтилцеллюлозы. Установлены спектро-структурные корреляции, проявляющиеся в ИК спектрах поглощения изучаемых объектов, и закономерности формирования структуры сложных аналитически важных полос поглощения.

Abstract: Consistent calculations of the frequencies and intensities of normal vibrations of biuret, monoethanolamine, and hydroxyethylcellulose molecules were carried out. Spectrostructural correlations, which are manifested in the IR absorption spectra of the objects under study, and regularities in the formation of the structure of complex analytically important absorption bands were established.

Ключевые слова: анализ нормальных колебаний, абсолютные ИК интенсивности, гидроксиэтилцеллюлоза.

*Keywords*s: normal coordinate analysis, absolute IR intensities, hydroxyethyl cellulose.

Введение. При разработке новых нанотехнологий производства продукции растениеводства с требуемыми техническими характеристиками широко применяются современные методы колебательной спектроскопии для исследования структуры и свойств сложных молекулярных соединений и выработки рекомендаций по их использованию.

Колебания молекул – одна из наиболее фундаментальных характеристик строения и свойств химических соединений. Они определяются строением молекул, их составом, химическими связями

и пространственным расположением атомов, системой внутри- и межмолекулярных взаимодействий. Именно эти параметры определяют все основные физические, химические, биологические и технически ценные свойства молекулярных объектов.

В данной работе представлены результаты применения оригинального комбинированного подхода [1] к анализу ИК спектров относительно простых соединений биурета, моноэтаноламина, а также сложного полисахарида гидроксиэтилцеллюлозы (ГЭЦ).

Основная часть. Оригинальный метод согласованного расчета частот и интенсивностей нормальных колебаний многоатомных молекул, названный комбинированным [1], сочетает классический анализ нормальных колебаний с квантово-химическим расчетом абсолютных интенсивностей полос поглощения. Расчет интенсивностей в рамках данного метода сводится к вычислению матриц *I* и *II*, полученных соответственно квантово-химическим и классическим методами, и к их перемножению (*I*×*II*):

$$\left\| \frac{\partial \vec{\mu}}{\partial Q_i} \right\| = \underbrace{\left(4.8\left|Z'\right| - 4.8\left|R\right| \left\| \frac{\partial q}{\partial r} \right\| - 7.337\left|\zeta^{-1}\right| \left\| \frac{\partial P}{\partial r} \right\| \right)}_{I} \underbrace{\widetilde{E\vec{B}} \left\| L_p \right\|_i}_{II}$$

Полный вид матриц, входящих в данное выражение, и подробное описание алгоритма расчета приведены в [1].

Результаты анализа нормальных колебаний молекул биурета и моноэтаноламина явились составной частью исследований термодинамической устойчивости конформеров и таутомеров для ряда аминов и амидов. Прогнозирование термодинамических свойств биурета на основе данных анализа нормальных колебаний позволило обосновать оптимальные режимы осуществления химико-технологического процесса синтеза аммиака в присутствии биурета.

Различия теоретических спектров построенных молекулярных структурных моделей 2,6-ГЭЦ для 20 и 70^0С, обусловленные изменением конформаций боковых эфирных групп, соответствуют наблюдаемому перераспределению интенсивностей ИК полос поглощения в области 1200–900 $см^{-1}$ при повышении температуры (рис. 1).

Следовательно, по изменению интенсивностей полосы поглощения в области 1200–900 $см^{-1}$ можно анализировать и контролировать процесс термического гелеобразования водных растворов простых эфиров целлюлозы, происходящий при нагревании растворов.

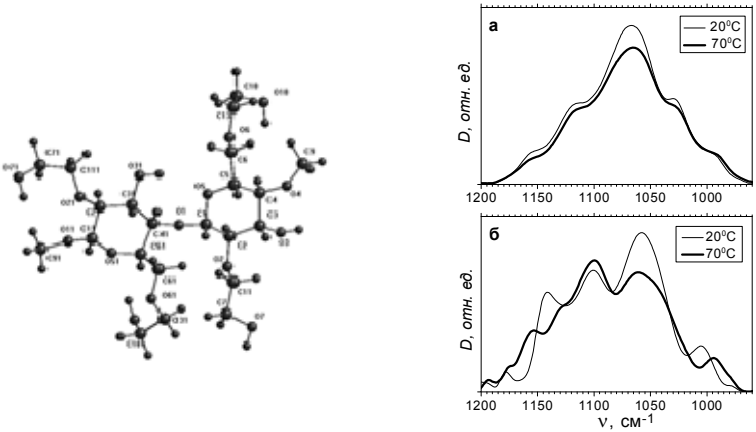


Рисунок 1 – Экспериментальные (а) и теоретические (б) ИК спектры поглощения водного раствора 2,6-ГЭЦ при температурах 20 и 70°С в диапазоне 1200–960 см$^{-1}$

Заключение. Результаты расчета позволяют объяснить наблюдаемые спектры биурета наличием в исследуемых образцах двух изомерных форм, а также вычислить термодинамические функции биурета, необходимые для проведения термодинамического анализа промышленно важного процесса аммонолиза биурета.

Показано, что одним из факторов термического гелеобразования в водных растворах простых эфиров целлюлозы является конформационная подвижность боковых сложноэфирных группировок.

Список использованной литературы

1. Королевич М.В. Аналитическая инфракрасная спектроскопия сахаридов: Дисс. … д-ра физ.-мат. наук. – Минск, 2009. – 333 с.

УДК 547.455:535.33/34:539.194

УСТАНОВЛЕНИЕ СПЕКТРО-СТРУКТУРНЫХ КОРРЕЛЯЦИЙ В ИНФРАКРАСНЫХ СПЕКТРАХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ МОЛЕКУЛ КЛАССА БРАССИНОСТЕРОИДОВ

В.М. Андрианов, д-р физ.-мат. наук

М.В. Королевич, д-р физ.-мат. наук, доцент

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

korolevi@dragon.bas-net.by

Аннотация: Проведен согласованный расчет частот и интенсивностей нормальных колебаний представителей стероидных фитогормонов, обладающих биологиче-

ской активностью – молекул (22S,23S)-24-эпибрассинолида, (22S,23S)-28-гомобрассинолида. Проведена оценка влияния структурных различий в пределах боковой цепи этих молекул на формирование их ИК спектров в области 1500 – 950 $см^{-1}$.

Abstract: Coupled calculation of normal vibration frequencies and absolute IR band intensities one of the steroid phytohormones representatives, having the biological activity, (22S,23S)-24-epibrassinolide, (22S,23S)-28-homobrassinolide molecules. The estimation of structural differences influence in the frame of these molecules side chain on the formation of their IR spectrum in the region 1500 - 950 cm^{-1} are given for the first time.

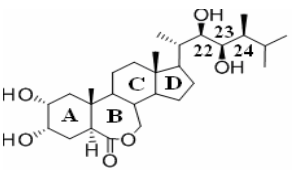
Ключевые слова: ИК спектроскопия, анализ нормальных колебаний, абсолютные ИК интенсивности, характеристические частоты, брассиностероиды.

Keywords: IR spectroscopy, normal coordinate analysis, absolute IR intensities, characteristic frequencies, brassinosteroids.

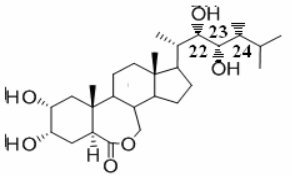
Введение. Брассиностероиды (БС) – класс фитогормонов, проявляющих высокую биологическую активность: наряду с ростостимулирующей активностью они способствуют повышению качества растительной продукции. Важнейшими представителями БС являются брассинолиды и кастастероны.

Одним из самых распространенных методов в установлении закономерностей «структура–свойство» соединений остается колебательная спектроскопия

Сложный характер колебательных спектров этих соединений стимулировал наши исследования по разработке оригинального комбинированного подхода к анализу ИК спектров многоатомных молекул [1].



I

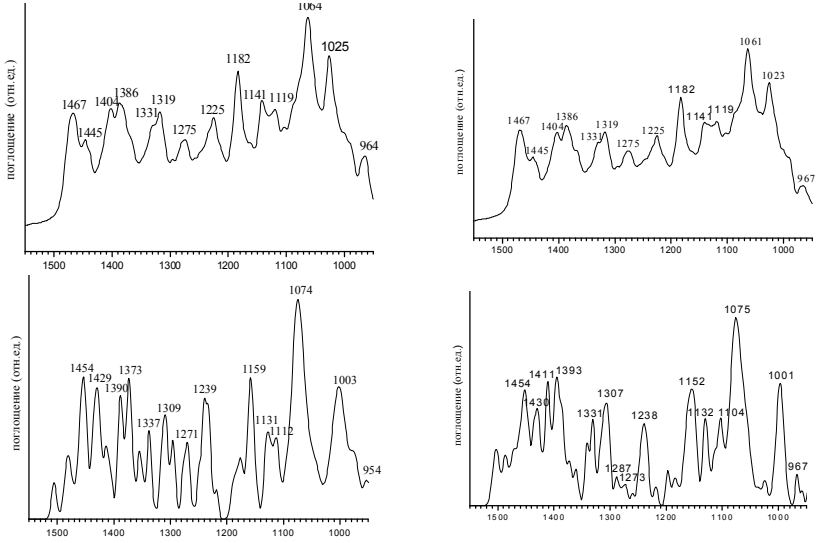


II

Рисунок 1 - Молекулярная структура (22S,23S)-24-эпибрассинолида (I) и (22S,23S)-28-гомобрассинолида (II)

Основная часть. В рамках подхода [1] в данной работе представлены результаты сравнительного теоретического анализа ИК спектров двух близких по химическому строению молекул брассиностероидов: (22S,23S)-24-эпибрассинолид (**I**) и (22S,23S)-28-гомобрассинолид (**II**), структурные различия которых локализованы в пределах боковой цепи: это – природа заместителя в положении 24 (метильный (**I**) и этильный (**II**)) и его конфигурация (24R (**I**) и 24S (**II**)) (рис.1).

При значительном подобии спектров данных соединений, как по частотам максимумов, так и по интенсивностям соответствующих полос поглощения, имеют место различия в соотношениях интенсивностей ряда полос, их форме и полуширине (рис.2). Анализ результатов расчета колебательных спектров этих молекул позволил найти связь между их структурными различиями и наблюдаемыми изменениями ИК спектров.



I **II**

Рисунок 2 - Экспериментальные (вверху) и теоретические (внизу) ИК спектры поглощения (22S,23S)-24-эпибрассинолида (**I**) и (22S,23S)-гомобрассинолида (**II**)

В частности, важную роль в формировании полос поглощения с максимумами около 1386, 1182, 1141 и 1025 $см^{-1}$ в молекуле (**II**) играют нормальные колебания с основным вкладом в РПЭ колебаний атомов в пределах этильной группы боковой цепи, в то время как в молекуле (**I**) в формировании полос с теми же максимумами участвуют другие группы атомов. Это объясняет характерные различия экспериментальных спектров: уменьшение интегральной интенсивности полос поглощения около 1182, 1141 и 1025 $см^{-1}$ при переходе от молекулы (**I**) к (**II**). Различия же конфигурации связи С24–С28 и конформации концевой части боковой цепи в обеих молекулах в большей степени оказывают влияние на интегральные

интенсивности, формы и полуширины полос поглощения с максимумами около 1467, 1445 $см^{-1}$, 1403 $см^{-1}$, 1275 и 1225 $см^{-1}$ их экспериментальных ИК спектров.

Заключение. Проведенный анализ позволил оценить влияние структурных различий в пределах боковой цепи исследуемых молекул на формирование их ИК спектров в области 1500–950 $см^{-1}$.

Список использованной литературы

1. Королевич М.В. Аналитическая инфракрасная спектроскопия сахаридов: Дисс. … д-ра физ.-мат. наук. – Минск, 2009. – 333 с

УДК 619:636.085.3

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИКОТОКСИНОВ ЗЕРНА И КОРМОВ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙПРОДУКЦИИ

А.В. Кудина[1], канд. техн. наук, доцент,
Л.Е. Процко[1], ассистент, Е.П. Франко[2], канд. техн. наук, доцент
[1]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет;
[2]Ресурсный центр ЭкоТехноПарк – Волма УО «Республиканский институт профессионального образования», г. Минск, Республика Беларусь
kydina.a.v.sm@bsatu.by

Аннотация: безопасность продукции – важнейший показатель сельскохозяйственного производства. Одним из показателей при контроле безопасности зерновых культур является определение наличия микотоксинов. Проведен анализ современных методов определения микотоксинов с целью их применения по назначению.

Abstract: product safety is the most important indicator of agricultural production. One of the indicators in the control of the safety of grain crops is the determination of the presence of mycotoxins. An analysis of modern methods for the determination of mycotoxins was carried out with the aim of their intended use.

Ключевые слова: сельскохозяйственная продукция, корма, микотоксины, контроль, показатель, качество продукции.

Key words: agricultural products, feed, mycotoxins, control, indicator, product quality.

Введение. В связи с постоянным повышением требований к качеству и безопасности продукции сельского хозяйства происходит усовершенствование и применение современных методов контроля качества и безопасности сельскохозяйственной продукции поставляемых для пищевых и кормовых целей. Безопасность продукции является одним из важнейших показателей для сельскохозяйственного производства.

Основная часть. К основным показателям безопасности зерна относятся: органолептические, примеси, порча зерна, зараженность, загрязненность, наличие токсичных элементов, пестициды, микотоксины.

Микотоксины являются биологическими контаминантами. Они вызывают поражение иммунной системы человека и животных [1,2]. Так же они способны накапливаться при хранении, поэтому необходим постоянный контроль в пищевых продуктах и кормах для животноводства. Наиболее опасными микотоксинами являются афлатоксины, зеараленон, охратоксин А, Т-2 токсин дезоксиниваленол, которые имеют высокую устойчивость при воздействии факторов окружающей среды и стойки к температурной обработке.

В соответствии с системой ХАССП при оценке рисков, обусловленных заражения микотоксинами, в процессе производства зерна и комбикормов выделено 7 критических контрольных точек, на которых следует предпринимать меры для предотвращения появления контамицинов: оценка состояния и качества семян; качество обработки почвы; период прорастания; уборка урожая; послеуборочный период; хранение зерновых и их переработка. С целью избежания поражения зерновых и кормов микотоксинами, необходимо точно соблюдать технологические нормы в первых шести критических контрольных точках. При заражении следует проводить обеззараживание зерна и кормовых субстратов до использования [3].

Техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности зерна» установлены предельно допустимые уровни содержания микотоксинов в зерне, поставляемом на пищевые и кормовые цели,

Для определения содержания микотоксинов наиболее часто используются хроматографические методы [4,5], а также более экономичные скрининговые методы. В последние годы для определения содержания микотоксинов активно применяют молекулярно-генетические методы. Арбитражными методами количественного определения микотоксинов являются: газожидкостная хроматография [5]. Иммуноферментный анализ обычно используется для мониторинга наличия микотоксинов выше определенного уровня.

Выводы. Безопасность продукции является одним из важнейших показателей для сельскохозяйственного производства. В основе контроля качества и безопасности продукции растительного происхождения является определение наличия в них микотоксинов

различными методами. Применение метода ВЖХ обеспечивает высокую точность результатов, позволяет определять несколько микотоксинов одного или разных классов, используется в качестве подтверждающего метода, но требует наличия дорогостоящего оборудования. Методы тонкослойной хроматографии одновременно определяют до 30 различных микотоксинов. Скрининговые методы с использованием экспресс-тестов не столь точны, но позволяют оперативно определять наличие микотоксинов и оперировать большими выборками проб. Поэтому применение оперативных и современных методов и средств контроля безопасности сельскохозяйственной продукции и кормов является актуальной задачей в глобальном масштабе. Поэтому необходимо применять экономически приемлемые и современные методы диагностики микотоксинов, отвечающими требуемым критериям.

Список использованных источников

1. Микотоксины и методы их определения. URL: https://helpiks.org/6-11619.html

2. Показатели качества и безопасности зерна. URL: http://www.fczerna.ru/About.aspx?pageid=254

3. Мелешкина Е.П. Инновационные методы управления качеством сельскохозяйственной продукции // Аграрный вестник Юго-Востока. 2015. № 1–2. С. 26–28.

4. Laboratornye metody diagnostiki mikotoksikozov. URL: https://www.allvet.ru/articles /article74/

5. Metodicheskie ukazaniya po ekspress-opredeleniyu mikotoksinov. URL: https://fi1es.stroyinf.ru/Index2/1/ 4293736/4293736593.htm

УДК 664.66.022.39

ПРИМЕНЕНИЕ СЕМЕНИ ЛЬНА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ФЛАКСОВ

Е.Г. Мартынова, канд. с.-х. наук, старший преподаватель
Е.А. Ляная, студент
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия
Martynova_EG@bsaa.edu.ru

Аннотация: Работа посвящена производству льняных флаксов, а также использованию спирулины в качестве обогащающей добавки при приготовлении флаксов из семян льна, исследованы органолептические свойства продукта, его пищевая и биологическая ценность.

Abstract: The work is devoted to the production of flaxseeds, as well as the use of spirulina as an enriching additive in the preparation of flaxseeds, the organoleptic properties of the product, its nutritional and biological value were studied.

Ключевые слова: флаксы, семена льна, спирулина, показатели качества флаксов.
Key words: fluxes, flax seeds, spirulina, quality indicators of fluxes.

Введение. Основой здорового питания населения является сбалансированность рациона по всем пищевым нутриентам, необходимым для нормального функционирования организма. При использовании неполноценного по химическому составу сырья организм не получает достаточное количество незаменимых компонентов [1].

Семена льна богаты пищевыми волокнами, благотворно влияющими на организм: стимулируют моторику кишечника, выводят чужеродные вещества, снижают уровень сахара в крови. Разнообразный химический состав и коллоидно-химические свойства пищевых волокон семян льна позволяют предполагать, что некрахмалистые полисахариды льна являются эффективными энтеросорбентами, способными снижать содержания холестерина липопротеидов низкой плотности, а также пребиотиками, стимулирующими жирные кислоты в кишечнике.

Семена льна отличаются довольно значительным содержанием макро- и микроэлементов. Кальций, магний, калий поддерживают нормальный уровень кровяного давления, оказывают благотворное влияние на работу сердца [2].

Спирулина – на биологическом уровне функциональная добавка, изготовленная на основе китайской бурой водоросли. Владеет укрепляющими и очищающими свойствами, также способствует выведению вредоносных веществ и микробов из организма, повышению иммунитета и восстановлению обмена веществ [3].

Основная часть. При производстве льняных флаксов семена льна коричневого предварительно замачивали в воде в соотношении 1:2 с температурой 20–22°С, продолжительность данного этапа составляла в течение 120 мин, после этого вносили обогатитель в количестве 3%, 5%, 7% спирулины к массе семян льна. Высушивание продукта проводили в сушильном шкафу при температуре 110 °С в течении 150 мин [4].

Органолептические показатели полученных опытных образцов представлены в таблице 1.

Анализируя данные, представленные в таблице 1 можно сделать вывод, что все опытные образцы льняных флаксов соответствуют нормам ГОСТ 14033-2015 «Крекер. Общие технические усло-

вия». Цвет, вкус и запах готовых изделий зависят от количества внесенного обогатителя. С увеличением дозы спирулины данные показатели становятся более выраженными и интенсивными. В опытном образце с содержанием спирулины 7 % наблюдалось ухудшение органолептических показателей: изделия имели неприятный привкус и запах спирулины. В результате дегустационной оценки было установлено, что наиболее оптимальными органолептическими свойствами обладает образец, содержание спирулины в котором составило 5 %.

Таблица 1. Органолептические показатели качества флаксов льняных

Показатель	Флаксы с содержанием спирулины 3 %	Флаксы с содержанием спирулины 5 %	Флаксы с содержанием спирулины 7 %
Форма	Соответствует форме, при которой производилась сушкам	Соответствует форме, при которой производилась сушкам	Соответствует форме, при которой производилась сушкам
Поверхность	Матовая, шероховатая	Матовая, шероховатая	Матовая, шероховатая
Цвет	С зеленоватым оттенком	С зеленоватым оттенком	С зеленоватым оттенком
Вкус и запах	Характерный для семян льна, с легким привкусом и ароматом спирулины	Характерный для семян льна, с привкусом и ароматом спирулины	Характерный для семян льна, с явно выраженным привкусом и ароматом спирулины

Заключение. В результате проведенных исследований, было установлено, что обогащение льняных флаксов спирулиной в количестве 5 % от массы семян льна способствует улучшению органолептических свойств продукта, повышению его пищевой и биологической ценности, содержания пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ.

Употребление их в пищу улучшает настроение, активирует работу мозга и несет максимальную пользу для здоровья.

Список использованной литературы

1. Козупова О. Н. Качественные исследования химического состава семян льна (Linum usitatissimum L.) / О. Н. Козупова // Научный журнал молодых ученых. – 2018. – № 2(11). – С. 7–11.

2. Особенности химического состава льна семян / Е. Е. Курдюков, Е. Ф. Семенова, Н. А. Гаврилова [и др.] // Вестник Пензенского государственного университета. – 2019. – № 4(28). – С. 81–84.

3. Павличенко Т.С. Возможность использования спирулины в пищевой промышленности / Т.С. Павличенко, Н.П. Шевченко, Л.В. Волощенко // Сборник ма-

териалов Международной научно-практической конференции молодых ученых: Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса. – Пенза. – 2021. – С. 275–278.

4. Ляная, Е. А. Производство льняных крекеров / Е. А. Ляная, Е. Г. Мартынова // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : Материалы Международной студенческой научной конференции, Майский, 29–30 марта 2022 года. – Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – С. 165–166.

УДК 631.15:635.1/.8

КЛЮЧЕВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ОВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ

Л.А. Неменущая, старший научный сотрудник

ФГБНУ «Росинформагротех», р.п. Правдинский, Россия

Аннотация: Рассмотрены и обоснованы различные способы, обеспечивающие увеличение объемов производства органической овощной продукции, повышение ее доступности.

Abstract: Various methods have been considered and substantiated to ensure an increase in the volume of production of organic vegetable products, an increase in its availability.

Ключевые слова: технологии, экология, органические овощи, эффективность.

Key words: technology, ecology, organic vegetables, efficiency.

Введение. В России спрос на органическую овощную продукцию находится на этапе формирования. Пока для многих потребителей органические овощи теряются во множестве, так называемых натуральных, фермерских и других. Даже традиционное овощеводство является очень ресурсоемким, а в органическом ситуация усложняется необходимостью использования больших объемов ручного труда, из-за запрета на гербициды и другие химические препараты. Одним из способов повышения объемов потребления органических овощей является внедрение различных эффективных технологических приемов в процесс их производства для его совершенствования.

Основная часть. Для увеличения объемов выпуска органической овощной продукции и сокращения импортозависимости ученые и производственники разрабатывают технологии, обеспечивающие применение экологически безопасных систем земледелия, ключевые элементы которых обобщены и приведены в таблице [1-4].

Таблица Ключевые элементы технологий для экологизации выращивания овощей

Технология	Краткая характеристика, положительный эффект
Производство и применение легкоусвояемых органических удобрений и природных минералов	Оригинальная биотехнология, позволяющая из навоза птичьего, конского, КРС, а также торфа, сапропеля, природных минералов за короткий срок получать большие объемы обеззараженных органических удобрений. В основе производства – три последовательных этапа глубокой переработки органических отходов.
Производство и применение биопрепаратов, в т. ч. деструкторов, удобрений, инсектицидов, фунгицидов, акарицидов и т. п.	Улучшают посевные качества семян и морфометрические показатели растений. Стимулируют рост, снижают чувствительность к климатическим стрессам, поражаемость болезнями и вредителями, повышают урожайность. В основе содержат природные компоненты, микроорганизмы или плоды их жизнедеятельности.
Технологии замкнутых циклов	Обеспечивают повышение экономической эффективности производства, снижают риски, реализуются на базе одного предприятия или в рамках кооперации (например, органические биоудобрения – органические кормовые культуры).
Интеллектуальные диагностика и прогнозирование в защите от болезней и вредителей	Фитосанитарный мониторинг и диагностика, использование компьютерных систем с базами данных, программ. Прогнозирование и моделирование. Позволяют снизить или уменьшить уровень поражения патогенами без применения химических средств защиты растений.
Защита растений агротехническими методами	Корректировка сроков фенологических фаз, применением укрывных материалов, ранних сортов.
Смешанные посадки культур	Реализуется выращиванием двух и более товарных культур на одном поле, а также товарной культуры с покровной или другой нетоварной, которая приносит пользу основной культуре.
Выращивание приманочной культуры	Обеспечивает уменьшение численности вредителей. Сначала вредитель сталкивается с приманочной культурой и останавливается. Приманочную культуру желательно обрабатывать биоинсектицидами.
Ингибирование сорняков	Выбор конкурентоспособных сортов с быстрым начальным ростом и наименее засоренного участка; рассадный метод выращивания овощной культуры; уничтожение сорняков до образования у них семян; использование чистого компоста; качественная предпосевная и предпосадочная обработки поля; использование мульчи; включение в севооборот не менее 20% чистого пара или сидератов; ложный высев, слепое боронование, выжигание, выращивание овощных культур на гребнях.
Адаптивная селекция	Способствует наиболее полному использованию биоклиматических ресурсов и мобилизации внутреннего биологического потенциала растений.

Заключение. Исследовательский опыт выращивания органических овощей подтверждает рентабельность и перспективность данного направления сельскохозяйственного производства. Основными тенденциями органического овощеводства в России являются сырьевой характер производства, трудности в нормативно-правовой сфере, неразвитость каналов сбыта, наличие проблем, характерных для отрасли в целом. Использование на практике приведенных выше способов будет способствовать устранению сдерживающих факторов, учету особенностей органического производства, увеличению объемов выпуска органических овощей.

Список использованной литературы

1. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации (утв. Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642) [Электронный ресурс]. – URL: http://base.garant. ru/71551998/ (дата обращения: 20.06.2019).

2. Органика на 100% // Информ. бюл. Минсельхоза России. – 2019. – № 1. – С. 46.

3. Коршунов С.А., Любоведская А.А., Асатурова А.М., Исмаилов В.Я., Коноваленко Л.Ю. Органическое сельское хозяйство: инновационные технологии, опыт, перспективы: науч. аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 92 с.

4. Мишуров Н.П., Неменущая Л.А., Коршунов С.А., Любоведская А.А., Манохина А.А., Осмоловский П.Д. Перспективные технологии производства органической овощной продукции: аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. – 72 с.

УДК 631.31

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЧАСТОТЫ ЗВУКОВОЙ ВОЛНЫ ГАЗОСТРУЙНОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ

С.И. Старовойтов, д-р техн. наук, доцент,
Б.Х. Ахалая, канд. техн. наук, доцент,
В.М. Коротченя, канд. экон. наук, Н.И. Беляева, инженер
ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, г. Москва, Российская Федерация
Starovoitov.si@mail.ru

Аннотация: К перспективным методам поверхностной обработки почвы можно отнести ее рыхление импульсами сжатого воздуха, генерирование которых осуществляется в режиме ультразвуковых колебаний. Рабочие органы должны включать газоструйный излучатель-генератор Гартмана, в состав которого входит сопло и резонатор. Важнейшими регулировками газоструйного излучателя – генератора является давление сжатого воздуха и расстояние между соплом и резонатором.

Abstract: Promising methods of surface soil treatment include its loosening with compressed air pulses, the generation of which is carried out in the mode of ultrasonic vibrations. The working elements shall include a Hartmann gas-jet radiator-generator, which includes a nozzle and a resonator. The most important adjustments of the gas jet

radiator - generator are the pressure of compressed air and the distance between the nozzle and the resonator.

Ключевые слова: ультразвук, почва, частота звуковой волны, сопло, резонатор.
Key words: ultrasound, ground, frequency of sound wave, nozzle, resonator.

Введение. Обработка почвы является важнейшей и энергоемкой технологической операций при производстве с.-х. продукции. Изучение перспективных видов воздействия на почву с целью снижения энергоемкости взаимодействия деформатора и среды является актуальной задачей. Ультразвуковые и гиперзвуковые колебания являются мощнейшим средством исследования вещества и воздействия на него [1].

Наиболее простыми и экономичными излучателями, предназначенными для работы в газовой среде, являются разного рода аэродинамические системы, в которых источником акустических колебаний является газовая струя. Перспективен для промышленного использования газоструйный излучатель – генератор Гартмана [2]-[5].

Принцип действия генератора Гартмана, в состав которого входит сопло и резонатор, основан на возникновении автоколебаний в сверхзвуковой струе вследствие ее торможения резонатором. Одной из важнейших регулировок газоструйного излучателя является расстояние между соплом и резонатором при давлении в ресивере 2…5 атм. Указанные выше два параметра влияют на частоту звуковой волны [6].

Основная часть. Целью исследования является определение целесообразного расстояния между соплом и резонатором газоструйного излучателя при давлении в ресивере 4 атм на основе анализа частоты звуковой волны. Для проведения исследований использовали экспериментальный образец газоструйного излучателя, телефон Galaxy SM-A105F, компрессор Wert, компьютерную программу Spek 0.8.2.

Внутреннее сечение сопла газоструйного излучателя – генератора Гартмана имеет форму Лаваля. Запись работы осуществлялась на телефон Galaxy SM-A105F в формате M4A. Программа Spek 0.8.2 выполняла функции анализатора спектра с фиксированием результата в виде спектрограммы. Давление в ресивере компрессора Wert составляло 4 МПа, расстояние между соплом и резонатором изменялось в интервале 2…4 мм с шагом 0,25мм. Диаметр ко-

лодца резонатора составляет 4 мм, глубина колодца резонатора также равна 4 мм.

Результатом эксперимента являлась спектрограмма работы газоструйного излучателя (рисунок 1). Спектр может быть ярко выраженный или не ярко выраженный. Ярко выраженный спектр спектр является широкополосным или узкополосным, с разрывом или без разрыва.

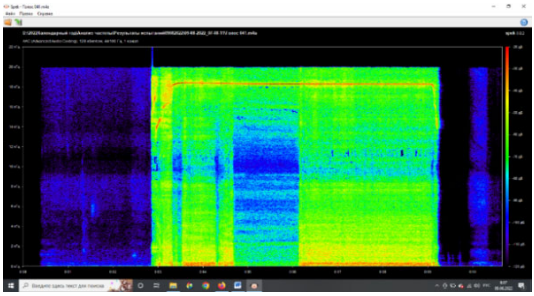


Рисунок 1 – Спектограмма при расстоянии между соплом и резонатором газоструйного излучателя 3,75 мм

Установлено, что при давлении в ресивере 4 атм и изменении расстояния между соплом и резонатором в интервале 2,25…3,25мм получены широкополосные спектры с разрывом и без разрыва. При расстоянии между соплом и резонатором 2,5 наблюдался широкополосный спектр без разрыва. Ширина полосы широкополосного спектра находится в пределах 2 кГц. Максимальное значение частоты звуковой волны составляет 19 кГц. При изменении расстояния между соплом и резонатором 3,5…4 мм характерной особенностью работы является узкополосный спектр. При расстоянии между соплом и резонатором 3,5мм наблюдался узкополосный спектр с разрывом. Наличие разрыва указывает на дестабилизацию процесса формирования звуковой волны. Максимальное значение частоты звуковой волны узкополосных спектров составляет 19 кГц.

Заключение. 1. При давлении в ресивере 4 атм, расстоянии между соплом и резонатором 3,75мм и 4 мм наблюдается ярко выраженный узко полосный спектр без разрывов. 2. При давлении в ресивере 4 атм, расстоянии между соплом и резонатором 2…3,5 наблюдается широкополосный спектр с разрывами и без разрывов. 3. При давлении в ресивере 4 атм целесоообразное расстояние ме-

жду соплом и резонатором должно составлять 3,75…4мм. 4. При данном давлении ресивере 4 атм, целесообразном расстоянии, необходимо получить частоты звуковой волны при изменении глубины колодца резонатора. 5. Важно также при давлении 4 атм и расстоянии между соплом и резонатором 3,75…4 мм исследовать процесс рыхления поверхностного слоя почвы.

Список использованной литературы

1. Физика и техника мощного ультразвука. Источники мощного ультразвука / Под ред. проф. Л.Д. Розенберга.М.: Издательство «Наука», 1967. 379с.
2. Ярмаркин Д.А., Прохасько Л.С., Мазаев А.Н., Переходова Е.А., Асенова Б.К., Залилов Р.В. Перспективные направления кавитационной дезинтеграции /Young Scientist. №9(68). June 2014.
3. Пат. РФ №2534764 МПК B05B17/00. Способ создания мелкодисперсного облака распыла жидкости и устройство для его осуществления / Арсланов В.В., Мифтахов А.А. – Опубл. 10.06.2014.Бюл. №16.
4. Пат. РФ №2371257 МПК B05B17/06. Ультразвуковой распылитель жидкости / Гладилин А.В., Борисов Ю.Я.- Опубл. 27.10. 2009.Бюл. №30.
5. Пат. РФ № 2539959 МПК B05B 17/04. Пневмоакустический распылитель жидкостей / А.Н.Дубровский. Опубл. 27.12.2014.Бюл. №36.
6. Starovoytov S., Korotchenya V. В сборнике: E3S Web of Conferences. XIV International Scientific and Practical Conference “State and Prospects for the Development of Agribusiness – INTERAGROMASH 2021”. Rostov-on-Don, 2021. С. 05012.

УДК 633.1«324»:632.6/.7:632.9

АГРОТЕХНИЧЕСКИЙ И ХИМИЧЕСКИЙ МЕТОДЫ БОРЬБЫ С СОСУЩИМИ ВРЕДИТЕЛЯМИ НА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЕ В УСЛОВИЯХ УП «АГРОКОМБИНАТ «ЖДАНОВИЧИ»

Е.В. Стрелкова, канд. с.-х. наук, доцент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь
elena.strelcova2011@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос совершенствования элемента технологии возделывания озимой пшеницы при использовании инсектицида Фуфанон, КЭ. А также влияние комплекса агротехнических мероприятий на численность фитофагов на озимой пшенице в условиях Северо-Востока Беларуси.

Summary: The article considers the issue of improving the element of winter wheat cultivation technology using the insecticide Fufanon, KE. As well as the impact of a complex of agrotechnical measures on the number of phytophages on winter wheat in the conditions of the North-East of Belarus.

Ключевые слова: инсектицид, озимая пшеница, фитофаги.

Keywords: insecticide, winter wheat, phytophages.

Введение. Постоянную угрозу посевам зерновых культур представляют шведская муха, злаковые трипсы и тли, хлебные жуки, хлебный пилильщик, пьявицы. В сельском хозяйстве нашей республики одна из важнейших задач – увеличение производства зерна. Зерновые культуры играют ведущую роль в сельском хозяйстве.

Основная часть. Наши исследования направлены на разработку мер борьбы с комплексом сосущих вредителей в условиях УП «Агрокомбинат «Ждановичи». Ретроспективный анализ многолетнего биологического материала по динамике численности популяций вредных насекомых и их вредоносности показал, что в агроценозах озимых зерновых культур (озимая пшеница, озимая рожь, тритикале) доминируют из внутристеблевых вредителей – шведская муха, озимая муха, зеленоглазка; из сосущих – цикадки (шеститочечная и полосатая), большая злаковая тля, злаковые трипсы (пустоцветный и ржаной); из листогрызущих – пьявица, листовые пилильщики. В УП «Агрокомбинат «Ждановичи» было обследовано 1500 га озимой пшеницы. Как правило, в засушливые годы существенный вред озимым культурам причиняют злаковые трипсы и тли. В годы с избыточным увлажнением серьёзную опасность представляют цикадки. В последние годы численность тли достигла 1–2 особи на стебле в фазе стеблевания, 3–4 особи на стебле в фазе колошения, 5–6 особей на стебле в фазе цветения. Численность трипсов также достигала экономического порога вредоносности – 16 особей на стебель в фазе начала стеблевания и 19–23 особи на стебель в фазе колошения. Численность цикадки достигала 2100–2300особей на 100 взмахов сачком.

Цикадки (семейство настоящие цикадки – *Cicadellidae*,отряд равнокрылые – *Homoptera*). Шеститочечная цикадка длиной 3,2–4 мм, тело узкое, зеленовато-жёлтого цвета с шестью чёрными пятнами, которые иногда могут сливаться. Личинка имагообразная, вначале коричневого цвета, а затем по мере увеличения возрастов становится светлее.

Большая злаковая тля (семейство настоящие тли – *Aphididae*, отряд равнокрылые – *Homoptera*). Мелкое насекомое 2,5–3 мм, тело зеленоватое, усики длинные, личинка имагообразная.

Трипсы (семейство настоящие трипсы – *Thripidae*, отряд – *Thysanoptera*). Небольшое насекомое, окраска тела от чёрно-бурой до красной. Передние голени и лапки светлые. Крылья самки серобурые, самцы бескрылые. Личинки мелкие.

Ведущее место в системе защиты озимых зерновых культур от вредителей занимает агротехнический метод, направленный на получение максимального урожая и обеспечение природного контроля динамики популяции вредных организмов. Достаточно надёжное снижение плотности популяций вредных насекомых достигается при использовании таких агротехнических приёмов, как соблюдение чередования культур в севообороте, лущение стерни после уборки урожая, предпосевная культивация, сроки сева, норма высева, сортовые особенности культур. Однако применение этих приёмов без учёта биологических особенностей вредителей часто не оказывает решающего воздействия на численность насекомых.

Формирование резерваций вредителей позволяет заранее планировать их уничтожение. Лущение стерни на глубину 10–12 см сразу после уборки урожая и последующая зяблевая вспашка плугом с предплужником на 62 % снижает численность личинок щелкунов и чернотелок, личинок и яиц шведских мух, а также злаковых трипсов и тлей – более чем на 70 % развивающихся в послеуборочный период на падалице и злаковых сорняках.

Важнейшим фактором оптимизации фитосанитарного состояния посевов озимых культур является исключение стерневых предшественников, которые являются резерваторами злаковых трипсов: численность их в посевах, размещённых по озимой ржи и пшенице, почти в 2 раза выше по сравнению с таковой в посевах, идущих по пропашным культурам и однолетним травам.

В снижении численности вредителей значительную роль играет современная основная обработка почвы, в частности отвальная вспашка. Эффективность этого приёма наиболее высока при проведении его на стадиях окукливания фитофагов и откладки яиц. При производственной проверке сроков основной обработки установлено, что наиболее эффективна обработка через 3 дня после уборки урожая. Смертность зимующего запаса трипсов при этом достигает 69 %. Высокая гибель вредителя объясняется тем, что растительные остатки, на которых завершают цикл развития трипсы, при обработке заделываются на глубину 20 см. Вредители не в состоянии выйти на поверхность почвы и погибают. Поздние сроки обработки (через 30 дней) эффекта в снижении численности зимующего запаса трипсов не оказывают.

Существенный фитосанитарный эффект имеют и сроки сева озимых зерновых культур, которые предусматривают нарушение

сопряжённости в развитии растений и вредных насекомых. Оптимально-поздние для озимых культур сроки сева способствуют уменьшению повреждённости растений внутристеблевыми вредителями на 20–45 % по сравнению с августовскими сроками из-за несовпадения в сроках развития вредителей и их кормовых растений.

Оптимальной нормой высева, при которой отмечается самый низкий процент заселённых и повреждённых вредителями растений, для озимых культур является 3,5–4,9 млн. всхожих зёрен на 1 га.

Минеральные удобрения в разных дозах и сочетаниях являются одним из факторов, влияющих на динамику численности вредных насекомых. При повышении уровня азотного питания численность злаковых тлей и трипсов значительно возрастает, однако при этом увеличиваются и компенсаторные возможности растений, вследствие чего фактическая вредоносность фитофагов снижается.

Для защиты всходов озимых культур от цикадок и злаковых мух рекомендуется провести химическую защиту посевов в фазе 2–3 листа с учётом экономического порога вредоносности фитофагов. При достижении пороговой численности цикадок – 2000–2800 особей на 100 взмахов сачком – необходимо провести обработку одним из инсектицидов: би-58 новый, децис, каратэ, фастак. В случае совпадения сроков превышения фитофагами порогов численности и проведения борьбы с сорной растительностью в осенний период необходимо применять баковые смеси инсектицидов с гербицидами.

Мероприятия по защите посевов в весенне-летний период должны быть направлены на повышение компенсаторных реакций повреждённых осенью растений, а также на снижение численности и вредоносности злаковых тлей, трипсов и личинок пьявиц.

Оптимальным сроком химической обработки озимых зерновых является фаза начала трубкования. В этот период активны трипсы, которые чаще встречаются открыто на растениях, что позволяет уничтожать их до массовой откладки яиц. Обработка краевых полос в фазе стеблевания экономически оправдана, так как позволяет уничтожать основную массу вредителя до момента его расселения по всему полю с минимальными затратами и снижать повреждение колосьев на 68 %, обеспечивая прибавку урожая озимых в среднем на 2,2 ц/га. С другой стороны, краевые обработки оказывают менее губительное действие на полезную энтомофауну зернового поля, а также снижают загрязнение окружающей среды ядохимикатами.

Высевали сорт озимой пшеницы Амелия. Семена элитные. Предшественником для озимой пшеницы являлся озимый рапс.

В УП «Агрокомбинат «Ждановичи» разработана эффективная и экономически обоснованная схема применения инсектицидов в борьбе с сосущими фитофагами на озимой пшенице. Она сведена к минимуму и определена как однократная обработка инсектицидом Фуфанон, КЭ (малатион, 570 г/л) с нормой 1,2 л/га. Расход рабочей жидкости 300 л/га.

Заключение. Применение инсектицида Фуфанон, КЭ в фазу молочной спелости зерна и тщательное соблюдение агротехнических приемов позволило сформировать 74 -82 ц/га зерна озимой пшеницы в условиях УП «Агрокомбинат «Ждановичи» Минской области.

Список использованной литературы

1. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь // Прил. к журналу «Земляробства і ахова раслін». – 2017. – № 6 / ГУ «Глав. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений»; сост. Р.А. Плешко [и др.]. – Минск: Бизнесофсет, 2017. – 544 с.

2. Национальный интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Почвы для выращивания озимой пшеницы http://farming.by/pochvy/ozimaja_pshenica – дата доступа 09.10.2022.

3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

4. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве / РУП ««Ин-т защиты растений»; под ред. Л.И. Трепашко. – Несвиж: МОУП «Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного», 2009. – 320 с.

УДК 519.65: 633.16

НЕЙРОСЕТЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ АГРОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

С.Е. Терентьев, канд. с.-х. наук, доцент,
А.Г. Никифоров, д-р техн. наук, профессор, Н.А. Рудаков, аспирант
ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА, г. Смоленск, Российская Федерация
nikiforof@mail.ru

Аннотация: Рассмотрена технология подготовки результатов полевых исследований для формирования обучающей выборки и методика получения оптималь-

ной архитектуры нейронной сети на примере обработки результатов полевых исследований урожайности овса. Показаны результаты верификации полученной модели.

Abstract. The technology of preparing the results of field studies for the formation of a training sample and the methodology for obtaining the optimal architecture of a neural network are considered using the example of processing the results of field studies of oat yield. The results of verification of the obtained model are shown.

Ключевые слова: нейронные сети; обучающая выборка; полевые исследования; зерновые культуры; нейросетевое моделирование; виртуальный эксперимент.

Keywords: neural networks; training sample; field studies; cereal crops; neural network modeling; virtual experiment.

Введение. На протяжении многих лет проведения агрономических исследований в многочисленных организациях накопился огромный объём результатов, которые хранятся в виде печатных отчетов практически недоступных заинтересованным пользователям. Целенаправленная и научно обоснованная обработка этих данных могла бы принести несомненную пользу в научных исследованиях или в практической деятельности земледельцев.

Основная часть. Такие возможности предоставляют нейронные сети, которые имеют большие преимущества перед традиционными статистическими методами обработки экспериментальных исследований. Наличие и доступность программных средств нейросетевого моделирования (Matlab, Python и др.) позволили в Смоленской ГСХА провести серию исследований по созданию нейросетевых моделей технических и агрономических объектов [1-5]. В качестве примера, ниже рассмотрены основные этапы этого процесса на примере нейросетевого моделирования урожайности ячменя. Обобщенный вид модели:

$$y = \varphi(A, B, C, D, F, T_{(1,2,3,4)}, O_{(1,2,3,4)}),$$

где y – урожайность, ц/га; A – доза азотного удобрения, кг/га; B – доза фосфорного удобрения, кг/га; C – доза калийного удобрения, кг/га; D – температура почвы при посеве, ^{0}С; F – влажность почвы при посеве, %; T_1, T_2 T_3 T_4 – средние температуры и O_1 O_2 O_3 O_4 – среднее количество осадков в периоды вегетации ярового ячменя.

Важным элементом построения нейронной модели является предварительная подготовка и обработка обучающей выборки, состоящая из целого ряда этапов, сформированных а процессе накопления практического опыта нейросетевого моделирования.

Обучение нейронных сетей по зерновым культурам производилось на основе многолетних полевых исследований Смоленского НИИСХ ФГБНУ ФНЦ лубяных культур и Смоленской ГСХА. Это позволило получить обучающую выборку в 891 пример, в которых изменялись дозы азотных, калийных и фосфорных удобрений и метеорологические условия.

Поиск оптимальной структуры нейронной сети происходил путем перебора вариантов с различным количеством слоев и нейронов в них Остальные настройки не изменялись: тип сети; функции тренировки и адаптации; функция активации – для первого слоя это логистический сигмоид, для второго – линейная функция.

После завершения обучения ошибка сети составила 2 %, что свидетельствует о высокой точности описания нейронной сетью результатов полевых исследований урожайности ярового ячменя.

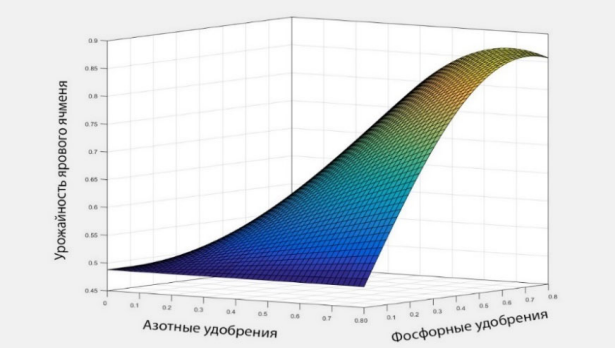


Рисунок 1. – Зависимость урожайности ярового ячменя от доз азотных и фосфорных удобрений

Последним этапом работы являлось проведение вычислительного эксперимента и проверка соответствия полученных результатов уже известным представлениям о характере влияния аргументов модели на урожайность ячменя.

Вычислительный эксперимент позволил установить не только характер зависимости урожайности ячменя при изменениях соотношения доз азотных, фосфорных и калийных удобрений, но и получить численные значения урожайности ячменя. На рис. 1 в качестве иллюстрации результатов показана зависимость урожайности ячменя от сочетаний различных удобрений,

Заключение. Не смотря на определенную ограниченность числа включенных в исследование факторов, определяющих урожайность, удалось получить модели, описывающие влияние доз вносимых удобрений и погодных условий с высокой для практического использования точностью. Выполненная работа показывает, что нейросетевой метод обработки экспериментальных данных имеет существенные преимущества перед традиционными и может широко применяться в научных исследованиях и практической деятельности.

Список использованной литературы

1. Никифоров А.Г., Авраменко Д.Ю. Подготовка экспериментальных данных для нейросетевого моделирования характеристик центробежных компрессоров. Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки. Т. 24. №4. 2018. – С. 61–72.

2. A Nikiforov, D Avramenko, A Kuchumov, S Terentev, and O Solovyeva Vaneless diffusers characteristics simulating by means of neural networks. IOP Conference Series: Material Science and Engineering 604 (2019). London. UK. 012046. doi: 10.1088/1757-899X/604/1/012046.

3. Nikiforov A., Kuchumov A., Terentev S., Petukhov E. Simulation of gas – dynamic characteristics of a centrifugal compressor vane diffuser using neural networks. – E3S Web of Conferences 140, 05003 (2019). London. UK - International Scientific Conference on Energy, Environmental and Construction Engineering (EECE-2019). https//doi.org/10.1051/e3sconf/201914005003.

4. Галеркин Ю.Б., Никифоров А.Г., Соловьева О.А., Попова Е.Ю., Рековец А.В. Моделирование характеристик безлопаточных диффузоров с помощью нейронных сетей. Известия высших учебных заведений. Машиностроение. № 7(724), 2020. DOI: 10.18698/0536-1044-2020-7-29-42.

5. Никифоров А.Г., Терентьев С.Е., Рудаков Н.А., Методика подготовки входных данных для построения нейросетевой модели урожайности ячменя. Сборник трудов междунар. науч.-практ. конф. «Тенденции повышения конкурентоспособности экспортного потенциала продукции АПК» – Смоленск: ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА, 2021. – С. 313–321.

УДК 57. 633. 664

К ВОПРОСУ О РАДИОСТИМУЛЯЦИИ В ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКЕ ЗЕРНА

Р.Т. Тимакова, д-р техн. наук, канд. с.-х. наук, доцент, профессор,
Р.В. Ильюхин, аспирант

ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», г. Екатеринбург, Российская Федерация
trt64@mail.ru

Аннотация: Стимулирующая обработка ярового ячменя сорта Памяти Чепелева малыми дозами гамма-излучения обеспечивает достижение более высокой

способности к прорастанию до 75–76 % при обработке дозами 5–10 Гр по сравнению с необработанными образцами. Увеличение дозы излучения до 15 Гр приводит к снижению способности к прорастанию.

Abstract: Stimulating treatment of spring barley cv. Pamyati Chepeleva with low doses of gamma radiation provides a higher germination capacity of up to 75–76 % when treated with doses of 5–10 Gy compared to untreated samples. Stimulating treatment of spring barley cv. Pamyati Chepeleva with low doses of gamma radiation provides a higher germination capacity of up to 75–76 % when treated with doses of 5–10 Gy compared to untreated samples. An increase in the radiation dose to 15 Gy leads to a decrease in the ability to germinate.

Ключевые слова: яровой ячмень, малые дозы, способность к прорастанию, гамма-излучение

Keywords: spring barley, small doses, germinating ability, gamma radiation

Введение. Государственная аграрная политика РФ направлена на устойчивое развитие сельского хозяйства в результате увеличения объема производства сельскохозяйственной продукции и повышение эффективности сельского хозяйства. Для достижения установленного порогового значения уровня самообеспечения отечественным зерном перед предприятиями АПК страны стоят задачи по селекции растений, развитию семеноводства и применению современных технологий для повышения урожайности зерновых культур, определяемые по мнению [1] совокупностью действия внутренних факторов – естественных особенностей самих растений и внешних факторов – климатических условий, состава почвы, агротехнических мероприятий, технологических процессов переработки и технологий сохранения.

Основная часть. Одним из условий получения высоких урожаев является использование качественного посевного материала. Снижение полевой всхожести всего на 1 % приводит к потере урожая яровых на 1,5–2,0%, озимых – на 1,0–1,5 % [2]. Наряду с этим, предпосевная подготовка семян зерновых культур способствует более быстрому прохождению первых фаз онтогенеза растений и приводит к увеличению урожая зерновых. Так, при применении стимулирующей дозы гамма-излучения 5–8 Гр приводит к увеличению урожайности пшеницы на 9–11 %, ячменя на 13–20 % при дозе излучения 10–30 Гр, ржи на 10–15 % после обработки дозами 5–10 Гр.

В тоже время при облучении семян в стимулирующих дозах установлено усиление активности деления клеток и увеличение корневой системы в течение первых 4-6 суток [3]. В случае предпосев-

ного облучения семян происходит ускорение темпов их прорастания, стимуляционное воздействие на рост и развитие проростков, увеличение урожайности и повышение стрессоустойчивости зерновых культур [4].

Для изучения влияния малых доз гамма-излучения на всхожесть семян районированного на Урале ярового ячменя сорта Памяти Чепелева радиостимуляция зерен дозами 5, 10 и 15 Гр осуществлялась на установке РТУ-3000 источником гамма-излучения – Co^{60}. Проращивание проводилось без земли и подкормки.

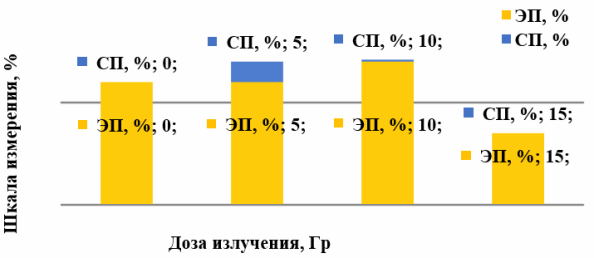


Рисунок 1. Результаты исследований (ЭП – энергия прорастания, %; СП – способность к прорастанию, %)

По данным проведенных исследований (рис. 1) установлено, что энергия прорастания зерен ячменя и способность к прорастанию выше в образцах, обработанных дозой 10 Гр. В тоже время в образцах зерен ячменя, обработанных дозой 5 Гр, при энергии прорастания 65 %, сопоставимой с необработанными образцами, за счет более высокой скорости прорастания, способность к прорастанию увеличилась до 75 %. Обработка дозой 15 Гр оказала ингибирующий эффект.

Заключение. Таким образом, результаты проведенных исследований позволяет сделать вывод о целесообразности радиостимуляции зерен ярового ячменя Памяти Чепелева дозами 5-10 Гр для улучшения всхожести семян. Исследования в этом направлении будут продолжены с учетом комплексного подхода к условиям эксперимента.

Список использованной литературы

1. Timakova R., Efremova S., Zuparova V. Ways to improve the technological properties of commercial grain and ensure its preservation // AIP Conference Proceedings: International conference on food science and biotechnology. (FSAB 2021). 2021. Vol. 2419(1):020017. DOI:10.1063/5.0069615.

2. Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности. Под общ. ред. Г.В. Козьмина, С.А. Гераськина и Н.И. Санжаровой Обнинск: ВНИИРАЭ, 2015. – 400 с.

3. Гудков И.Н. Основы общей и сельскохозяйственной радиобиологии. Киев: Изд-во УСХА, 1991. – 328 с.

4. Битаришвили С.В., Бондаренко В.С. Анализ транскрипционной активности генов метаболизма гиббереллинов после γ-облучения семян ячменя // В сб.: Радиац. технологии в сельск. хоз. и пищ. пром.: состояние и перспективы: сб. докл. междунар. научно-практ. конф. (26-28 сентября 2018г.). Обнинск: ФГБНУ ВНИИ радиологии и агроэкологии, 2018. – С. 46–48.

УДК 633.15:631.559:631.86

БИОГУМУС – РЕЗЕРВ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ КУКУРУЗЫ

В.Н. Рыбина, канд. с.-х. наук, доцент,
А.И. Денисенко, канд. с.-х. наук, доцент,
М.С. Чижова, канд. с.-х. наук, доцент,
Н.Н. Румянцева магистр агрономии
Луганский государственный аграрный университет, г. Луганск
agrokhimiya@bk.ru

Аннотация: Изучено раздельное и совместное применение минеральных удобрений и биогумуса при выращивании кукурузы. Установлено, что при комплексном применении минеральных удобрений и биогумуса получен наиболее высокий дополнительный урожай зерна кукурузы.

Abstract: The separate and combined use of mineral fertilizers and biohumus in the cultivation of corn has been studied. It has been established that with the complex use of mineral fertilizers and biohumus, the highest additional yield of corn grain was obtained.

Ключевые слова: биогумус, минеральные удобрения, кукуруза, элементы питания, хлорофилл, урожайность.

Keywords: biohumus, mineral fertilizers, corn, nutrients, chlorophyll, productivity.

Введение. Получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур невозможно без внесения удобрений. Использование только минеральных удобрений недостаточно, потому что решение проблемы управления плодородием почвы в значительной мере связано с поддержкой оптимального гумусного режима.

Поэтому в настоящее время очень перспективным и альтернативным методом, кроме применения сидеральных удобрений, является использование продуктов вермикультуры (биогумуса). Это удобрение является экологически чистым для воспроизводства плодородия почв. [1]

Основная часть. В условиях учебно-опытного хозяйства ГОУ ВО ЛНР «ЛГАУ» в 2017–2019 гг. нами была изучена эффектив-

ность раздельного и совместного применения биогумуса и минеральных удобрений при выращивании зерна кукурузы.

Схема опыта: 1. Контроль 2. $N_{60}P_{60}K_{60}$ 3. Биогумус, 6 т/га 4.$N_{30}P_{30}K_{30}$ + биогумус, 3 т/га.

Минеральные удобрения ($N_{60}P_{50}K_{60}$ и $N_{30}P_{20}K_{30}$) и биогумус (6 т/га и 3 т/га) вносили осенью под вспашку и при посеве P_{10}.

Применение органических и минеральных удобрений повлияло на содержание элементов питания в почве.

Определение элементов питания в 0-30 см слое почвы в фазу всходов кукурузы показало, что внесение макроудобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ способствовало увеличению содержания азота на 5,9 мг/кг почвы. Увеличилась сумма нитратного и аммонийного азота на 4,8 мг/кг почвы и при внесении биогумуса, 6 т/га. А также более высокое содержание азота в определяемом слое почвы отмечено при совместном внесении минеральных удобрений и биогумуса. В данном варианте отличия относительно контроля составили 5,6 мг/кг почвы.

Содержание фосфора в почве также зависело от применения удобрений. При определении содержания фосфора в фазу всходов в варианте с внесением $N_{60}P_{60}K_{60}$ его было больше на 44 мг, при применении биогумуса – на 33, а при совместном использовании этих удобрений – на 39 мг/кг почвы.

Относительно обменного калия следует отметить, что в фазу всходов кукурузы его было больше при внесении биогумуса, чем при применении минеральных удобрений на 19 мг/кг почвы, а в сравнении с контролем – на 61 мг/кг почвы. При совместном применении минеральных удобрений и биогумуса различия относительно контроля составили 53 мг/кг почвы.

Важную роль в процессе фотосинтеза играют зеленые пигменты, поэтому было определено их содержание в листьях.

При определении хлорофилла в фазу 12–13 листьев наблюдалось их увеличение при действии $N_{60}P_{60}K_{60}$ – на 34,5 мг, биогумуса, 6 т/га – на 27,1 мг, совместном действии минеральных и органических удобрений – на 38,9 мг/кг сырого вещества, при содержании хлорофилла в контрольном варианте 123 мг/кг сырого вещества.

При внесении удобрений отмечено значительное повышение урожайности зерна кукурузы. Применение азотных, фосфорных и калийных удобрений способствовало получению дополнительно 0,9 т/га зерна. При внесении биогумуса, 6 т/га прибавка урожая составила 0,7 т/га.

Совместное применение двух изучаемых факторов оказалось эффективнее, чем одного. При совместном действии минеральных и органических удобрений ($N_{30}P_{30}K_{30}$ + биогумус, 3 т/га) дополнительный урожай составил 1,3 т/га.

Улучшение пищевого режима растений позволило получить дополнительный урожай зерна кукурузы. Наибольшая прибавка урожая 2,0 т/га получена в варианте $N_{30}P_{30}K_{30}$ + биогумус, 3 т/га.

На качество зерна значительное влияние оказывают почвенные условия и удобрения, в связи с тем, что внесение удобрений позволяет изменять химический состав зерна.

Минеральные и органические удобрения повышают урожайность зерновых культур и улучшают его качество. Применение азотно-фосфорно-калийных удобрений, биогумуса повлияло на содержание белка в зерне кукурузы.

Внесение биогумуса, 6 т/га способствовало увеличению содержания белка в зерне на 0,6 %. Применение $N_{60}P_{60}K_{60}$ позволило увеличить содержание белковых веществ на 1,3 %. При комплексном действии органических и минеральных удобрений белка было больше на 0,9 % в сравнении с контролем.

Заключение. Таким образом, комплексное применение биогумуса и минеральных удобрений (при внесении половинных норм) было более эффективным по сравнению с раздельным внесением полной нормы биогумуса и минеральных удобрений. Это позволило получить наиболее высокий дополнительный урожай зерна кукурузы.

Список использованной литературы

1. Будков С.В., Кравченко Р.В. О применении биогумуса в технологиях возделывания кукурузы в условиях Ставропольской возвышенности // Сельскохозяйственная биология, 2007, №3. – С. 92–95.

УДК 631.95: 629.783.3

РОЛЬ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ В РЕГУЛИРОВАНИИ СТРУКТУРЫ СОРНОГО КОМПОНЕНТА АГРОФИТОЦЕНОЗА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

В.А. Николаев, канд. с.-х. наук, доцент,
Л.И. Щигрова, аспирант, М.А. Воронов, аспирант
ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Россия
shchigrova@mail.ru

Аннотация: Рассмотрены пути совершенствования технологий возделывания сахарной свеклы в севооборотах. Дана сравнительная оценка применения двух

повсходовых гербицидов с разным действующим веществом на посевах сахарной свеклы.

Ключевые слова: сахарная свекла, севооборотное звено, предшественник, сорняк, гербицид.

Введение. Результаты многочисленных исследований, проведенных в различных почвенно-климатических зонах, показали, что севооборот является мощным фактором снижения засоренности посевов и повышения урожайности сельскохозяйственных культур [2,3].

Однако, часто одними агротехническими средствами не удается справиться с засоренностью полей, поэтому применение гербицидов становится неизбежным, то есть применение последних с экономической и экологической позиций целесообразно тогда, когда возможности агротехники уже исчерпаны [1].

В опыте изучались следующие севооборотные звенья: 1 – зернобобовые – озимая тритикале – сахарная свекла; 2 – кукуруза на зерно – ячмень – сахарная свекла, с применением гербицидов – Бетанал 22 (1,5л/га) и Селектор – 0,3 л/га).

Результаты исследований. Основная часть сорного компонента в посевах сахарной свеклы была представлена яровыми поздними: просо куриное, щирица запрокинутая, щетинник зеленый, и яровыми ранними: марь белая, пикульник заметный, дымянка лекарственная. Из многолетних сорняков встречались в основном корнеотпрысковые: вьюнок полевой, осот полевой.

Статистическая обработка результатов исследований по преобразованным данным (табл.1) позволяет установить следующие закономерности. Наибольшая засоренность по сумме сорной растительности, в том числе по биологическим группам, установлена по ячменю.

Между количеством многолетних сорняков по ячменю и тритикале выявлены существенные различия (4,4 шт./м^2 и 5,5 шт./м^2, НСР05 – 3,78).

Таблица 1. Формирование биологических групп сорного компонента агрофитоценоза сахарной свеклы, шт./м^2 (по фактору – предшественник).

Вариант	Биологическая группа сорной растительности			
	яровые ранние	яровые поздние	многолетние	Всего
ячмень	5,4	2,8	4,4	12,6
озимая тритикале	1,6	4,9	5,5	12,0
$НСР_{05}$	2,5	1,6	3,78	5,5

При чередовании культур в I-ом севооборотном звене количество и удельный вес в сорно-полевом сообществе проса куриного составляли соответственно 12 шт/м^2 и 18,5 %, а во II-ом – 16 шт/м^2 и 12,7 %. Такая же тенденция наблюдается по засоренности марью белой (табл.1).

Таблица 2. Состав сорной растительности в посевах сахарной свеклы до обработки гербицидом, шт./м^2

Видовой состав сорняков	Количество сорняков, шт/м^2	
	I-севооборотное звено	II-севооборотное звено
Однолетние : Просо Куриное (Echinochloa crusgalli)	12	16
Марь белая (Chenopodium album)	16	21
Пикульник заметный (Galeopsis tetrahit)	–	19
Дымянка лекарственная (Fumaria officinalis)	–	14
Щирица запрокинутая (Amaranthus retroflexus)	20	12
Щетинник зеленый(Setaria viridis)	17	–
Многолетние : Молочай прутьевидный (Euphorbia virgata Waldst. Et. kit)	15	–
Вьюнок полевой (Convolvulus arvensis)	32	12
Осот полевой (Sonchus arvensis)	8	25
Полынь горькая (Artemisia sp.)	–	7
Итого:	120	126

Максимальное количество многолетних сорняков (вьюнок полевой) встречалось в I-ом севооборотном звене – 32 шт./м^2, при этом во II-ом наибольшее распространение получило осот полевой – 25 шт./м^2.

Применение на посевах сахарной свеклы препаратов Бетанал-22 (1,5л/га) и Селектор (0,3л/га) позволили снизить численность сорняков, как в I-ом, так и во II-ом севооборотном звене со 120 до 39 шт./м^2 и со 126 до 35 шт./м^2 соответственно (табл. 2, 3).

Таблица 3. Засоренность посевов после обработки гербицидами шт./м^2

Видовой состав сорняков	Количество сорняков, шт/м^2	
	I-севооборотное звено	II-севооборотное звено
Однолетние : Просо Куриное (Echinochloa crusgalli)	6	6
Марь белая (Chenopodium album)	4	7
Щирица запрокинутая (Amaranthus retroflexus)	6	4
Щетинник зеленый(Setaria viridis)	6	
Многолетние : Молочай прутьевидный (Euphorbia virgata Waldst. Et. kit)	5	-
Вьюнок полевой (Convolvulus arvensis)	12	8
Осот полевой (Sonchus arvensis)	–	10
Итого:	39	35

Наибольшая эффективность гербицидов проявилась на однолетние двудольные сорняки (марь белая, щирица запрокинутая) и многолетние двудольные (вьюнок полевой, осот полевой).

Так как двудольные растения имеют открытую точку роста на верхушке стебля, крупные, расположенные горизонтально листья, которые в большинстве случаев не покрыты восковым налётом, что способствовало лучшему проникновению гербицидов в растение.

Заключение. 1. Установлено, что в посевах сахарной свеклы в звене севооборота с озимой тритикале количество сорняков на 5,1 % было меньше, по сравнению с II-ым севооборотом, где предшественником является ячмень. 2. Для улучшения фитосанитарной обстановки в посевах сахарной свеклы необходимо применение химических средств защиты. Наибольшая эффективность Бетанала 22 проявилась по однолетним сорнякам – 79,0 %, а по многолетним эффективнее – 69,0 % был гербицид Селектор.

Список использованной литературы

1. Ларионов Г.И. Гербициды в борьбе сорняками в посевах сельскохозяйственных культур. Учебное пособие. – Абакан, 1999. – 61 с.

2. Лошаков В.Г. Севооборот и плодородие почвы. – М. : Изд. ВНИИА, 2012. – С. 282.

3. Лошаков В.Г., Иванов Ю.Д., Николаев В.А. Влияние севооборота на засоренность посевов и агрофизические свойства дерново-подзолистой почвы. Докл. ТСХА, вып. 276, 2004. – С. 116.

УДК 656.073.9

ВЗАИМОСВЯЗЬ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ НА ТЕХНИЧЕСКИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КАЧЕСТВ ПРИ СМЕШАННЫХ ПЕРЕВОЗКАХ С.-Х. ГРУЗОВ

Е.А. Криштанов[1], канд. техн. наук, доцент,
А.И. Фомичев[1], канд. техн. наук, доцент,
А.А. Устинов[1], соискатель,
В.Б. Ловкис[2], канд. техн. наук, доцент

[1]ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация,
[2]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь
dekanazam@mail.ru; dekanat_amf@bsatu.by

Аннотация: В работе приводится материалы теоретических и практических исследований обеспечения основной цели производственной логистики – решения задач планирования, организации и оперативного управления движением материального потока не только на основном производстве, но и во вспомогательном и обслуживающем процессах агропредприятия. Процесс повышения эффективности работы технических логистических систем агропредприятия направлен, в первую очередь, на следующие мероприятия: сокращение длительности производственного цикла; отход от максимизации загрузки производственных мощностей.

Abstract: The work presents the materials of theoretical and practical research to ensure the main goal of industrial logistics – solving the problems of planning, organizing and operational management of the flow of material flow not only in the main production, but also in the auxiliary and servicing processes of the agro-enterprise. The process of increasing the efficiency of the technical logistic systems of the agro-enterprise is aimed, first of all, at the following measures: reduction of the duration of the production cycle; a departure from the maximization of capacity utilization.

Ключевые слова: производственная логистика; смешанные перевозки; сельскохозяйственные грузы; оптимизационная модель управления.

Keywords: production logistics; mixed transport; agricultural cargo; optimization management mode.

Введение. Перевозки с.-х. грузов в одних случаях обеспечивают своевременную подготовку производственных процессов в с.-х. производстве, в других – их непрерывное и качественное осуществление.

Результатом производства той или иной с.-х. культуры является урожай, тогда, когда результатом труда автотранспорта, привле-

каемого к уборке урожая, является его перевозка к месту переработки, закладки на хранения, реализации – все это звенья одной цепи – единого технологического уборочно-транспортно-заготовительного процесса. Их тесная взаимосвязь проявляется в том, что даже незначительные изменения в любом звене оказывают непосредственное влияние на все остальные и процесс в целом. Вследствие этого, те или иные усовершенствования в рамках одной из них обязательно должны учитываться с учетом возможного их влияния на работу остальных.

Основная часть. Исследования [1, 2] свидетельствуют о том, что одним из факторов обеспечения согласованной работы участников, единства и эффективности уборочно-транспортно-заготовительного процесса является разработка и внедрение согласующихся между собой технологий уборки, перевозки и заготовки урожая, единой технологии осуществления процесса в целом.

Наиболее универсальным и объективным критерием эффективности уборочно-транспортно-заготовительного процесса является минимум суммарных издержек его участников на 1 т с.-х. продукции, на 1 га возделываемой площади под с.-х. культуру [3]. Следует также учитывать и трудоемкость уборки, перевозки и заготовки урожая, т.к. значительная доля ручного труда, особенно на уборке и необходимость соблюдения оптимальных сроков для предотвращения потерь требуют привлечения на период уборки большого количества работников и дополнительных транспортных средств.

Для проведения эффективного совершенствования модели управления смешанными перевозками проведем взаимосвязь эксплуатационных затрат на технические логистические системы и их эксплуатационные качества – рис. 1.

Теоретическое рассмотрение зависимостей элементов эффективности автотранспортных средств позволяет выделить основные эксплуатационные качества для комплексной оценки их применения в усовершенствованной модели управления смешанными перевозками с.-х. грузов [4, 5]: вместимость; использование массы; скорость движения; проходимость; безопасность; топливная экономичность; долговечность; надежность; удобство использования; простота ТО и ремонта.

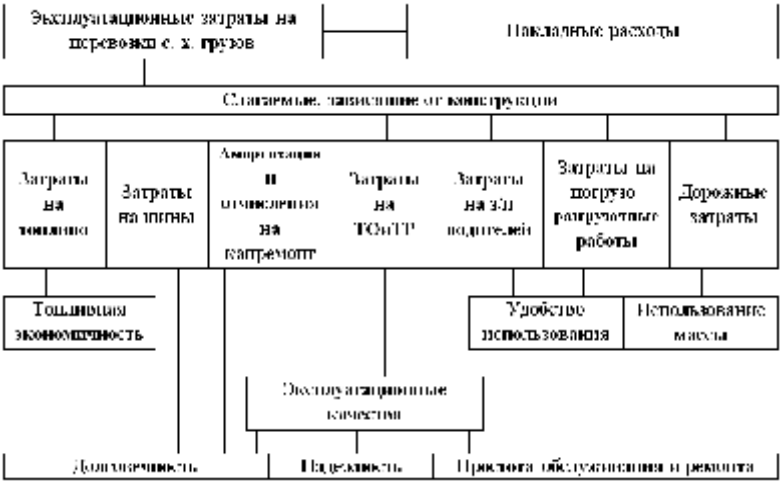


Рисунок 1 – Взаимосвязь эксплуатационных затрат
на технические логистические системы и эксплуатационных качеств

Заключение. При оптимизации модели управления смешанными перевозками с.-х. грузов с применением технических логистических систем в дальнейших исследованиях будем руководствоваться не только характеристиками транспортных средств, но и качественными показателями их нестабильности в процессе эксплуатации.

Список использованной литературы

1. Максименко Р.Ю., Ружьев В.А. К вопросу управления смешанными грузоперевозками логистических технических систем // Международная студенческая научная конференция (Белгород, 09-10 февраля 2016 г.). – Т.2. – Белгород: Издательство «Белгородский ГАУ», 2016. – С. 44.

2. Ружьев В.А., Максименко Р.Ю. Моделирование управлением смешанными перевозками при оптимизации эффективности логических систем // «Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения»: материалы Международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава (Санкт-Петербург, 28–30 января 2016 г.). – СПб.: СПбГАУ, 2016. – С. 435–437.

3. Ружьев В.А., Криштанов Е.А., Кулешова Л.А. К вопросу оперативного контроля смешанных перевозок сельскохозяйственных грузов // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – 4(15). – С. 105–109.

4. Максименко Р.Ю., Ружьев В.А. Особенности организации смешанных перевозок с.-х. грузов и оценка их эффективности // Вестник студенческого научного общества. – 2017. – №8 (выпуск 2). – С. 37–40.

5. Криштанов Е.А., Ружьев В.А., Богданова К.Ю., Губарев В.Д. Эффективность совершенствования уборочно-транспортно-заготовительного процесса при смешанных перевозках сельскохозяйственных грузов // Scientific Light (Wroclaw, Poland). – 2017. – №8 (VOL. 1). – С. 10–14.

УДК 632.982:631.348.45

ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ГЕРБИЦИДОВ В СИСТЕМЕ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

В.Д. Полин, к.с.-х.н., доцент кафедры земледелия и методики опытного дела,
А.А. Ананьев, аспирант кафедры земледелия и методики опытного дела
ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия
polinwd4@gmail.com

Анотация: Оптические датчики «GreenSeeker» позволяют определять уровень засоренности зерновых культур в начальные фазы их развития за счет изменения индекса NDVI. Чем больше индекс, тем больше сорняков в посевах. Это позволяет вносить гербициды дифференцированно в зависимости от количества сорных растений и степени их развития.

Abstract: Optical sensors "GreenSeeker" allow you to determine the level of contamination of grain crops in the initial phases of their development by changing the NDVI index. The higher the index, the more weeds in the crops. This allows herbicides to be applied differentially depending on the number of weeds and the degree of their development.

Ключевые слова: Точное земледелие, оптические датчики, сорные растения.
Keywords: Precision agriculture, optical sensors, weeds.

Введение. В настоящее время появляются новые датчики, инфракрасные камеры, позволяющие не только определять проективное покрытие поля зеленой массой, но и в начальные фазы развития культуры четко определять количество и размеры сорных растений. Совершенствуются и машины по внесению пестицидов. На каждый распылитель устанавливается отдельный датчик, и подача рабочего раствора идет по каждому распылителю отдельно, что позволяет более точно работать по проблемным участкам поля [1,2].

Основная часть. Нами был проведен сравнительный анализ измерения индекса NDVI в посевах озимой пшеницы в рамке с сорняками. После получения показателя индекса NDVI, сорняки из рамки вручную удалялись и проводили повторные измерения. Данные показывают, что прибор четко реагирует на удаление сорняков, что проявляется в снижении показателя NDVI (табл. 1).

Таблица 1 Изменение индекса NDVI в зависимости от количества сорняков

Учетные площадки	Индекс NDVI			Кол-во сорняков, шт/м^2	Сырая масса, г	Сухая масса, г
	с сорняками	без сорняков	разница			
Прямой посев 1	0,58	0,45	0,13	43	21	3,7
Прямой посев 2	0,42	0,39	0,03	12	0,8	0,18
Прямой посев 3	0,47	0,43	0,04	29	8,8	1,63
Прямой посев 4	0,37	0,35	0,02	17	1,8	0,31
Оборот пласта 1	0,25	0,14	0,11	63	17,5	3,4
Оборот пласта 2	0,45	0,39	0,06	40	4,2	0,7
Оборот пласта 3	0,55	0,40	0,15	59	6,3	1,16
Технол.. колея 1	0,32	0,29	0,03	19	2,6	0,46
Технол. колея 2	0,29	0,22	0,07	27	24,9	4,14

Коэффициент корреляции между показателями NDVI с сорняками и без сорняков с их фактической численностью в посевах озимой пшеницы составил 0,84. Данная зависимость использовалась нами для оценки эффективности применения гербицидов при разных нормах расхода рабочей жидкости.

Для внесения гербицида в режиме «on-line» мы предварительно определили индекс NDVI в посевах озимой пшеницы при помощи системы GreenSeeker RT 200, прикрепленной к штангам опрыскивателя AMAZONE UF 901.

Установка параметров расхода рабочей жидкости для опрыскивателя зависела от значений показаний прибора, которые колебались в пределах от 0,18 до 0,6 они представлены в таблице 2.

Учет засоренности озимой пшеницы через 30 дней после обработки показал эффективность препарата при дифференцированном применении на уровне 78 % , при внесении полной нормы 83 %, снижение эффективности обусловлено наличием мятлика однолетнего. который принадлежит к однодольным и данным гербицидом не уничтожается. Различия по эффективности препарата не значительные, но при дифференцированном применении экономится 94 литра рабочего раствора на гектар.

Таблица 2. Нормы внесения гербицида «Линтур» на посевах озимой пшеницы при разных значениях индекса NDVI

Индекс NDVI	Изменение нормы расхода рабочего раствора, л/га / мл/га	
	дифференцированное применение	общая норма
Меньше 0,30	290 /134	410 190
0,30 — 0,35	314 /145	
0,35 — 0,40	338/ 156	
0,40 — 0,45	362/ 167	
0,45 — 0,50	386 /178	
0,50 — 0,55	410 /190	

Заключение. Дифференцированное применение гербицидов позволяет без снижения его эффективности экономить на расходе препарата, что дает возможность снижать пестицидную нагрузку на поля.

Список используемой литературы

1. Шпанев А.М. отечественный и зарубежный опыт применения гербицидов в системе точного земледелия //Агрофизика 2016. № 2. С 24–34.

2. Полин В.Д., Совершенствование методов борьбы с сорняками в системе точного земледелия/Полин В.Д., Матюк Н.С., Гогмачадзе Г.Д., Березовский Е.В., Солдатова С.С.//АгроЭкоИнфо. 2010. № 1 (6). С. 2.

УДК 629.365:658.345

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕВОЗКИ ЖИДКИХ ГРУЗОВ АВТОЦИСТЕРНАМИ

В.Я. Тимошенко, канд. техн. наук,
Г.И. Кошля, старший преподаватель,
Д.И. Сушко, старший преподаватель,
Н.Д. Янцов, канд. техн. наук, доцент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь
27genko@mail.ru

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы безопасности перевозки жидкостей в железнодорожных и автомобильных цистернах и пути совершенствования их конструкций.

The article discusses the safety of transport of liquids in rail and road tankers and how to improve their designs.

Ключевые слова: перевозка, цистерна.

Key words: transportation, cistern.

Введение. Немалая часть автоцистерн производится для нужд сельского хозяйства. Тут и перевозка молока, и перевозка химических удобрений и даже нефтепродуктов для сельскохозяйственной техники.

Основная часть. Все цистерны могут быть классифицированы по ряду признаков. По конструктивным их разделяют на рамные и несущие. Грузы, перевозимые цистернами, бывают опасные и неопасные к последним относятся пищевые наливные грузы.

Так как различные жидкости расширяются по-разному, то уровень заполнения железнодорожных цистерн зависит от вида перевозимой жидкости [1].

При транспортировке частично заполненной цистерны возрастает вероятность возникновения опасной ситуации. Колебания жидкого груза внутри резервуара могут приводить к существенному снижению продольной и поперечной устойчивости и управляемости транспортного средства и вести к увеличению нагрузок на конструкцию цистерны. Например, вследствие относительного перемещения жидкости по направлению движения автомобиль, остановившийся на скользкой поверхности перед светофором, может быть вытолкнут силами инерции колеблющегося груза на перекресток. Влияние перемещения жидкости в цистерне на динамику транспортного средства существенно растет при увеличении веса транспортного средства и его размеров [2].

Цистерны без устройств для гашения колебаний жидкости отличаются большими перемещениями центра масс груза в резервуаре. Это приводит к значительным продольным гидродинамическим нагрузкам, действующим на днища. С целью снижения этих нагрузок внутри цистерн устанавливают перегородки, как проницаемые, так и непроницаемые [3]. В некоторых случаях для снижения опасности опрокидывания дополнительно устанавливают волнорезы, ограничивающие перемещение жидкости в поперечном направлении. Однако санитарные нормы запрещают использование перегородок в цистернах, предназначенных для перевозки продуктов питания (например, молока) из-за трудностей при очистке внутренней части резервуара. В связи с этим перевозка жидкостей в резервуарах требует специальных навыков водителя, учитывающих специфику динамических свойств автоцистерн.

Нами предложены новые технические решения, которые позволяют существенно снизить влияние колеблющейся жидкости как на

устойчивость движения цистерн, так и нагруженность их конструкций.

Белорусский государственный аграрный технический университет (БГАТУ, г. Минск) является обладателем патента на изобретение [3], в котором предложено снизить силы инерции жидкостей, возникающих при переходных режимах движения цистерн, путем использования специального устройства, устанавливаемого в резервуаре цистерны (рис.1).

Суть изобретения состоит в повышение эффективности гашения инерционных сил, возникающих при трогании с места и торможении транспортного средства, исключение возникновения аварий и упрощение конструкции устройства для гашения инерционных сил жидкости.

Поставленная задача достигается тем, что в цистерне, содержащей боковую цилиндрическую поверхность, переднюю и заднюю стенки, заливную горловину и внутренние поперечные перегородки на подвижном продольном валу с торсионами гашения инерционных сил на его концах, где на неподвижном продольном валу, установленном в опорах передней и задней стенок свободно посажено четное количество турбин с обратными углами наклона лопаток соседних турбин с возможностью вращения без продольного перемещения, соединенных между собой с помощью упругих элементов.

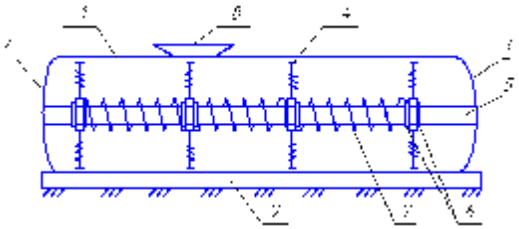


Рисунок 1 – Цистерна для перевозки жидких грузов с подвижной перегородкой
1 – содержит цилиндрическую поверхность; 2 – переднюю стенку,
3 – заднюю стенку; 4 – лопатки турбин; 5 – продольный вал;
6 – ограничители продольного перемещения турбины; 7 – демпферное устройство;
8 – заливную горловину; 9 – платформу.

Таким образом, предложенная конструкции позволяет преобразовать кинетическую энергию транспортируемого жидкого груза в иные виды энергии, что дает возможность более эффективно гасить

колебания жидкостей по сравнению с существующими, и, в конечном счете, улучшить устойчивость и управляемость автомобильных цистерн.

Заключение. Применение цистерн с устройством передачи инерционных сил на платформу позволит избежать аварии, часто встречающиеся при использовании традиционных цистерн.

Список использованной литературы

1. Островский А.М. Пути совершенствования транспортирования опасных грузов в условиях интенсификации перевозочного процесса: дис. д-ра техн. наук: 05.22.08 / А. М. Островский; Новосибирск, ин-т инж. ж.-д. трансп. – Новосибирск, 1988. – 421 л.

2. Высоцкий, М. С. Динамика автомобильных и железнодорожных цистерн / М. С. Высоцкий, Ю. М. Плескачевский, А. О. Шимановский. – Мн.: Белавтотракторостроение, 2006. – 320 с.

3. Прицепная ёмкость машинно-тракторного агрегата: пат. 23195 Респ. Беларусь МПК7 B 60B 3/22 / В. Я. Тимошенко, Г. И. Кошля, А. В. Матюшенцев; заявитель УО «Белорусский государственный аграрный технический университет». – № a 20190086; заявл. 2019.03.28; опубл. 2020.10.30.

УДК 629.365:658.345

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕВОЗКИ ЖИДКОСТЕЙ ЦИСТЕРНАМИ

Тимошенко В.Я., канд. техн. наук,
Кошля Г. И., старший преподаватель,
Сушко Д.И., старший преподаватель,
Чумак Т.М., старший преподаватель

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
27genko@mail.ru

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы безопасности перевозки жидкостей в железнодорожных и автомобильных цистернах и пути совершенствования их конструкций.

The article discusses the safety of transport of liquids in rail and road tankers and how to improve their designs.

Ключевые слова: перевозка, цистерна.

Key words: transportation, cistern.

Введение. Постоянное развитие трубопроводного транспорта не исключает необходимости совершенствования конструкций цистерн для перевозки жидкостей, так как в общем объёме перевозок на их долю приходится более половины.

Основная часть. Перевозка наливных, жидких грузов осуществляется с помощью цистерн и аналогичных им резервуаров. При перевозке любого наливного груза необходимо уточнять особые условия их транспортировки.

Движение цистерн с частичным заполнением может происходить и при случайной утере или частичном сливе жидкости, заполняющей котел цистерны, например, при раздаче груза потребителям на промежуточных станциях. Возможны ситуации, при которых резервуары цистерн оказываются заполненными наполовину или даже меньше.

Колебания жидкого груза внутри резервуара приводят к существенному снижению продольной и поперечной устойчивости и управляемости транспортного средства и увеличивают нагрузки на конструкцию цистерны. Наибольшее влияние на управляемость и пределы устойчивости автоцистерн оказывают такие факторы, как геометрия резервуара, высота центра тяжести, уровень загрузки, поперечное и продольное смещение центра тяжести груза при движении по кривой, торможении, маневрах смены полосы движения, а также свойства динамического взаимодействия жидкости с конструкцией[1].

Нами предложены новые технические решения, которые позволяют существенно снизить влияние колеблющейся жидкости, как на устойчивость движения цистерн, так и на нагруженность их конструкций.

Белорусский государственный аграрный технический университет (БГАТУ, г. Минск) является обладателем патента на изобретение [2] , в котором предложено снизить силы инерции жидкостей, возникающих при переходных режимах движения цистерн, путем использования специального устройства, устанавливаемого в резервуаре цистерны (рис.1).

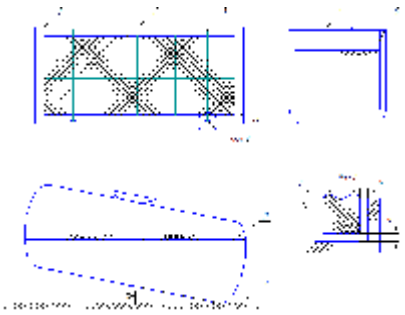


Рисунок 1 – Прицепная ёмкость машинно-тракторного агрегата
1 – цилиндрическая оболочка,
2 – плавающая перегородка,
3 – управляющие перегородкой,
4 – заливная горловина,
5 – направляющие перегородкой,
6 – стекло арматура, 7 – грунт

Поставленная задача достигается тем, что в прицепной емкости машинно-тракторного агрегата, содержащей котел с передней и задней стенками и заливной горловиной, согласно изобретению, в котле на боковых стенках вертикально установлены четыре направляющих швеллера, в которых с зазорами установлена горизонтальная армированная перегородка с возможностью перемещения по ним, размещения на поверхности заливаемой жидкости и фиксации в упомянутых швеллерах при достижении машинно-тракторным агрегатом предельного угла наклона на склоне поля за счет устранения упомянутых зазоров.

Для снижения инерционных сил центра масс технологической жидкости 8 при движении прицепной емкости машинно-тракторного агрегата по неровной поверхности поля на ней горизонтально расположена армированная стекловолоконной арматурой 6 плавающая перегородка 2 с возможностью перемещаться вверх-вниз в направляющих швеллерах 5 и фиксации в них ее положения при работе прицепной емкости на предельно допустимом уклоне поля в поперечном или продольном направлении.

Прицепные емкости машинно-тракторных агрегатов используются для перевозки технологических жидкостей (растворов ядохимикатов, жидких удобрений) с мест хранения на поля для внесения. Поля имеют неровный рельеф, характеризующийся уклоном, превышающим 5 %. Полностью заполненные емкости при выполнении технологического процесса внесения жидкости опорожняются, что приводит к усилению колебаний оставшейся. Прицепные емкости, как правило, не имеют внутренних поперечных перегородок для гашения инерционных колебаний жидкости, так как они работают в условиях неровного рельефа, характеризующегося как поперечным, так и продольным уклоном. Пропорционально снижению уровня жидкости в емкости увеличиваются амплитуда и частота ее колебаний и силы инерции.

Наличие горизонтальной продольной плавающей перегородки 2 исключает возможность колебания жидкости в емкости, так как она передвигается вверх-вниз в направляющих швеллерах 5, а при движении под уклон при предельном значении угла наклона α соответствующим зазору b в механизме фиксации положения перегородки, фиксируется с помощью фиксаторов 3 за счет сил трения его о направляющие швеллеры, возникающих при повороте перегородки.

При заполнении емкости технологической жидкостью плавающая перегородка всплывает вверх и постоянно находится на верхнем уровне жидкости в силу того, что объемная масса ее материала ниже объемной массы воды.

Колебания самой перегородки вместе с жидкостью предусмотрено предупреждать с помощью механизмов 3 фиксации ее положения, устраняя зазор b, который находится в функциональной зависимости с углом наклона: $b = f(\alpha)$.

Заключение. Предложенные конструкции ёмкости значительно снижают колебания жидкости и её кинетическую энергию при торможении и трогании с места.

Список использованной литературы

1. Высоцкий, М. С. Динамика автомобильных и железнодорожных цистерн / М. С. Высоцкий, Ю. М. Плескачевский, А. О. Шимановский. – Мн.: Белавтотракторостроение, 2006. – 320 с.

2. Цистерна: пат. 23702 Респ. Беларусь МПК B 60B 3/22/ В.Я. Тимошенко, Г.И. Кошля, В.В. Ярош, Н.Л. Ракова; заявитель УО «Белорусский государственный аграрный технический университет».- № a 20200058; заявл. 2020.02.26; опубл. 2021.10.30.

УДК 631.152.631.3.012

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПЛОТНОСТИ ПОЧВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ДВИЖИТЕЛЕЙ МАШИН

Н.Д. Янцов, канд. техн. наук, доцент,
А.Г. Вабищевич, канд. техн. наук, доцент,
Г.И. Кошля, старший преподаватель,
Д.А. Бурак, магистрант

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

Аннотация: В статье рассмотрен вопрос состава почв и методы определения плотности 3-х фаз, входящих

*Abstract***:** The article considers the issue of soil composition and methods for determining the density of 3 phases included in its composition

Ключевые слова: агрофизические свойства почв; ходовые системы машин; плотность почв.

Keywords: agrophysical properties of soils; running systems of machines; soil density.

Введение. Известно, что почва представляет собой неоднородное тело и состоит в основном из трех фаз: твердой жидкой и газообразной. Твердая фаза представлена минеральными и органиче-

скими элементами, жидкая – водой с растворенными в ней соединениями, газообразная – воздухом. При исследовании механического уплотняющего воздействия движителей машин на почву и определении влияния нормальных и касательных нагрузок на изменение плотности почвы, необходимо вычислять ее плотность в естественном состоянии (твердая, жидкая и газообразная фазы). При объективном анализе этого процесса нельзя исключать ни одну из почвенных фаз, так как каждая из них обладает своими упругими свойствами.

Основная часть. В общем случае, под плотностью d вещества мы понимаем отношение сухой массы к объему вещества без пустот. Применительно к почве плотность ее означает среднюю величину плотности различных веществ составляющих почвенную массу. Наряду с этим, большинство существующих методов замера плотности почв предназначены для определения плотности составляющих почвенную массу фаз или их сочетаний. Согласно [1, 2], в зависимости от того, в каком сочетании определяют плотность, различают три понятия плотности почвы: плотность твердой фазы почв (твердая фаза) d; плотность скелета почвы (твердая и газообразная фазы) d_v; плотность почвы в естественном состоянии (твердая, жидкая и газообразная фазы) $d_п$.

Под плотностью твердой фазы почвы понимают отношение массы твердой фазы почвы (почвы без скважин, пустот) определенного объема к массе воды того же объема при 4^0 С. Для определения плотности твердой фазы почвы чаще всего пользуются пикнометрическим методом. [1, 3] и рассчитывают плотность твердой фазы d почвы по формуле:

$$d' = \frac{P_1 \cdot 100}{(100 + W_r) \cdot V}, \text{ г/см}^3$$

где P_1 – масса воздушно-сухой почвы в пикнометре, г; W_r – влажность образца почвы, %; V – объем почвы в пикнометре, $см^3$.

Определение плотности твердой фазы почвы необходимо для дальнейших расчетов скважности (порозности, пористости) почвы, а также при производстве механического анализа для расчетов по формуле Стокса.

Относительной плотностью скелета почвы называется отношение массы абсолютно сухой почвы определенного объема в нена-

рушенном состоянии (со скважинами) к массе дистиллированной воды того же объема при 4 ^{0}С. Плотность скелета почвы принято называть также объемной массой. Численно эти величины равны, но следует различать, что плотность скелета почвы величина относительная, а объемная масса – величина именованная – масса в единице объема, например, г/см^3, кг/м^3.

Для определения плотности скелета почвы существуют различные методы, а именно – буровой, фиксажный, песчаный, вазелиновый, жидкостный. Наиболее распространенным в практике является буровой метод или метод режущих цилиндров, основанный на взятии образцов почвы в ненарушенном сложении при помощи цилиндра-бура определенного объема с последующим взвешиванием и высушиванием образца до постоянной массы.

Для определения плотности почвы в естественном состоянии с учетом всех составляющих почвенную массу фаз сейчас применяются пенетрографические методы, принцип которых состоит в том, что различной формы зонды погружают в почву и измеряют требуемую для этого силу, а также радиометрические методы, основанные на измерении степени поглощения (ослабления) гамма или нейтронного излучений различными по плотности почвами.

Необходимо отметить, что пенетрографические методы лишь косвенно могут быть использованы для оценки плотности почвы, так как при их применении измеряется сила сопротивления внедрению зонда, распределенная по площади его основания (Н/см^2, кг/см^2). Измерения, получаемые пенетрографическими методами, чаще называют твердостью почвы. Кроме того, показания приборов при этих методах измерений зависят от скорости внедрения зонда в почву, что связано с дополнительной погрешностью измерений.

Радиометрические методы измерения плотности почвы также относятся к косвенным методам, однако являются более точными и удобными для практического использования. Наиболее известны следующие радиометрические методы определения плотности почвы: методы Беера и Хельбига, метод Унгера, метод Емельянова.

Для измерения плотности почвы известен плотномер поверхностно-глубинный радиоизотопный ППГР-1 [3], позволяющий регистрировать плотность потока гамма излучений по методу рассеянного первичного гамма излучения (метод Емельянова). Прибор

ППГР-1 состоит из измерительного преобразователя с закрытым радиоизотопным источником гамма излучения (Cs-137), детектора гамма излучения, измерительного пульта (счетчика импульсов).

Плотномер ППГР-1 позволяет регистрировать плотность почвы в поверхностном слое 0…300 мм (поверхностный способ измерений), а также на глубине 1,0…30 м (глубинный способ измерений).

Методика проведения замеров следующая: на опытном участке закладываются измерительные скважины, посредством внедрения в почву дюралюминиевых труб диаметром 40×1,5 мм и длиной 500мм. Скважины закладываются в местах предполагаемого следа колес по всей его ширине, а также для сравнения на контрольном участке. На основании замеров плотности почвы в следах после воздействия ходовых аппаратов, а также замеров на контрольном участке, вычисляется коэффициент уплотняющего воздействия $К_у^{х.а.}$ ходового аппарата на почву по формуле:

$$K_y^{x.a.} = \frac{d_П^{сл.}}{d_П^{к}},$$

где $d_П^{сл.}$ – плотность почвы в естественном состоянии в следах после уплотнения, г/см^3; $d_П^{к}$ – плотность почвы в естественном состоянии на контроле, г/см^3.

Возрастание коэффициента $К_у^{х.а.}$ указывает на большее уплотняющее воздействие сравниваемых ходовых аппаратов. Оптимальное значение коэффициента $К_у^{х.а.}$ устанавливаются исходя из оптимальной плотности почв для развития исследуемой культуры.

Заключение. Воздействие движителей машин на почву в большинстве случаев изменяет ее физико-механические свойства. Определяющим показателем этого процесса является изменение плотности почвы в естественном состоянии с учетом твердой, жидкой и газообразной фаз. При этом важным является выбор метода измерения плотности почвы в зоне воздействия ходовых систем.

Список использованной литературы

1. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почвы: 3-е изд., перераб. И доп. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

2. Методическое руководство по изучению почвенной структуры / Под редакцией И.Б. Ревута и А.А. Роде/ – Л.: Колос, 1969. – 230с.

3. Качинский, Н.А. Физика почв. – Москва: Высшая школа, 1970. – 358 с.

УДК 629.114.2

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ВЫГРУЗНОГО ШНЕКА

Д.С. Праженик, старший преподаватель,
В.В. Носко, старший преподаватель, П.А. Губар, студент,
А.С. Вороненко, студент
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
Prazhenik@bsatu.by

Аннотация: разработка и установка поворотного фартука выгрузного шнека зерноуборочного комбайна обеспечит повышение эффективности уборки зерновых и снизит затраты на производство конечного продукта.

Abstract: development and installation of a rotary apron for the unloading auger of a combine harvester will increase the efficiency of grain harvesting and reduce the cost of producing the final product.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, выгрузной шнек, поворотный фартук, зерно.

Keywords: combine harvester, unloading auger, swivel apron, grain.

Введение. На современном этапе развития АПК Республики Беларусь основными факторами роста производительности труда и снижения себестоимости сельскохозяйственной продукции является создание и использование новых конструкций машин на базе прогрессивных принципов работы.

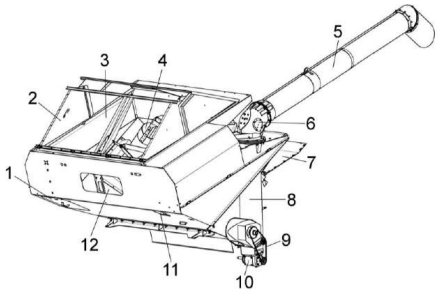
Основная часть. В сельскохозяйственном комбайностроении важное место занимает процесс выгрузки зерна из бункера зерноуборочного комбайна.

Выгрузка зерна из бункера зерноуборочного комбайна в транспортное средство в условиях РБ осуществляется, как правило, при остановке комбайна. Например, для зерноуборочного комбайна с максимальной производительностью 12 кг/с при выполнении технологического процесса уборки зерновых урожайностью 50 ц/га потребуется около 15 мин для заполнения бункера. При этом технологический процесс выгрузки зерна из бункера в прицеп транспортного средства занимает около 4…6 мин, что составляет 10…20 % рабочего времени [1].

Для сокращения этих простоев целесообразно организовать разгрузку зерна из бункеров комбайнов на ходу. Этот способ позволяет значительно повысить сменную производительность зерноуборочных комбайнов.

Бункер зерновой (рисунок 1) предназначен для сбора зерна во время работы комбайна. В корпусе бункера смонтированы шнек загрузной 4, шнек наклонный выгрузной 8, отвод с редуктором 6 привода шнека поворотного выгрузного 5.

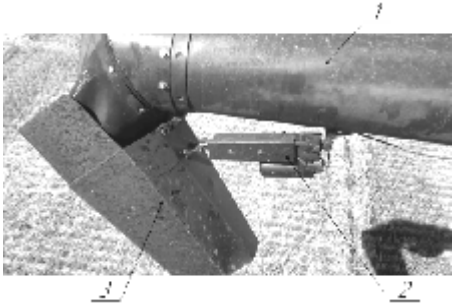
Шнек поворотный выгрузной 5 предназначен для выгрузки зерна из бункера в транспортное средство. Шнек может быть установлен при помощи гидроцилиндра в рабочее и транспортное положение, управление осуществляется из кабины комбайна [2].



1 – крышка; 2 – крыша бункера; 3 – бункер; 4 – шнек загрузной; 5 – шнек поворотный выгрузной; 6 – отвод с редуктором; 7 – настил; 8 – шнек наклонный выгрузной; 9 – цепная передача привода шнека горизонтального; 10 – редуктор; 11– окно пробоотборника; 12 – смотровое окно

Рисунок 1 – Бункер зерновой

Для уменьшения энергозатрат и времени выгрузки модернизируется шнек поворотный выгрузной (рисунок 2) зерноуборочного комбайна КЗС-1218. А именно, устанавливается поворотный фартук.



1 – шнек выгрузной; 2 – электромеханизм; 3 – поворотный фартук

Рисунок 2 – Шнек поворотный выгрузной

Заключение. Установка поворотного фартука на выгрузной шнек зерноуборочного комбайна упрощает подъезд к транспортному средству и позволяет производить выгрузку в транспортное средства на косогорах. Упрощается выгрузка зерна из бункеров на ходу.

Список использованной литературы

1. Лободаев, В. Д. Организация эффективного использования комбайнов и транспортных средств на уборке зерновых / В. Д. Лободаев, Д. И. Криваль // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технологического сервиса в АПК: сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск.

2. Инструкция по эксплуатации. Комбайн зерноуборочный самоходный КЗС-1218 «Палессе GS12», 2017.

3. Крылов, С. В. Оценка технических параметров сельскохозяйственных машин при испытаниях и проектировании / С. В. Крылов, В. В. Носко, Д. С. Праженик // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск.

УДК 631.353.2

3D МОДЕЛИРОВАНИЕ МАЛОГАБАРИТНЫХ ГРАБЛЕЙ

А.Г. Вабищевич, канд. техн. наук, доцент,
Н.Д. Янцов, канд. техн. наук, доцент,
П.В. Авраменко канд. техн. наук, доцент, А.А. Бакиров, студент
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск Республика Беларусь

Аннотация: В статье приводится некоторый опыт использования студентами компьютерных технологий, который является обязательным условием качественного обучения и подготовки будущих специалистов, который возможен при сочетании знаний по специальности и владении методами компьютерного 3D моделирования малогабаритных агрегатов.

Abstract: The article provides some experience in the use of computer technology by students, which is a prerequisite for quality education and training of future specialists, which is possible with a combination of knowledge of the specialty and knowledge of the methods of computer 3D modeling of small-sized units.

Ключевые слова: Компьютерная модель, графический редактор, библиотека деталей, 3D модель, колесно-пальцевые грабли, мини-трактор.

Keywords: Computer model, graphics editor, parts library, 3D model, wheel-and-toe rake, mini-tractor.

Введение. Подготовка творчески мыслящих специалистов является сегодня одной из важных задач профессионального образования. В системе профессиональной подготовки инженера любого профиля важное место занимает графическая подготовка, во многом определяющая уровень инженерно-технического образования специалиста. Причем крайне необходимо формирование нового типа графической культуры, технического мышления, адаптированного к конструкторско-технологическим инновациям современного производства [1].

Использование компьютерных технологий становится обязательным условием качественного обучения и подготовки будущих специалистов.

Возможности современных компьютерных программ позволяют создать динамическую, пространственную и плоскостную модель любого механизма. При создании чертежей общего вида и сборочных чертежей отпадает необходимость в наличии реальных узлов, поскольку существует возможность заменить их компьютерными моделями и продемонстрировать процесс сборки и работы непосредственно на экране монитора. Рекомендуется создание моделей деталей, узлов, агрегатов, входящих в сборочные чертежи, для наглядной демонстрации процесса сборки, облегчения понимания назначения и принципа действия устройства машины.

Компьютерная модель призвана заменить реальный агрегат для изучения его устройства, принципа действия и последовательности сборки и рекомендуется в качестве наглядного пособия для студентов, выполняющих сборочный чертеж узла, агрегата или машины.

В этих целях могут использоваться графические редакторы, такие как КОМПАС-3Д, различные CAD-системы. Для составления схем и 3D моделей малогабаритных сельскохозяйственных агрегатов использован графический редактор КОМПАС-3Д.

Основная часть. Для наглядной демонстрации процесса сборки агрегатов, облегчения понимания назначения и принципа действия устройства (машины) создана библиотека деталей, моделей, узлов, агрегатов, входящих в сборочные единицы и технологические схемы «мини-трактор» – «малогабаритная сельхозмашина».

Для создания 3D модели недостаточно базовых знаний начертательной геометрии, а требуются необходимые знания по специальности.

Исходя из знаний студентов по специальности, вначале выполняются 3D модели деталей, а затем узлов.

На основании банка данных библиотек деталей методами компьютерного 3D моделирования выполнены 3D модели секций и узлов колесно-пальцевых граблей (колеса с граблинами, сборная рама из труб, механизмов навески, крепления и регулировки).

На рис.1 представлена библиотека деталей и узлов к 3D модели колесно-пальцевых граблей. Детали и узлы на рисунке расположены в хронологической последовательности их расположения также как и на малогабаритных граблях.

На основании банка данных библиотек методами компьютерного 3D моделирования выполнена 3D модель малогабаритных колесно-пальцевых граблей в сборе (рис. 2).

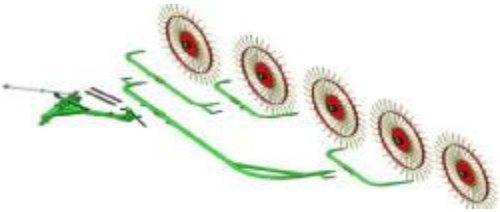


Рисунок 1 – Библиотека деталей и узлов к 3D модели граблей

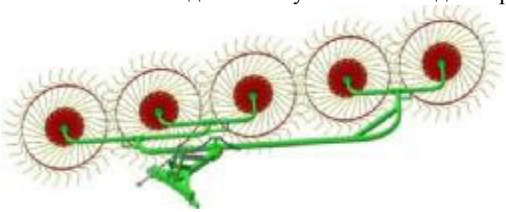


Рисунок 2 – 3D модель граблей

На основании банка данных библиотек методами компьютерного 3D моделирования выполнена 3D модель агрегата в составе которого входит мини-трактор и колесно-пальцевые грабли (рис. 3).

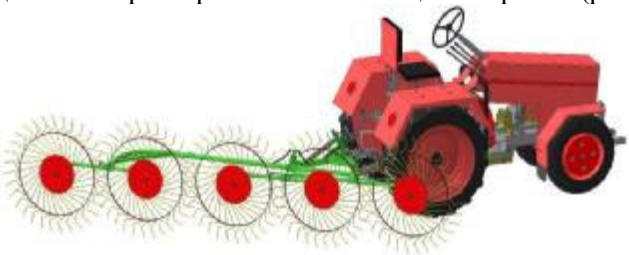


Рисунок 3 – 3D модель мини-трактора с граблями

Полученные 3D модели мини-трактора колесно-пальцевых граблей являются результатом творческой инженерно-технической работы студентов, обучающихся после колледжей.

В ходе определенной творческой работы по созданию технологических схем агрегатов 3D модели студенты приобретают знания и умения практического решения инженерных задач графическими методами. Все это способствует формированию у них навыков создания конструкторской документации, что весьма важно для формирования инженерного мышления.

Заключение. Знание и использование компьютерных технологий по графическим дисциплинам становится важным

условием качественного обучения и подготовки будущих специалистов.

Список использованной литературы

1. Шабека, Л.С. Принципы построения и реализации графической подготовки инженера в современных условиях. Известия Международной академии технического образования / Л.С. Шабека. – Минск: БИТУ, 2003. С. 63–75.

УДК 631.171

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕЛЬТАЛЕТОВ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Н.Н. Быков, канд. техн. наук, А.Э. Шибеко, канд. экон. наук, доцент, Н.В. Кецко, старший преподаватель,

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

Аннотация: в статье приведены технологическая оценка и эффективность использования сверхлёгких летательных аппаратов сельскохозяйственного назначения в области химических обработок сельскохозяйственных угодий Республики Беларусь.

Abstract: the article presents a technological assessment of the use of ultra-light aircraft for agricultural purposes in the field of chemical treatments of agricultural land in the Republic of Belarus.

Ключевые слова: сельскохозяйственные культуры, дельталетная авиация, химическая обработка, эффективность.

Key words: agricultural crops, trike aviation, chemical processing, efficiency.

Введение. В настоящее время для успешной реализации современных интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур применяют сверхлёгкие летальные аппараты (СЛА) сельскохозяйственного назначения, с помощью которых стало возможным сравнительно недорого выполнять авиационно-химические работы (АХР) новым методом ультрамалообъемного опрыскивания (УМО), недоступные малой авиации и наземным опрыскивателям.

Основная часть. Еще в 70-е годы прошлого столетия Всероссийским институтом фитопатологии было доказано, что обработка пестицидами методом УМО посредством вращающихся распылителей жидкости (ВРЖ) с нормой расхода рабочей жидкости 5 л/га и размером капель менее 150 мкм эффективнее и выгоднее традиционного наземного опрыскивания. [1]

Высокая эффективность УМО обусловлена тем, что при мелкокапельном ультрамалообъемном опрыскивании сверхлегкими летательными аппаратами с ВРЖ формируется аэрозольное облако

с шириной захвата 20–30 м и с каплями очень маленького диаметра, которые проникают в кутикулу (надкожицу) растения и лучше усваиваются им. К тому же значительно меньше химического раствора просто стекает на почву, а потребности в доставке воды при этом к обрабатываемому полю по сравнению с обычным опрыскиванием снижаются в 40–60 раз. При возделывании с.-х. культур без технологической колеи прибавка урожая составляет до 12 %.

Снизить затраты на авиационное опрыскивание до уровня наземною можно путем применения сравнительно недорогой, но эффективной авиационной техники сельскохозяйственного назначения, а именно СЛА класса «дельталет». При этом необходимо правильно организовать совместную деятельность «сельхозпроизводитель - авиация», суть которой заключается в наличии у сельхозпроизводителя собственного дельталета с экипажем (летчик, техник). По данным Всесоюзною научно-исследовательского института применения авиации в сельском хозяйстве гражданской авиации Министерства транспорта РФ и Краснодарского института применения авиации в сельском хозяйстве, по критерию «эффективность-стоимость» на АХР методом УМО дельталеты превосходили самолеты более чем в 1,4 раза [3], что подтвердила практика их применения. Это объясняется особенностями эксплуатации разных классов авиационной техники. Например, если для хранения всего одного самолета требуется полноценный ангар, то для двух дельталетов достаточно одного стандартного гаража.

Время подготовки дельталета к транспортировке наземным способом в сцепке с легковым автомобилем составляет 30-40 мин, а экипаж самолета должен осуществить перелет, на что дополнительно тратится дорогостоящий ресурс авиационной техники. Необходимо отметить и то, что дельталет предпочтительнее с точки зрения безопасности и комфортности применения на АХР.

В Беларуси с небольшими площадями и сложной конфигурацией контуров полей преимущества в выполнении АХР методом УМО с помощью сверхмалой авиации и дельталетов по сравнению с наземной 'техникой не очевидны и требуют соответствующего практического подтверждения. В этой связи требуется выполнение

проекта «Интенсификация растениеводства посредством комплексного последовательно-параллельного применения авиации и наземной техники», в котором основная ставка делается на дельталеты.

В ходе проекта на близко расположенных двух группах полей достаточной площадью с разным видом возделываемых культур будет проводиться на одной группе комплексная АХР методом УМО с помощью дельталетов, а на другой – только с помощью наземной техники. Ежегодно результаты будут сравниваться.

С помощью дельталетов можно выполнить все работы по внесению химических препаратов за исключением подкормки растений с большими нормами расхода. Если подкормку (обработку) большими объемами произвести без колеи, оставляемой традиционной наземной техникой, используя наземные опрыскиватели типа «Роса», «Туман» и (или) малую авиацию (вертолеты К-26. Ми 2; самолеты АН-2), то в остальном цикле химических обработок, посредством дельталетов можно было бы оценить конечную эффективность и прибавку к урожаю на величину потерь от этой колеи на второй группе полей, обрабатываемых наземной техникой [4].

Если российский опыт об эффективности применения СЛА для проведения АХР подтвердится в Беларуси, то прогнозная добавка к урожаю только на одной культуре рапсе, извлекаемая от применения дельталетной авиационной техники при практической реализации проекта «Интенсификация растениеводства посредством системного применения авиации и наземных технических средств», в масштабах от сельхозпредприятия и до страны в целом может быть очень высокой.

При подтверждении полученных в России значений эффективности применения СЛА для проведения АХР в Беларуси и при хорошем урожае сельхозпредприятие только на одной культуре – рапсе, засеянном на площади 300–500 га, за один сезон может окупить дельталет (стоимость которого в зависимости от комплектации составляет 60 тыс. долл.). В масштабах же всей нашей страны практическая реализация проекта только на рапсе позволит получить прогнозируемую чистую прибыль в размере 30–40 млн долл. [4].

Заключение. При правильной организации авиационно-химических работ на сельскохозяйственных угодьях дельталет становится окупаемым, и высокоприбыльным техническим средством.

Список использованной литературы

1. Огородников, П. и. Эффективность сельскохозяйственных авиационно-химических работ / П. И. Огородников, В. В. Усик, И. А. Лизнева // Вест. ОГУ. – 2006. – № 2. «Гуманитарные науки». – С. 103–105.

2. Полухин, А. Малая авиация в сельском хозяйстве: дорого, но выгодно / А. Полухин // Аграрное обозрение. 2011. – № 1. – С. 20–23.

3. Россихин, А.Н. Современное состояние авиации в сельском хозяйстве России и перспективы ее развития / А.Н. Россихин//Авиация общего назначения. 1998. – № 9. – С. 9–14.

4. Привалов, Ф. Дельталеты для химической обработки сельскохозяйственных угодий / Ф. Привалов, А. Зизико // Наука и инновации. – 2017. – № 2. – С. 30–34.

5. Экономика ресурсосбережения в агропромышленном комплексе: учеб. Пособие / М.К. Жудро, В.М. Бальина, М.М. Жудро. – Минск: ИАЦ Минфина, 2014.

УДК 631.351

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ДВИЖИТЕЛЕЙ МТА НА ПОЧВУ

Н.Н. Быков, канд. техн. наук, В.Н. Кецко, ст. преподаватель, Н.Н. Вечер, канд. биол. наук

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

Аннотация: в статье приведены показатели для оценки уплотняющего воздействия движителей машинно-тракторных агрегатов на почву.

Abstract: the article presents indicators for assessing the compacting effect of the movers of machine-tractor units on the soil.

Ключевые слова: уплотнение, почва, движитель, воздействие, давление.

Keywords: compaction, soil, propulsion, impact, pressure.

Введение. Уплотняющее воздействие ходовых систем тракторов и сельскохозяйственных машин на почву давно стало серьезной проблемой, реальным препятствием на пути к получению высоких урожаев в различных почвенно-климатических условиях.

Одним из важнейших требований к сельскохозяйственной технике является повышение её производительности. Однако при этом происходит усложнение машин, расширение их функциональных возможностей, возрастание мощности и, как следствие увеличение массы, числа проходов по полю и скорости передвижения. Это вызывает повышение механического воздействия машин на почву. По данным исследований [1,2] от воздействия движителей на почву снижение урожайности сельскохозяйственных культур может составлять до 50 % и более.

Основная часть. Для оценки уплотняющего воздействия ходовых систем на почву в соответствии с ГОСТ 7057-81 использовался показатель – среднее давление движителя на почву, ГОСТ 24096-80 ограничил эти значения – не более 80–110 кПА.

Для определения среднего давления на почву необходимо знать нагрузку на единичный движитель и контурную площадь пятна контакта шины [3]:

$$q = \frac{m_{дв} \cdot g}{10^3 \cdot F_{кп}}$$

где $m_{дв}$ – масса, создающая статическую нагрузку на движитель, кг; $F_{кп}$ – контурная площадь контакта протектора шины, м^1; g – ускорение свободного падения, м/с^2.

При сравнительной оценке воздействия различных движителей на почву многие исследователи используют значения контурной площади пята контакта, полученные расчетным путем, которые зависят в большей степени от диаметра и ширины шины.

Профессор А.М. Кононов [4] ввел понятие агротехнической проходимости и предлагает ограничить максимальное давление движителей на увлажненно-суглинистой почве, подготовленной под посев следующими пределами: на почве повышенной влажности (25–30 %) $q_{max} \leq 0{,}075$ МПа; на спелой (влажность 17–20 %) $q_{max} \leq 0{,}125$ МПа; на сухой почве (влажность 8–12 %) $q_{max} \leq 0{,}15$ МПа.

Для оценки уплотняющего воздействия на уплотнение почвы и урожайность сельскохозяйственных культур, на основании анализа влияния $q_{ср}$ и q_{max} на уплотнение почвы, в также в результате экспериментально-теоретических исследований М.И. Ляско ввел показатель U, кН/м.

Использование показателя U позволяет учесть форму и параметры деформатора и определяется по формуле[2]:

$$U = \omega b q_{\max} (1 + \chi \ln N),$$

где ω – коэффициент, зависящий от размера и формы опорной поверхности движителя; b – ширина движителя, м; χ – коэффициент интенсивности накопления необратимой деформации почвы; N – число повторных проходов движителя по одному следу.

Допустимым воздействием движителей машинно-тракторных агрегатов на почву определено $U \leq [U] = 75$ кН/м. Значение U зависит

от его геометрических размеров и значения коэффициентов полученных экспериментально.

В 1986 году в СССР был введен, действующий ныне и на территории Беларуси ГОСТ 26955-86 [5], определяющий допустимые нормы воздействия движителей на почву.

Для сравнительной оценки воздействия движителей МТА на почву возможно использование простого, приближенного показателя – «индекс давления», который определяется по формуле [6]:

$$P_i = \frac{G \cdot g}{S_{расч}} \cdot 10^{-5}, кПа,$$

где G – нагрузка колесного единичного движителя, кг; $S_{расч}$ – условная площадь контакта шина, м^2;

$$S_{расч} = B \cdot D,$$

где B – ширина профиля шины, м; D – диаметр шины, м.

Значение параметров шины приводится в справочных данных, нагрузка на шину – в заводских инструкциях и характеристиках.

Заключение. В настоящее время на территории Республики Беларусь действует ГОСТ 26955-86 , ограничивающий максимальное давление движителей МТА на почву, и ГОСТ 26953-86, определяющий методы воздействия на почву. Однако применение их в условиях эксплуатации ограничено, в силу сложности расчетов.

Для сравнительной приближенной оценки воздействия движителей МТА на почву возможно применение показателя-индекс давления.

Список использованной литературы

1. Ксеневич И.П., Скотников В.А., Ляско М.И. Ходовая система – почва – Урожай. – Агропромиздат. 1985. 304 с.

2. Русанов В.А. Основные положения, использованные при разработке норм и методов оценки воздействия движителей на почву. ВИМ, т. 118, 1988.

3. Тракторы сельскохозяйственные. Методы испытаний: ГОСТ 7057-81 – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 25 с.

4. Кононов А.М. Исследование реализации тягово-сцепных качеств и агротехнической проходимости колесных тракторов на суглинистой почве Белоруссии. – Дис. …докт. техн. наук – Горки, 1974. – 322 с.

5. Техника сельскохозяйственная мобильная. Метод определения максимального нормального напряжения в почве: ГОСТ 26955-86. . – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 22 с.

6. П.Н. Синкевич, В.С. Бушейко, В.Н. Кецко Тенденции развития зарубежной кормоуборочной техники. Обзорная информация.: М.: 1986. 54 с.

УДК 629.3.014.2

БУКСОВАНИЕ И СОПРОТИВЛЕНИЕ КАЧЕНИЮ ТРАКТОРА ПРИ ПЕРЕМЕННОМ ХАРАКТЕРЕ ТЯГОВОЙ НАГРУЗКИ

А.П. Ляхов, канд. техн. наук, доцент,
А.Ф. Станкевич, старший преподаватель.
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация: в статье рассматривается влияние колебательной нагрузки на тяго-сцепные показатели трактора.

Abstract: the article discusses the effect of oscillatory load on the traction performance of the tractor.

Ключевые слова: колебательный характер, буксование, сопротивление качению.
Key words: oscillatory nature, slipping, rolling resistance.

Введение. Экспериментально установлено [1], что колебательный характер нагрузки может существенно снижать тягово-сцепные показатели трактора, увеличивая буксование и сопротивление качению трактора, которые существенно влияют на его тяговые К.П.Д. В таких случаях ухудшаются и экономические (по расходу топлива) показатели.

На рисунке 1 показаны экспериментальные зависимости буксования трактора Беларус 80.1 при постоянной (нагрузка создавалась санями с плоской опорной поверхностью) и переменной нагрузке на вспашке плугом ПЛН-3-35 изменения глубины вспашки.

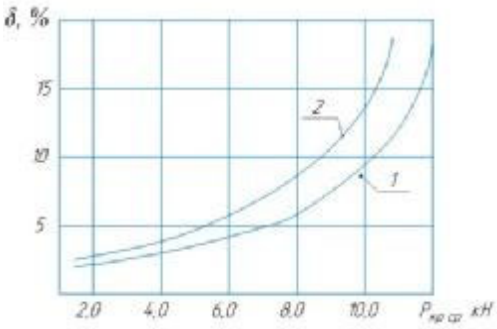


Рисунок 1 – Зависимость буксования δ трактора Беларус 80.1 от характера изменения нагрузки на крюке Pкр:
1 – стабильная нагрузка;
2 – переменная нагрузка

Анализ приведенных данных свидетельствуют, что переменный характер нагрузки при среднем значении тяговой нагрузки 1,0 кН увеличивает буксование движителей до 5 %.

Работа машинно-тракторного парка (МТА) при переменном характере нагрузки связана с максимальным увеличением крутящих моментов на полуосях ведущих колес до 1,1–1,9 раза. Величина этого отношения зависит от динамической характеристики трактора, скорости нарастания нагрузки, характеристики двигателя, свойств почвы и других факторов. Увеличенные динамические нагрузки приводят к превышению силы тяги по сцеплению колес с почвой, что приводит к их пробуксовке.

Опытами установлено, что при мгновенном набросе тяговой нагрузки с временем нарастания 0,15 с, продолжительность буксования составляла 0,1 с, а его величина достигала 60 %.

Буксование ведущих колес в зависит от амплитуды и частоты колебания нагрузки. При постоянной частоте колебаний нагрузки для всех заданных величин давлений воздуха в шинах буксование увеличивается с возрастанием амплитуды колебаний. Аналогично при постоянной амплитуде колебаний при увеличении частоты колебаний в диапазоне 3–30 Гц, буксование трактора увеличивается.

Опыты показывают, что при увеличении амплитуды колебаний нагрузки в 4 раза буксование возрастает в 3,6 раза. Увеличение частоты колебаний нагрузки с 4 до 24 Гц повышает буксование на 8 %.

В связи с повышением энергонасыщенности тракторов и скоростей их движения представляет интерес влияние увеличения скорости движения агрегата на частоту и амплитуду колебаний тягового сопротивления и, следовательно, буксование колесного трактора.

Опытами установлено, что с повышением скорости движения агрегата буксование трактора снижается или увеличивается, или не изменяется [3, 4].

С повышением скорости движения агрегата буксование трактора уменьшается в случае, если период изменения величины касательной силы тяги трактора больше длительности контакта опорного участка колеса с почвой, и амплитуда ее колебаний незначительна.

В определенных условиях возможен случай, когда с увеличением скорости движения трактора его буксование не изменяется или меняется несущественно (например, во время работы колесного трактора на культивации [3] или при его тяговых испытаниях на мягкой почве с небольшими нагрузками) [4].

Заключение. 1. Переменный (колебательный) характер нагрузки на трактор в условиях эксплуатации ухудшает его тягово-

динамические показатели и ухудшает эксплуатационные качества машинно-тракторного агрегата. 2. Переменный характер нагрузки является причиной его повышенного буксования и увеличению сопротивления качению. 3. С повышением энергонасыщенности трактора и ростом скоростей движения колебание тяговой нагрузки увеличивается, что способствует снижению выходной мощности двигателя, увеличение буксования, снижению скорости движения и уменьшению производительности агрегата.

Список использованной литературы

1. Шкарлет А.Ф. О тяговых показателях колесного трактора при неустановившейся нагрузке. «Тракторы и сельхозмашины», 1969, № 7.

2. Тургиев А.К. и др. К вопросу о тяговом К.П.Д. колесного трактора при неустановившемся характере тяговой нагрузки. Труды КубНИТИМ, вып.9, 1972.

3. Тургиев А.К. Влияние скорости на частоту и амплитуду колебаний тягового сопротивления и на буксование ведущих колес трактора. «Вестник сельскохозяйственной науки», 1963, № 4.

4. Миндель Е.М. Влияние скорости на К.П.Д. и мощностные параметры перспективных сельскохозяйственных тракторов. «Тракторы и сельхозмашины», 1962, № 10.

УДК 631.47.3.072

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПЛУГА

А.В. Нагорный, старший преподаватель,
Н.С. Счастный, студент 2 курса АМФ

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

Аннотация: В статье предлагается общий обзор существующих способов улучшения износостойкости рабочих органов сельскохозяйственных машин. Определено, что используемые методы позволяют не только повысить устойчивостью к износу, но и обеспечить экономию топлива.

Abstract: The article offers a general overview of existing ways to improve the wear resistance of the working bodies of agricultural machines. It has been determined that the methods used can not only increase wear resistance, but also ensure fuel economy.

Ключевые слова: плуг, износостойкость, керамика, покрытия.

Key words: plow, wear resistance, ceramics, coatings.

Введение. Новейшие исследования показывают, что использование плуга для рыхления и насыщения воздухом слоя почвы, где дислоцируется корневая система, для оптимального роста растений не имеет альтернативы и создает прекрасную основу для высокой

урожайности. Сокращение количества заболеваний растений, механическое уничтожение сорняков из-за увеличения резистентности к различным гербицидам, борьба с мышами и прочими вредителями являются основными задачами вспашки, при решении которых сегодня нет достойной альтернативы плугу [1].

Основная часть. Проблемам повышения износостойкости (долговечности) почвообрабатывающих рабочих органов посвящено огромное количество публикаций. Основными объектами совершенствования и упрочнения являются лемехи и полевые доски плугов, лапы культиваторов.

Для снижения интенсивности износа широко применяются дополнительные термоупрочнения и износостойкая наплавка, лазерное упрочнение, композиционные (керамические) покрытия [2].

Основным методом упрочнения деталей рабочих органов почвообрабатывающих машин при их изготовлении является термическая обработка путем закалки и отпуска с нагревом ТВЧ. Для повышения износостойкости деталей в области наибольшей интенсивности трения используют наплавку твердыми сплавами, путем нанесения в виде обмазки или шихты с последующим оплавлением поверхности токами высокой частоты, что обеспечивает самозатачивание почворежущих рабочих органов за счет ускоренного изнашивания несущего слоя по сравнению с наплавленным.

Достичь более высоких показателей при упрочнении рабочих органов почвообрабатывающих машин позволяет применение сверхтвёрдых материалов, к которым, в частности, относится техническая керамика.

Основной недостаток при использовании керамических материалов – низкая стойкость к ударным воздействиям. Следовательно, необходимо создать композиционный материал, сочетающий в себе высокую износостойкость керамики и пластичность металла. Таким требованиям соответствует керметное покрытие, которое можно получить путём плазменного напыления композиционного порошка на основе технической керамики, в котором каждая частица равномерно плакирована металлом.

Американская фирма «Lund» разработала покрытия «DuraFace» и Spray-and-Fuse», для защиты рабочих органов от износа при работе в высоко абразивной среде [3].

Покрытие DuraFace от компании Lund устойчиво к более тяжелым почвам, из-за которых обычные сельскохозяйственные инст-

рументы и почвообрабатывающее оборудование изнашиваются быстрее. DuraFace представляет собой металлургически связанное покрытие толщиной 0,5–4 мм, которое атомарно связывается с дисками, щетками и другими режущими инструментами. Это гладкое, прочное покрытие не только продлевает срок службы почвообрабатывающих и режущих частей, но и помогает сохранять форму инструмента в течение всего срока службы продукта, позволяя таким инструментам, как лемех или лапы и диски, сцепляться с землей более легко и равномерно срезать даже самые тяжелые почвы.

Термическое покрытие из карбида вольфрама «Spray-and-Fuse», нанесенное методом напыления и плавления, представляет собой износостойкое (толщиной 0,1–0,5 мм) защитное покрытие, которое обеспечивает повышенную производительность и увеличенный срок службы деталей. В процессе покрытия карбид вольфрама сначала напыляется пламенным напылением никель-кобальтового связующего для образования механической связи. Затем карбид вольфрама сплавляется с деталью в плавильной печи для создания металлургической связи на атомном уровне.

Заключение. Результатом применения покрытия «DuraFace» является более высокая производительность, меньше времени простоя и трудозатрат, а также более высокая производительность.

Результатом применения покрытия «Spray-and-Fuse» является превосходная режущая часть, которая остается острой и служит дольше. Покрытие с термическим напылением и плавлением повышает качество реза, а 35 % карбида вольфрама обеспечивает превосходную твердость и устойчивость к эрозии, коррозии и истиранию.

Список использованной литературы

1. Нагорный, А. В. Современные тенденции в развитии плугов / А. В. Нагорный ; науч. рук. Д. А. Жданко // Перспективная техника и технологии в АПК : материалы Международной научной конференции студентов, магистрантов и аспирантов, Минск, 10–20 апреля 2022 г. – С. 55–58.

2. Счастный, Н. С. Повышение износостойкости корпуса плуга / Н. С. Счастный ; науч. рук. А. В. Нагорный // Перспективная техника и технологии в АПК : материалы Международной научной конференции студентов, магистрантов и аспирантов, Минск, 10–20 апреля 2022 г. – С. 45–48.

3. Lund Industrial Group __ Home [Electronic resource]. – The Hague, 2003–2022. – Mode of access: http:// www.lundonline.com – Date of access: 14.09.2022.

УДК 629.114.2

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ОЧИСТКИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Д.С. Праженик, старший преподаватель,
В.В. Носко, старший преподаватель, П.А. Губар, студент,
А.С. Вороненко, студент
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь
Prazhenik@bsatu.by

Аннотация: предложенная конструкции распределительного устройства очистки зерноуборочного комбайна обеспечит снижении потерь зерна и снижение забивания решет за счёт равномерно распределения вороха по верхнему решётному стану.

Abstract: The proposed design of the distribution device for cleaning the combine harvester will reduce grain losses and reduce the clogging of sieves due to the even distribution of the heap over the upper sieve pan.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, потери зерна, сепарирование зерна, решётный стан.

Keywords: combine harvester, grain losses, grain separation, sieve mill.

Введение. Уборка урожая, в том числе и зерновых культур – наиболее ответственный этап растениеводческого производства. Конечно же, чтобы вырастить урожай, требуются большие затраты труда, энергии и технических ресурсов, но и уборка урожая без потерь и с минимальными затратами – задача далеко не из лёгких. Потери во многом определяются сроками и продолжительностью уборки урожая, состоянием зерновых культур, а также совершенством конструкции уборочной техники.

Основная часть. Допустимые общие потери зерна при прямом комбайнировании не должны превышать на прямостоящем стеблестое 2,5 % и 3,5 % на полёглом. При этом потери зерна за молотильно-сепарирующим устройством не должны превышать 1,5 %, за жаткой при скашивании прямостоящих хлебов – 1 %, полёгших и пониклых – 1,5 % [1].

Основным зерноуборочным комбайном в Республике Беларусь является комбайн КЗС-1218. Это современные высокопроизводительные комбайны.

Однако опыт эксплуатации выявил и ряд недостатков. Так при уборке засорённых и влажных хлебов распределительный шнек

очистки не обеспечивает равномерное распределение зернового вороха по верхнему решётному стану, что приводит к возникновению значительных потерь зерна и забиванию решет.

На сельскохозяйственных предприятиях пытаются самостоятельно устранить указанный недостаток путём приваривания на вал распределительного шнека дополнительных планок (рисунок 1).

Такое решение улучшает распределение вороха при уборке влажных хлебов, но при уборке сухих хлебов распределение ухудшается.

Предлагается доработать конструкцию направляющего кожуха.

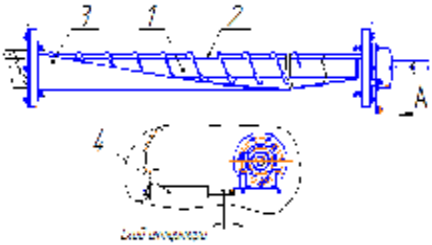
При модернизации направляющего кожуха распределительного устройства предлагается выполнить его с возможностью поворота вдоль своей оси, что обеспечит равномерное распределение вороха в зависимости от условий уборки. Поворот кожуха распределительного устройства производится дистанционно из кабины при помощи электромеханизма (далее актуатор). Управление актуатором предлагается производить при помощи контроллера.



Рисунок 1 – Шнек распределительный модернизированный

Дальнейшим развитием разработки может быть автоматическое управление работой распределительного устройства в зависимости от сигналов, полученных от датчиков потерь зерна расположенных за решетами очистки.

На рисунке 2 показан доработанный узел.



1 – шнек; 2 – планки;
3 – кожух; 4 – актуатор
Рисунок 2 – Распределительное устройство (модернизированное)

Заключение. Результат модернизации заключается в снижении потерь зерна за очисткой и снижение забивания решет за счёт равномерно распределения вороха по верхнему решётному стану.

Список использованной литературы

1. Машины и оборудование в растениеводстве. Практикум. В 3 ч. Часть 3 [Текст] : учебно-методическое пособие для студентов УВО по группе специальностей 74 06 "Агроинженерия" и специальности 1-36 12 01 "Проектирование и производство сельскохозяйственной техники" / В. П. Чеботарев [и др.] ; БГАТУ, Кафедра сельскохозяйственных машин. – Минск : БГАТУ, 2021. – 256 с.

УДК 635.714

БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ДУШИЦЫ ОБЫКНОВЕННОЙ *(ORIGANUM VULGARE L.)*

Н.Н. Вечер, канд. биол. наук, доцент,
Н.Н. Быков, канд. техн. наук, доцент,
В.Н. Кецко, старший преподаватель
Т.М. Чумак, старший преподаватель
УО Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация: В статье дополнены сведения по особенностям возделывания и продуктивности душицы обыкновенной *(Origanum vulgare L.)* в первый год вегетации. Определены урожайность лексырья и эффективность применяемых удобрений.

Abstract: In the article, supplemented by information on the specifics of cultivation and productivity of oregano (Origanum vulgare L.) in the first year of vegetation. Determined the yield of lexaria and efficiency of applied fertilizers.

Ключевые слова: сорт, минеральные удобрения, фитомасса, редька масличная, сидерат, подвижные формы.

Keywords: variety, mineral fertilizers, phytomass, oilseed radish, siderate, mobile forms.

Введение. Объектом наших исследований являлась душица обыкновенная из семейства Яснотковых.

В задачу исследований входило дополнить сведения по отзывчивости душицы обыкновенной на отдельные элементы питания и

их соотношения в первый год вегетации; определить эффективность применяемых удобрений на урожайность лексырья душицы обыкновенной; прибавку фитомассы лексырья в % к контролю (без удобрений) и на 1 кг д.в. вносимых минеральных удобрений.

Для изучения был взят сорт душицы обыкновенной «Грета», районированный в Республике Беларусь с 2002 года, семена репродукции ЦБС НАН Беларуси.

Морфологические признаки растения: Стебель прямостоячий, четырехгранный, опушенный, красноватый, хорошо разветвленный, длиной от 65 до 70 см. Листья черешковые, продолговатояйцевидной формы, заостренные, цельные, без опушения. Поверхность листовой пластинки морщинистая. Длина листовой пластинки 3 см, ширина 2 см. Соцветие – метелка, длиной до 2,5 см, количество соцветий на одном растении до 40 шт. Цветки мелкие, многочисленные, от бледно-розовой до бордовой окраски. Плод орешек, темно-коричневой окраски, овальной формы.

Хозяйственно-биологическая характеристика душицы обыкновенной: Не требовательна к почве, однако на тяжелых глинистых почвах растет плохо. Предпочитает открытые места. Хорошо зимует и в начале апреля начинает вегетацию. Цветет в июне-июле, начиная со второго года жизни. Семена созревают в августе. Вегетационный период в среднем 175 дней. Используется в фармацевтической, парфюмерно – косметической промышленности, кулинарии [5].

Основная часть. Почва опытного участка дерново-подзолистая, среднесуглинистая, подстилаемая на глубине 1,3 метра моренным суглинком.

Агрохимические показатели пахотного слоя почвы (0–21 см) опытного участка следующие: содержание гумуса – 2,5 %; pH_{KCl} – 5,8; содержание подвижных форм фосфора (P_2O_5) 160, калия (K_2O) – 150 мг/кг почвы. По данным лабораторных анализов и наблюдений почву можно отнести к средней по окультуренности. По содержанию подвижных форм микроэлементов почва опытного участка относится ко II группе со средней обеспеченностью микроэлементами. Предшественник душицы обыкновенной – редька масличная на зеленое удобрение (сидерат).

Полевой опыт закладывали в четырехкратной повторности. Расположение вариантов рендомизированное. Общая площадь делянки 6 $м^2$, учетная площадь – 1 $м^2$.

Схема опыта включала четыре варианта (три варианта с внесением минеральных удобрений и один контрольный вариант (без удобрений):

1. Контроль (без удобрений); 2. $P_2O_{5\ (30)}$+ K_2O (60) кг/га д.в.; 3. $P_2O_{5\ (60)}$+ K_2O (90) кг/га д.в.; 4. $P_2O_{5\ (90)}$+ K_2O (120) кг/га д.в.

Дозы фосфора и калия взяты с учетом обеспеченности почвы этими элементами и планируемой продуктивности лексырья.

Закладку опыта, учеты, наблюдения проводили по общепринятым методикам [2].

Минеральные удобрения вносили под предпосевную культивацию: калийные удобрения в виде хлористого калия, фосфорные – двойной суперфосфата. Мероприятия по уходу за посевами проводились согласно отраслевому регламенту возделывания лекарственных растений.

Учет фитомассы лексырья проводили вручную поделяночно один раз в сезон сплошным методом, при вступлении растений в фазу начало массового цветения.

У подготовленных для посева семян душицы обыкновенной масса 1000 шт. составила 0,23 г. Семена округлой формы, коричневые, длиной до 1,0 мм и 0,7 мм ширины

Посев проводили ручной однорядной сеялкой точного высева (СГР- 01). Норма высева кондиционных семян составила 4 кг/га, ширина междурядий 50 см, глубина заделки семян 0,5 см.

Фенологические наблюдения проводили по принятой методике [1,3], полевые исследования по общепринятой методике полевого опыта [4].

Изучение роста и развития растений по вариантам опыта показало, что сроки наступления основных фенологических фаз и их продолжительность по вариантам опыта не имели существенных различий (таблица 1).

Таблица 1 – Прохождение (наступление) фаз развития у душицы обыкновенной в первый год вегетации

Дата наступления фаз развития						
Посев	Всходы	Начало бутонизации	Массовая бутонизация	Начало цветения	Массовое цветение	Начало созревания семян
20.05	05.06	25.07	10.08	15.08	1.09	20.09

Изучение особенностей развития душицы показало, что появление массовых всходов отмечено на 15-й день после посева (5.06), к концу июля (25.07) растения вступали в репродуктивную фазу – начало бутонизации. В фазу начало цветения растения вступали в второй декады августа (15.08), что дает возможность получать сырье уже в первом году жизни. Учет урожайности зеленой массы проводили в фазу массового цветения (1.09).

К концу третьей декады сентября (20.09) растения вступали в фазу созревания семян.

Установлено, что душица обыкновенная в год посева на средне обеспеченных калием и фосфором почвах без внесения минеральных удобрений формирует достаточно высокую фитомассу - 115,0 ц/га (таблица 2).

Длина надземных побегов в период массового цветения достигала 65–70 см.

Таблица 2 – Влияние минеральных удобрений на урожайность зеленой массы душицы обыкновенной в первый год вегетации

№ п/п	Варианты опыта	Урожай зеленой массы, ц/га	Прибавка фитомассы лексырья		Прибавка фитомассы на 1 кг д.в. мин. удобрений, кг
			ц/га	%	
1.	Контроль	115,0	-	-	-
2.	$P_{30}K_{60}$	120,8	5,8	5,0	6.4
3.	$P_{60}K_{90}$	122,5	7,5	6,5	4,1
4	$P_{90}K_{120}$	128,0	13,0	11,3	6,2

Как и следовало ожидать, вносимые удобрения способствовали увеличению накопления фитомассы относительно контроля. Максимальную прибавку обеспечило повышенное внесение минеральных удобрений. Отмечалось возрастание урожая зеленой массы по мере повышения изучаемых доз вносимых минеральных удобрений с 5,0 % до 11,3 %. При этом максимальную оплату 1 кг д.в. удобрений фитомассой была обеспечена в вариантах с минимальными дозами совместно вносимых фосфорных и калийных удобрений. Каких либо четких закономерностей в изменении данного показателя в зависимости от изучаемых повышенных доз вносимых удобрений установлено не было.

Заключение. В первый год вегетации душица обыкновенная обеспечивает при средних дозах вносимых удобрений получение от 121,8 до 128,1 ц/га фитомассы лексырья.

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

КОРРОЗИОННОЕ РАЗРУШЕНИЕ ТЕХНИКИ: ОБЗОР

К.А. Забара, старший преподаватель,
А.В. Шемякин, д-р техн. наук, профессор,
В.В. Терентьев, канд. техн. наук, доцент,
К.П. Андреев, канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Российская Федерация
vvt62ryazan@yandex.ru

Аннотация: В статье представлен обзор коррозионного разрушения сельскохозяйственной техники в нерабочий период. Предупреждение причин развития коррозии позволит повысить эксплуатационную надежность машин.

Abstract: The article presents an overview of the corrosion destruction of agricultural machinery during the non-working period. Prevention of the causes of corrosion will improve the operational reliability of machines.

Ключевые слова: сельскохозяйственная техника, коррозия, разрушение, хранение.

Keywords: agricultural machinery, corrosion, destruction, storage.

Постоянный рост стоимости парка сельскохозяйственных машин в современных условиях рыночной экономики требуют от инженерной службы разработки новых подходов к правилам хранения, позволяющих решить основные проблемы сохранности сельскохозяйственной техники (СХТ). Основная проблема сохранности СХТ связана, прежде всего, с обслуживанием содержащихся на хранении машин. Так, например, около 70 % предприятий АПК не имеют даже обустроенных мест для хранения объектов СХТ. Более 80 % объектов СХТ, перед их размещением на длительное хранение, не подвергаются, в полном объеме, прохождению техническо-

го обслуживания. Поэтому из года в год степень износа СХТ в нерабочий период лишь только растет. Высокая степень износа СХТ в 25 % случаев за год приводит к частичному или полному прекращению выполнения определенных функций отдельных элементов или машины в целом, а затраты на восстановление работоспособности этих машин увеличивается в среднем на 4–5 % [1].

При эксплуатации любой машины, заложенная при её проектировании и производстве, надёжность реализуется такими свойствами, как безотказность, долговечность и ремонтопригодность, которые могут проявиться только в процессе эксплуатации машины и зависят от принятой системы технического обслуживания и ремонта, условий и режимов работы, производственно-технической базы и других факторов [2].

Отличительной особенностью работы машины в сельском хозяйстве, является её кратковременное периодическое и напряженное использование с последующим длительным хранением. Причем длительность работы большинства машин составляет всего лишь 10–15 % в течение года [3].

В период длительного хранения СХТ фактически находится под воздействием окружающей средой. Воздействие окружающей среды в достаточной степени оказывает влияние на развитие таких негативных процессов как коррозия металлов, старение высокомолекулярных химических соединений и т.д. Подобные изменения, как правило, вызывают отрицательные последствия и ухудшают эксплуатационные свойства СХТ.

Коррозия – это процесс самопроизвольного разрушения металла вследствие физико-химического взаимодействия его с окружающей средой. Коррозия в зависимости от свойств самого металла, окружающей среды и иных условий является причиной различных видов разрушений. По характеру распространения разрушений коррозию металла классифицируют на равномерную и неравномерную.

К равномерной относится коррозия, при которой поражена примерно в одинаковой степени вся поверхность металла. Данный вид самопроизвольного разрушения металла очень часто равномерно распространяется по всей поверхности детали. Причем в наибольшей степени коррозия под открытым небом представляет собой именно такой вид разрушения металла.

Неравномерная коррозия – это процесс самопроизвольного разрушения металла, который, во-первых, гораздо более опасный,

чем равномерная коррозия, так как появляется и прогрессирует на поверхности металла в виде отдельных очагов так называемых язв, а во-вторых, на локальных участках поверхности металлической детали коррозирует достаточно глубоко, при этом вся остальная поверхность детали остается не поврежденной.

Опасным видом самопроизвольного разрушения металла является питтинговая (точечная) коррозия. Такой вид коррозии мало заметен для невооруженного глаза и проникает достаточно на большую глубину металлической детали. Деталь как будто бы истыкана тонкой иглой.

Другим видом самопроизвольного разрушения металла является межкристаллитная коррозия. Это такой вид коррозии, при котором разрушение металла происходит внутри него по границам кристаллов. Причем визуально деталь остается без изменений. Однако если по детали сильно ударить, то она разлетится на мелкие кусочки. В частности, такому виду коррозии подвергаются медные сплавы, бронза, латунь, чугун и нержавеющие стали.

К очень опасным видам самопроизвольного разрушения металла относится избирательная коррозия. При данном виде коррозии разрушение металла происходит внутри него по границам кристаллов только одного компонента сплава. Например, сплав из цинка и меди.

Представленная выше классификация коррозии металла само собой является условной и неполной. Так как существуют и другие многочисленные формы самопроизвольного разрушения металла, которые лежат между основными видами.

Список использованной литературы.

1. Совершенствование технологии хранения сельскохозяйственной техники / К.П. Андреев, К.А. Забара, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2020. – № 7. – С. 32–38.

2. Перспективное решение для повышения сохранности сельскохозяйственной техники при хранении / К.А. Забара, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, К.П. Андреев // Вестник РГАТУ. – 2021. – № 1. – С. 120–128.

3. Advanced solution for improving safety of agricultural machinery during storage / Terentyev V., Zabara K., Shemyakin A., Andreev K. // Smart Innovation, Systems and Technologies. 2022. Т. 247. С. 403–412.

УДК 631.8

ПОНЯТИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

А.С. Костаринов, аспирант, Т.В. Мелькумова, ассистент
А.В. Шемякин, д-р техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Российская Федерация
oap.kafedra@yandex.ru

Аннотация: В статье рассматривается концепция точного земледелия, как современного метода развития сельскохозяйственного производства. Применение точного земледелия позволяет повысить эффективность производства растениеводческой продукции.

Abstract: The article discusses the concept of precision agriculture as a modern method of agricultural production development. The use of precision farming makes it possible to increase the efficiency of crop production.

Ключевые слова: внесение удобрений, технология, урожайность, исследование.
Keywords: fertilization, technology, yield, research.

В настоящее время на сельскохозяйственном рынке, когда рентабельность становится все ниже, фермеры ищут технологии, которые минимизируют затраты без сокращения производства.

Точное земледелие – это концепция, основанная на наблюдении, измерении и реагировании на изменчивость полевых культур или аспектов выращивания животных. Первое официальное определение точного земледелия было дано Палатой представителей США в 1997 году, которая определила точное земледелие как “интегрированную систему ведения сельского хозяйства, основанную на информации и производстве, которая предназначена для повышения долгосрочной эффективности, продуктивности и прибыльности фермерского хозяйства в целом при минимизации непреднамеренного воздействия на дикую природу и окружающей среды”. Это определение подчеркивает стратегию управления с использованием информационных технологий и подчеркивает улучшения в производстве при одновременном снижении воздействия на окружающую среду. Важно отметить, что точное земледелие может быть применено не только к системам земледелия, но и к животноводству, рыболовству, лесному хозяйству. В определении, отмечается, что точное земледелие – это развивающаяся стратегия управления. Его главной особенностью является принятие решений в отношении использования ресурсов и не обязательно внедрение информационных технологий. Решения могут зависеть от измене-

ний на одном поле в определенное время сезона или изменений в течение сезона или сезонов. Лучшие решения могли бы обеспечить множество преимуществ (экономических, экологических и социальных), которые могут быть известны, а могут и не быть известны в настоящее время [1].

Существует много других определений точного земледелия, которые зависят от различных представлений о том, что должен охватывать этот термин. Некоторые определения фокусируются на стратегической природе точного земледелия: его способности получать данные и преобразовывать их в информацию для принятия будущих решений. Другие определения сосредоточены на точном земледелии как производственной системе и адаптации управления. Некоторые авторы рассматривают точное земледелие в более широком контексте и определяют этот термин как философский сдвиг в управлении. Основной целью точного земледелия является оптимизация долгосрочной производительности на конкретном участке и в целом по ферме, а также сведение к минимуму воздействия на окружающую среду.

Точное земледелие определяется как информационная технология, применяемая в сельском хозяйстве. Это определение шире, чем другие, поскольку в нем рассматриваются потенциальные преимущества точного земледелия, которые могут выходить за пределы фермы. Они включают также отслеживание продукции, мониторинг качества и измерение экологических показателей.Среди прочего, самое простое описание точного земледелия – это способ “применить правильную обработку в нужном месте в нужное время”.Точное земледелие и применение информационных технологий в сочетании с производственным опытом могут привести к: оптимизации эффективности и качества производства; минимизации воздействия на окружающую среду и рисков [2].В последние годы точное земледелие развивается и сегодня определяется как “экологически чистое системное решение, которое оптимизирует качество и количество продукции при минимизации затрат, вмешательства человека и вариаций, вызванных непредсказуемой природой”. Эти определения точного земледелия включают термины, связанные с риском, воздействием на окружающую среду и деградацией, которые являются важными проблемами в 21 веке. Точное земледелие становится управленческой практикой, вызывающей

все больший интерес, поскольку оно связано с ключевыми факторами, непосредственно связанными с мировыми проблемами, такими как устойчивое сельское хозяйство и продовольственная безопасность [3].

Точное земледелие предполагает применение технологий и агрономических принципов для управления пространственными и временными вариациями, связанными со всеми аспектами сельскохозяйственного производства, с целью улучшения урожайности, оптимизации отдачи от затрат и качества окружающей среды, снижения воздействия на окружающую среду.

Точное земледелие – это инновационный подход, который внедряет технологии с целью снижения затрат, риска и повышения производительности, прибыльности и поддержания устойчивости.

Список использованной литературы

1. Внедрение системы точного земледелия / К.П. Андреев, Н.В. Аникин, Н.В. Бышов, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Вестник Рязанского ГАТУ. – 2019. – № 2 (42). – С. 74–80.

2. Терентьев В.В. Точное земледелие для устойчивой интенсификации в сельскомхозяйстве / В.В. Терентьев, К.П. Андреев, Н.В. Аникин // В сб.: Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения. Материалы 71-й Международной научно-практической конференции. – 2020. – С. 206–213.

3. Использование технологии точного земледелия / К.П. Андреев, В.А.Макаров, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // В сб.: Технологические новации какфактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса. Материалы Национальной научно-практической конференции. – 2020. – С. 28–35.

УДК 631.53.01:633.63

ВЫРАЩИВАНИЕ СЕМЯН САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ПО ОДНОГОДИЧНОМУ ЦИКЛУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ШТЕКЛИНГОВ

С.С. Калиева[1], К. Конысбеков[2], Б.У. Слейменов[3], Ж.Б. Бакенова[4]

[1]Казахский национальный аграрный исследовательский университет,(Алматы), [2]Казахский НИИ земледелия и растениеводства, (Алмалыбак), [3]ТОО Казахский НИИ почвоведения и агрохимии им У.У. Успанова,' [4]Казахский национальный аграрный исследовательский университет

Аннотация: Пересадочный способ выращивания семян сахарной свеклы не только способствовали ускорению семеноводческого процесса, но и оказались экономически эффективными. При подсчете труда и средств на семенниках в

опыте с пересадочной культурой прямые затраты были на 187,5 тыс. тенге меньше, или на 27,1 % ниже затрат, чем при обычном высадочном способе выращивания семян (879,3 тыс.тенге/га).

Abstract: The transplant method of growing sugar beet seeds not only contributed to the acceleration of the seed-growing process, but also proved to be cost-effective. When calculating labor and funds on seed plants in the experiment with a transplant culture, direct costs were 187.5 thousand tenge less, or 27.1 % lower than the costs for the usual planting method of growing seeds (879.3 thousand tenge/ha) .

Ключевые слова: штеклинг, селекционно-семеноводческий процесс, гибрид, стадии яровизации.

Key words: steckling, breeding and seed production process, hybrid, vernalization stages.

Введение. Основными способами семеноводства являются высадочный и безвысадочный. Главное преимущество высадочного способа – высокая сохранность посадочного материала в зимний период. Безвысадочный способ семеноводства применяется намного реже высадочного, так как ещё недостаточно изучен и не разработаны технологии возделывания применительно к различным климатическим условиям отдельных регионов [1].

Основная проблема выращенных в Республике Казахстан семян – низкие посевные качества, особенно энергия роста, по сравнению с зарубежными образцами. Особую озабоченность вызывает проблема, связанная с отсутствием достаточного количества отечественных семян и отставанием селекционной науки по выведению современных гибридов [2], наиболее адаптированных к конкретным регионам, максимально использующих их агро- и биоклиматические ресурсы [3, 4].

В Талдыкорганском филиале КазНИИЗиР (Омаров Е.О.) в течение 1999–2003 гг. проводились исследования в новых нетрадиционных зонах Алматинской области, а именно в Жаркентской долине Панфиловского района. Впервые в условиях Жаркентской долины Казахстана на стационарных опытах установлена степень сохранности растений безвысадочных семенников в зимний период, их семенная продуктивность в зависимости от сроков и способов посева семян элиты [8].

В Талдыкорганском филиале КазНИИЗиР в течение 2005–2009 гг. проводились исследования (Конысбеков К.) путем постановки стационарных опытов в Талдыкорганском филиале КазНИИЗиР (г. Талдыкорган). При безвысадочном способе выращивания семеников сахарной свеклы усовершенствовано технология

посева в борозды. Установлено, что сев маточной свеклы в борозды глубиной 6–8 см позволяет получать в 1,3–1,5 раза больше всходов свеклы. При этом сохранность зимующих в бороздах растений повышается на 12,3–21,8 % [9].

Реализацию программы будет осуществлять ТОО «Казахский НИИ земледелия и растениеводства» (далее КазНИИЗиР). КазНИИЗиР аттестован как производитель оригинальных семян сахарной свеклы. Созданы 18 сортов и гибридов сахарной свеклы, из них 8 гибридов: ЦКазМС-44 (1995 г.); КазМС-19 (1998 г.); – КазСиб-14 (2001 г.); Аксу (2014 г); Айшолпан (2016 г); Тараз (2017 г.); Шекер (2017 г.) и Памяти Абугалиева (2020 г.) допущены к использованию в Казахстане. 5 перспективных гибридов селекции КазНИИЗиР в настоящее время проходят испытания в системе Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. Ежегодно КазНИИЗиР производится 3,0–4,0 т оригинальных семян. Элитно-семеноводческое хозяйство «Қамқорлық» производит элитные семена сахарной свеклы в количестве 10–11 т [10].

Поэтому разрешение затронутых вопросов в условиях Республики Казахстан стало необходимостью, исследования будут направлены на изучение способа одногодичного цикла получения семян и выявления наиболее оптимального, обеспечивающего высокий выход здорового посадочного материала.

Основная часть. Целью исследований является разработка и внедрение сортовых ресурсосберегающих технологий производства семян одногодичным циклом с использованием штеклингов выращенных в тепличном комплексе.

Главные задачи при производстве штеклингов следующие: высокая всхожесть при посеве в теплице; полное однообразие в развитии растений и штеклингов; уверенность в прохождении стадии яровизации и в перезимовке штеклингов; высокая регенерация здоровых и сильных штеклингов, которые способны производить здоровые семена в репродуктивной фазе.

Обладая высокой биологической активностью штеклинги (мелкие корнеплоды) при уплотненной посадке обеспечивают высокий урожай семян с хорошими посевными качества.

Многолетний технологический цикл производства семян сахарной свеклы – от оригинальных до гибридных семян – является

одной из особенностей семеноводства этой культуры, затрудняющей оперативность реагирования на изменения в востребованности того или иного гибрида.

Представленная схема семеноводства, несомненно, ускорит реализацию программных мероприятий и обеспечит долю отечественных семян сахарной свеклы.

Полученные в течение периода исследований результаты позволяют обосновать ключевые элементы технологических приемов производства семян МС гибридов сахарной свёклы в РК пересадочном способом с использованием штеклингов.

Условия хранения корнеплодов создавались путём принудительной вентиляции с искусственным охлаждением и увлажнением воздуха. В конце периода хранения корнеплодов, перед их посадкой температуру в хранилище постепенно повышают до +4-5 ºС, не допуская при этом сильного израстания посадочного материала.

Штеклинги можно хранить и насыпью, высотой борта не выше 1 м, создавая кагаты, под которыми должны быть решетчатые воздуховоды.

В хозяйствах, где нет стационарных хранилищ, штеклинги можно хранить в траншеях насыпью. Укрывают траншеи с маточными корнеплодами на зиму при снижении температуры в кагатах до +2-+4 ^{0}С и среднесуточной температуре воздуха 0 ^{0}С.

Заключение. В целях ускоренного размножения семян сахарной свеклы изучен пересадочный способ выращивания семян сахарной свеклы с использованием штеклингов. По результатом исследовании подготовлена рекомендация «Производство семян сахарной свеклы с использованием штеклингов, выращенных в теплице».

Сохранность годных к посадке корнеплодов весеннего посева составила 94,2 %, а осеннего посева в теплице – 97,8 %. Увеличение технически годных к посадке мелких маточных корнеплодов осеннего посева в теплице – 3,6 %.

Пересадочный способ выращивания семян сахарной свеклы оказался экономически эффективным. При подсчете труда и средств на семенниках в опыте с пересадочной культурой прямые затраты были на 187,5 тыс. тенге меньше, или на 27,1 % ниже затрат, чем при обычном высадочном способе выращивания семян (879,3 тыс.тенге/га).

Список использованной литературы

1. Коваленко, В.А. Анализ продовольственной ситуации в современном мире (конец XX – начало XXI века) /В.А. Коваленко // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Гуманитарные и общественные науки.- 2(220). – 2015. – С. 65–72.

2. https://www.inform.kz/ru/v-kazahstane-prodolzhat-rasshiryat-posevy-saharnoy-svekly_a3625420 (дата обращения 15.11.2021).

3. Педро Хавалойес. Вызовы и возможности ФАО в глобальном мире // ISBN 978-92-5-131646-7 © ФАО, 2019. – 321с.

4. Михайлушкин, В.П. Критерии обеспечения продовольственной безопасности страны и региона в сфере потребления сахара и сахаросодержащей продукции / В.П. Михайлушкин, А.А. Баранников // КубГАУ, 2020, №5. – с.45–49.

5. Страны-лидеры по производству сахарной свёклы.-2019. https://zen.yandex.ru/media/id/5cbed355ae6cb600af8706b5/stranylidery-po-proizvodstvu-saharnoi-svekly-5e04921b2b616900b081f233 (дата обращения 14.11.2021).

6. Габибуллаев, Э.Ш. /Э.Ш. Габидуллаев. Продуктивность гибридов сахарной свёклы http://ikar.ru/press/3716.html.

7. Рубрикатор всех материалов сайта ИКАР по рынку сахара, сахарной свёклы, сахара-сырца, сахара-рафинада, мелассы и жома - http://ikar.ru/sugar.

8. Бартенев, И.И. Влияние энергии прорастания семян на густоту насаждения растений и урожайность гибридов сахарной свеклы / И.И. Бартенев, Л.Н. Путилина //Сахарная свекла - 2020. – №5. – С.18-22.

9. Иванова, А.И. Биология прорастания семян с недоразвитым зародышем /А.И. Иванова //Автореф.дис. ....канд.биол.наук. Москва, 1967. – 25 с.

10. Худяков, Я.П. О семенах, находящихся в покое и способах повышения их всхожести /Я.П. Худяков, Л.С. Зиновьев // Вопросы семеноводства, семеноведения и контрольно-семенного дела. – Выпуск 2, Киев:Урожай,1964. – С. 48–52.

УДК 665.233

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕЛИОПОДОГРЕВАТЕЛЯ ВОЗДУХА ПРИ ДОСУШИВАНИИ СЕНА АКТИВНЫМ ВЕНТИЛИРОВАНИЕМ

Н.К. Абдильдин, канд. техн. наук, доцент
Э.С Кульшикова, ст. преподаватель
Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Республика Казахстан

Аннотация: Преобразование солнечной энергии в тепловую не может происходить со 100%-ной эффективностью. Количество тепла, получаемого от гелиоприемника, всегда меньше количества поступающей на его поверхность солнечной энергии. Показателем эффективности гелиоколлектора является его КПД, равный отношению теплопроизводительности коллектора (полезного тепла) к количеству поступающей на него солнечной энергии.

Abstract: The conversion of solar energy into thermal energy cannot occur with 100% efficiency. The amount of heat received from the solar receiver is always less than the amount of solar energy entering its surface. An indicator of the efficiency of a solar

collector is its efficiency, which is equal to the ratio of the heat output of the collector (useful heat) to the amount of solar energy supplied to it

Ключевые слова: гелиоподогреватель, поглащающая способность, солнечный подогреватель воздуха (СВП).

Key words: solar heater, absorption capacity, solar air heater.

Введение. При вращении Земли положение Солнца относительно какой-либо точки на земной поверхности непрерывно изменяется в течение дня. Это положение характеризуют двумя углами: азимутом Солнца или ориентацией, т.е. углом отклонения от линии "север-юг" и его высотой или широтой, то есть углом между направлением солнечных лучей и горизонтом [1; 3].

Больше всего энергии за день получает поверхность СПВ следящая за Солнцем и всегда направленная точно на Солнце. Для того, чтобы следовать за движением Солнца по широте и по азимуту, рабочая поверхность должна поворачиваться как вокруг горизонтальной, так и вокруг вертикальной осей. Слежение требует наличия устройства, способного воспринимать изменения положения Солнца и механизм для перемещения коллектора. Выполнение этих требований значительно увеличивает затраты на изготовление гелиоустановки и эксплуатационное обслуживание, что снижает экономическую эффективность ее применения, особенно при больших рабочих площадях [1].

Самым простым и дешевым является неподвижный (стационарный) гелиоприемник. Однако, простота конструкции достигается некоторым сокращением количества солнечной энергии, поступающей в течение дня на приемную поверхность и, следовательно, уменьшением теплопроизводительности гелиоприемника [3].

Что касается энергетического анализа эффективности использования СПВ при активном вентилировании сена, то практически ни в одной из рассмотренных нами работ он не освещен.

Основная часть. Для сеносушильных установок широкое распространение получили два основных варианта ГПВ (стационарный, использующий в качестве основных частей элементы строения (поверхность крыши и стену, обращенную на юг) и разборный (переносной) в виде наземного пленочного гелиоколлектора, который после окончания сушки демонтируют и складируют до следующего сезона

$$\eta = \frac{Q_U}{HRS}. \qquad (1)$$

Полезная энергия – это разность количества солнечной энергии, поглощенной рабочей поверхностью гелиопремника, и количества энергии, теряемой в окружающую среду. Для ее расчета применимо уравнение:

$$Q_U = F_R S\left[\mathrm{H}\ \mathrm{R}(\tau\alpha) - \mathrm{U_L}\ (\mathrm{t_f} - \mathrm{t_0})\right]. \qquad (2)$$

Подставляя (1.2) в (1.1), получают выражение для мгновенного значения КПД гелиоприемника

$$\eta = F_R(\tau\alpha) - \frac{F_R \mathrm{U_L}(\mathrm{t_f} - \mathrm{t_0})}{HR}. \qquad (3)$$

В уравнении (1.1) первое слагаемое характеризует оптические свойства гелиприемника, т.е. его способность пропускать и поглощать падающее солнечное излучение, второе слагаемое представляет собой теплотехническую характеристику гелиоприемника.

Анализируя выражение (1.3) можно сделать вывод, что для повышения эффективности работы гелиоприемника, во-первых, необходимо стремиться к увеличению пропускной способности τ прозрачного покрытия и поглощательной способности α зачерненной теплоприемной поверхности по отноношению к солнечному излучению. Обе эти величины зависят от физических свойств материалов покрытия и теплоприемника, угла падения солнечного излучения и азимутальной ориентации гелиоприемника (рис. 1).

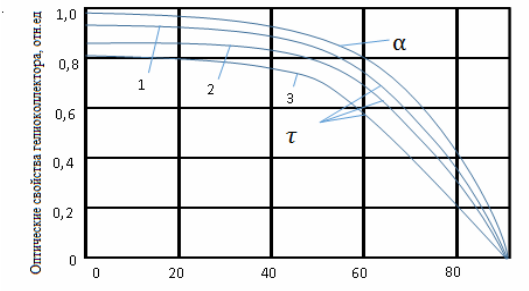


Рис. 1. Поглощательная способность α зачерненной поверхности и пропускная способность τ светопрозрачных покрытий из стекла при их числе: 1 – одно; 2 – два; 3 – три.

При этом величина принимаемой энергии зависит от угла падения прямого солнечного излучения на неподвижный гелиоприемник. В свою очередь, угол падения зависит от географической широты места установки коллектора, углового положения Солнца в полдень относительно плоскости экватора, азимутальной ориентации и угла наклона к горизонту приемной поверхности гелиопри-

емника. При эксплуатации СПВ встречаются случаи, когда расположение приемника определяется произвольной ориентацией существующих сенохранилищ и тем, когда нужно регулярно получать больший поток тепла утром, днем или вечером. Это условие требует изучить влияние отклонения ориентации и угла наклона гелиоприемник от их оптимальных значений для данной местности и периода года на величину поглощаемой им солнечной энергии.Недостатком плоскопанельного варианта гелиоприёмника является то, что при отклонении его ориентации от линии север-юг в сторону запада или востока невозможно полностью использовать прямое солнечное излучение соответственно в утреннее и вечернее время при низких углах падающей солнечной радиации. Однако этот недостаток отсутствует у гелиоприемников с цилиндрической геометрией поглотителя, при которой существует поверхность для приема солнечной энергии и с низкими углами падающей радиации.

Еще одним важным моментом при использовании энергии солнечного излучения для подогрева воздуха в процессе досушивания сена активным вентилированием является расчет рабочих параметров СПВ. В литературе описаны различные методики их расчета. Например, в работе рассматривается порядок расчета теплопроизводительности, а в работе рабочей площади СПВ, требуемых для соответствующего подогрева определенного объема прокачиваемого воздуха. Однако эти методики не увязывают расчет параметров СПВ с технологическими параметрами досушиваемого сена и продолжительностью его активного вентилирования. Это не позволяет оценить влияние теплотехнических параметров СПВ на степень интенсификации процесса сушки.

Как показывает опыт внедрения конкретных разработок на основе ВИЭ, в том числе и гелиоустановок, оценка эффективности их применения осуществляется в соответствии с типовой методикой определения приведенных затрат, которая не учитывает ряд особенностей нетрадиционных источников: возобновляемый характер, степень влияния на окружающую среду, социально-экономический фактор и другие факторы. Кроме этого, исследование экономической эффективности процесса сушки сена с использованием СПВ, относится к числу задач, в которых вопросы экономного использования энергетических ресурсов должны решаться в тесной связи с биологическими свойствами получаемого корма и его потребительскими качествами (питательностью).

Заключение. 1. В условиях неустойчивой погоды и повышенного увлажнения, характерных для ряда регионов Казахстана, использование при вентилировании сена неподогреого атмосферного воздуха не обеспечивает достаточной производительности сушки вследствие низкой интенсивности процессов тепломассообмена. Интенсифицировать процесс досушивания сена и повысить сохранность питательных веществ, позволяет подогрев вентилируемого воздуха, который, однако, требует значительных затрат энергии: на одну тонну досушенного сена необходимо затратить в среднем 40...60 кг нефтепродуктов или 350...450 кВтч электроэнергии. 2. Мировой опыт свидетельствует, что перспективным энергосберегающим источником для подогрева воздуха является солнечное излучение, отличающееся экологической чистотой и возобновляемостью. Применению энергии солнца в досушивании сена активным вентилированием благоприятствует то, что его заготовка ведется в летний период, когда продолжительность солнечного сияния, число ясных дней и плотность потока излучения максимальны.

Список используемой литературы

1. Отрошко, С.А. Разработка технологии и средств механизации для производства высокобелковой травяной муки из листовой массы бобовых трав : автореф. … дисс.канд. с/х наук /С.А. Отрошко. – Москва, 2002 – 24 с.

2. Чернышков, А.А. Новые методы уборки семенников трав за рубежом /А.А. Чернышков // Тракторы и сельхозмашины, 1986 – №5 – С.58-60.

3. Shinners K.J, Herzmank.M.E, Binversie B.N, Digman M.F. Harvest Fractionationof Alfalfall Transactionof ASAB E. / Оценка эффективности раздельной уборки и последующего силосование листьев и стеблей люцерны, собранных с помощью зубчатого ротора (США). //Amensoc. Of agriculture and biol engineering - stjoseph (Mich), 2007. – vol. 50, N 3-P. 713–718.

УДК 631.64:625.846

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ ВОД ДЛЯ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

А.Е. Дуанбекова[1], П.С. Султанбекова[2], Е.С. Саркынов[1], Г. Каримова[1]

[1]Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Республика Казахстан,

[2]Южно-Казахстанский университет имени М. Ауезова, г. Алматы, Республика Казахстан

aiga78@inbox.ru

Аннотация: В статье рассмотрено использование коллекторно-дренажных вод для орошения. Это позволяет рационально их утилизировать и способствует уве-

личению плодородия почвы, урожайности культур. При орошении земель соленными водами их предельно допустимая минерализация зависит от природных условий и массива орошения.

Abstract: The article discusses the use of collector-drainage water for irrigation. This allows them to be efficiently disposed of and contributes to an increase in soil fertility and crop yield. When irrigating land with salt water, its maximum permissible mineralization depends on the natural conditions and the irrigation.

Ключевые слова: коллекторно-дренажные воды, минерализация, засоление, орошение, оросительные воды.

Keywords: collector-drainage waters, mineralization, salinization, irrigation, irrigation waters.

Введение. Проблема нехватки воды для Казахстана имеет чрезвычайно острый характер. В Казахстане отсутствие дефицита воды можно достигнуть только за счет строжайшей экономии воды и орошаемом земледелии и полного прекращения роста орошаемых площадей. Пресной воды пригодной для питьевых целей и для орошения земель, становится все меньше из-за увеличения площадей освоенных сельскохозяйственных земель, развития процессов засоления и загрязнения, неправильного и нерационального ее использования. При недостатке воды, возможно использовать для полива почв коллекторно-дренажные воды.

Данное направление актуально на землях с неблагополучным мелиоративным состоянием и низкой обеспеченностью пресной оросительной водой, где затрудняется проводить промывки засоленных почв, в связи с нехваткой пресной воды и заболоченностью земель.

Основная часть. Эколого-мелиоративная оценка орошаемых территорий требует установления, прежде всего, степени и химизма засоления воды и сравнения их с ПДК (предельно-допустимыми концентрациями). Поэтому пригодность коллекторно-дренажных вод на орошение сельскохозяйственных культур оценивался по следующим показателям: - опасности засоления почв; - опасности осолонцевания почв; - токсичности отдельных ионов. Для характеристики качества поливной воды определяются: - общее содержание солей; - количественные показатели анионов; - количественные показатели катионов; - различные соотношения ионов; - наличие соды; - токсичные и нетоксичные соли.

Оценка влияния магния осуществлялся определением процентного содержания магния от его отношения к сумме катионов каль-

ция и магния. При этом оказывает вредное влияние на почву, если его процентное содержание выше 50%. Отбор проб коллекторно-дренажных вод на химический анализ осуществлялся из основных коллекторов Мактааральского, Шардаринского, Арысь-Туркестанского и Кызылординского массивов орошения.

Результаты исследований показали, что в среднем течении р. Сырдарии наибольшие объемы коллекторно-дренажных вод отводимых за пределы массивов орошения имеют орошаемые земли Голодностепского массива (Мактааральский район Туркестанской области). При этом проектное значение максимального объема дренажного стока не должно превышать 20-30% водоподачи на поле. Однако, по данным Южно-Казахстанской ГГМЭ, размеры водоотведения в отдельных районах достигают 50% от водоподачи (таблица 1).

Таблица 1. Дренажно сбросной сток в Туркестанской области (2021 г.)

№ п/п	Наименование районов	Орошаемая площадь, га	Водо-подача, млн.м^3	Коллекторно-дренажный сток		
				млн.м^3	% от водо-подачи	м^3/га
1	Арысский	6368	23,80	4,76	20,00	750
2	Байдибекский	7835	33,65	6,75	20,06	860
3	Мактааральский	138767	798,76	169,51	21,22	1220
4	Ордабасинский	36542	137,41	16,09	11,71	440
5	Отырарский	18106	48,8	5,93	12,15	330
6	Сайрамский	33819	98,476	19,7	20,00	580
7	Сарыагашский	43567	193,33	105,87	53,11	2430
8	Сузакский	5109	8,8	1,30	14,77	250
9	Туркестанский	41733	233,21	45,37	20,33	1090
10	Тюлькубасский	17814	6,53	0,7	10,72	40
11	Шардаринский	49502	492,32	112,60	22,87	2270
12	Земли г.Шымкента	11079	25,211	5,7	22,61	510
	Туркестанская область	437586	2175,10	539,59	25,81	1230

Общее количество коллекторно-дренажных вод по Казахстану составляет 18 млрд. м^3/год, в том числе только по бассейну р. Сырдарьи 10–12 млрд. м^3 /год, (в зависимости от водности года) [1], которые не могут использоваться повторно на орошение в связи с высокой минерализацией и наличием солей токсичных ионов: хлоридов,

сульфаты, магния, натрия. В связи с этим необходимо контролировать содержание коллекторно-дренажных водах кальция и магния.

Минерализация коллекторных вод колеблется от 2 до 19 г/л. Преобладающими ионами химического состава является сульфаты: 52–59 %; хлориды 16–20 %; магний 6–8 %; (Na+K) до 19 % от сухого остатка воды (г/л). Пригодность воды на орошение, ввиду отсутсвия единых утвержденных требований, определяется на оснвое химического анализа по иригационным коэффициентам, расчет которых производится различными методами [3].

Например, качественная оценка вод по Стеблеру производится по соотношению ионов Na^+ и Cl^- в воде. Метод Сабольча и Даровб основан на процентном содержании в воде катиона магния по отношению к сумме Ca^+ и Mg^{2+}.

К настоящему времени накоплен определенный опыт по опреснению минерализованных вод с помощью электрического тока, солнечной энергии, различных химических реагентов. При униполярной обработке коллекторно-дренажных вод, режим обработки был направлен на полное удаление из воды ионов магния с полным сохранением иона кальция. Наилучшие результаты были получены при напряжении 24–40V, плотность тока 5–140А/м^2. Время воздействия 15 минут. Интенсивность воздействия 12–330 кл/л в зоне отрицательного электрода. При обработке в этом режиме происходит выпадение ионов магния на 92–100 %; кальция – до 2 %. Хлориды и сульфаты за счет миграции в кислую среду (зону катода) снижаются до 36 %. Общее содержание солей уменьшается на 24–32 %.

Заключение. Проблема использования коллекторных вод в народном хозяйстве в перспективе, по нашему мнению, не потеряет своей актуальности, несмотря на постоянное развитие способов орошения и мелиорации (в рамках общего научно-технического прогресса), направленных на уменьшение безвозвратных потерь внутри орошаемых массивов и увеличение коэффициентов полезного действия оросительных систем. В перспективе отвод коллекторных вод из оазисов несомненно, сохранится, по крайней мере, в ближайшие 25–35 лет. Поэтому приведенные рекомендации по унифицированию коллекторных вод можно использовать и в будущем.

Список используемой литературы

1. Рахимбаева, Ф.М. Использование дренажных и грунтовых вод для орошения /Ф.М. Рахимбаева, Г.А. Ибрагимов.: Колос, 1978.

2. Основы использования коллекторно-дренажных вод для орошения. Научно-информационный журнал // Водное хозяйство Казахстана №1 (82), январь-март 2019 г.

3. Шомонтаев, А.А. Гидрохимический режим водотоков и сельскохозяйственное использование сточных вод в низовьях реки Сырдарьи. Кызылорда: Монография / А.А. Шомонтаев, 2001. – С. 100–104.

УДК 633.2.03

БЕЛКОВЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЛУГОВ

В.Л. Сельманович[1], канд. с.-х. наук, доцент,
В.В. Сысоев[2], председатель комитета по сельскому хозяйству и продовольствию Минского областного исполнительного комитета
[1]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Показаны результаты многолетних исследований по изучению продуктивности укосных и пастбищных агрофитоценозов в зависимости от видовой структуры, погодных условий и интенсивности использования.

Annotation. The results of long-term research on the study of productivity of mowing and pasture agrophytocenoses depending on the species structure, weather conditions and intensity of use are shown.

Ключевые слова: кормовой белок, сырой протеин, обменная энергия.

Keywords: feed protein, crude protein, metabolic energy.

Введение. Кормопроизводство и животноводство – важнейшие составные части агропромышленного комплекса. Чтобы добиться больших успехов в животноводстве, надо, прежде всего, решить проблему с кормами. Вопрос количества заготавливаемых кормов уже не столь актуален, сколько гораздо значимее их качество. Именно белок является сейчас лимитирующим фактором в животноводстве. При его нехватке, как не корми животных, продуктивность скота не повысится.

Главным источником дешевого кормового белка для животноводства остаются растительные корма. Основной дефицит растительного кормового белка обуславливается неудовлетворительным качеством объемистых и концентрированных кормов, прежде всего низким содержанием в них протеина и общей энергии. Следует довести содержание сырого протеина в заготавливаемых объемистых кормах до 13–15 %, а обменной энергии – до 10–11 МДж в 1 кг сухого вещества, что является важнейшим условием ликвидации дефицита растительного кормового белка [1, 2].

Сейчас любой луговод, не заглядывая в справочник, перечислит все богатые белками виды трав. В большинстве сельскохозяйственных предприятий они и составляют основу травостоя. Но то, что учет заготавливаемых кормов ведется в тоннах и кормовых единицах, привело к упрощенному представлению о задачах отрасли. А животным нужны не просто тонны, а высокопитательные корма, полностью сбалансированные по обменной энергии и протеину [3,4].

Основная часть. По силам ли нам сейчас такая задача? Результаты исследований показывают, что по силам. Нами, на опытно-производственных участках обособленного структурного подразделения «Ляховичский государственный аграрный колледж» учреждения образования «Барановичский государственный университет» (Республика Беларусь) без внесения минеральных удобрений получали, в период с 2013 по 2018 года, в среднем с 1 га бобовых трав 14-15 ц протеина. Не меньше дают и злаковые травы. Так, при применении азотных удобрений в повышенных дозах с гектара злаковых трав за лето получают 13-16 ц протеина.

На первый план сейчас выступает умение агрономов правильно выбрать срок уборки трав и число скашиваний.

Многолетними данными (2013-2018 гг.), накопленными в ОСП «Ляховичский аграрный колледж» УО «БарГУ», была установлена зависимость содержания протеина от сроков уборки трав (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание в травостое протеина, белка и небелкового азота

Фазы развития	Содержание в травостое, %								
	С высоким участием клевера			Злаковом					
				N_{34}			N_{100}		
	протеин	белок	небелковый азот	протеин	белок	небелковый азот	протеин	белок	небелковый азот
Кущениестеблевание	22,3	16,7	6,2	22,7	17,1	5,5	23,9	17,7	6,1
Выход в трубку - бутонизации	16,5	13,7	4,3	17,7	14,7	3,7	21,3	16,1	4,7
Колошение-начало цветения	10,8	9,8	1,7	13,8	9,5	3,3	15,4	9,5	5,9
Полное цветение	10,1	7,7	1,3	10,1	7,7	3,0	12,5	8,5	3,7

Из данных таблицы видно, что для наибольшего сбора протеина скашивание трав нужно начинать в фазу кущения-стеблевания. Особенно важно правильно выбрать срок первого укоса. Данные таблицы показывают, что его нужно проводить не позднее фазы бутонизации у бобовых трав и выхода в трубку у злаковых. Каждому агроному ясно, что сено из такой травы заготовить очень сложно и затратно. Поэтому большая часть зеленой массы первого укоса должна идти на приготовление сенажа из провяленных трав в рулоны с упаковкой в полимерные материалы или традиционной закладкой в хранилища траншейного типа и башни. Такой метод позволяет начать скашивать травы для заготовки сенажа на три-четыре недели раньше, чем они будут готовы для заготовки сена.

В условиях западной части Республики Беларусь к первому укосу раннеспелых злаковых трав можно приступать через 20–30 дней после начала их отрастания, среднеспелых – 35 дней, а для позднеспелых трав – через 40 дней. Для бобовых трав продолжительность этого периода несколько длиннее: 35-45 дней требуется для отрастания раннеспелых и среднеспелых травостоев во втором укосе, а для позднеспелых – 55-60 дней. Почти столько же времени необходимо, чтобы травостои были готовы к третьему скашиванию. В эти сроки коррективы вносят погодные условия. Климатические условия в годы проведения исследований существенно различались как по температурному режиму, так и по количеству выпавших за вегетационный период осадков. На рост и развитие многолетних трав оказали влияние также условия перезимовки.

Глубоко заблуждаются специалисты, которые первый укос трав оставляют на сено. Зеленая масса первого укоса должна идти в основном на сенаж и силос с применением консервантов. В них значительно больше протеина, чем в сене, заложенном на хранение без нарушений его заготовки.

Из приведенных табличных данных видно, что можно заготавливать корма из многолетних трав довольно высокого качества. Однако многие сельскохозяйственные организации Республики еще плохо используют потенциал лугопастбищных угодий и многолетних трав на пашне. На опытных пастбищах нашего учебного хозяйства «Каменка» уже давно получают с гектара 12-14 ц сырого протеина. Надой молока на 1 корову составил 8590 л при затратах кормов 0,8 ц кормовых ед. на 1 л молока. И достигается это не

только подбором трав и внесением минеральных удобрений в повышенных дозах, но и применением многократного скашивания и оптимальных сроков уборки урожая, когда травы содержат наибольшее количество протеина и энергии, необходимой для его усвоения. Хочешь иметь высокие, более 6-7 тысяч литров молока надои – коси злаковые травы в фазу выхода в трубку, бобовые – начало бутонизации.

Заключение. Следовательно, можно сделать вывод, что мало скосить травы, нужно это сделать в то время, когда они находятся в ранних фазах развития. Тогда в наших условиях на сенокосах можно будет проводить двух-трех (четырех) кратное скашивание, а на пастбищах – пяти-шестикратное стравливание, что позволит полностью избавиться от застарелой проблемы – дефицита белка в кормах.

Список использованной литературы

1. Возделывание высокобелковых многолетних агрофитоценозов: типовые технологические процессы / Н.П. Лукашевич [и др.]. – Витебск: УО ВГАВМ, 2007. – 44 с.

2. Сельманович, В.Л. Кормопроизводство. Учебное пособие. – Минск: РИПО, 2021. – 262с.

3. Смелов, С. П. Теоретические основы луговодства. – М.: Колос, 1966. – 367 с.

4. Frame Y., editor. Recent research and development on white clover in Europe. Rome: FAO UN, Reu technical, geries 42., 1996. – 149 p.

УДК 631.172

ПЕРСПЕКТИВЫ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

А.А. Емельяненко магистрант,
О.В. Гордеенко, канд. техн. наук, доцент,
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь
nastenka12.98@mail.ru

Аннотация. Методы магнитной обработки воды обладают многообещающим потенциалом в различных областях, особенно в сельском хозяйстве.

Abstract. Methods of magnetic treatment of water have promising potential in various fields, especially in agriculture.

Ключевые слова: Магнитное поле; сельское хозяйство; омагниченная вода.

Key words: magnetic field; agriculture; magnetized water.

Магнитное поле стало частью окружающей среды и источником энергии. Оно влияет на поглощение, сохранение и ионизацию

воды. Силы, создаваемые магнитным полем, могут вызывать магнитофорез в макромолекулах. Использование магнитных технологий в растениеводстве безвредно как для человека, так и для растений, и способно увеличить большинство показателей от прорастания семян до объема урожая и содержания питательных веществ любой выращиваемой культуры [2,3]. Магнитные технологии получили развитие в 70-е – 80-е годы, когда было выявлено положительное влияние омагниченной (структурированной) воды на рост и развитие растений. Однако, с внедрением в производство новой техники, ресурсосбережения, изменения режимов применения, появилась необходимость изучения влияния омагничевания воды на рост и урожайность сельскохозяйственных культур [1, 5].

Под намагниченной водой понимается вода, протекающая через магниты, и, следовательно, степень магнитной обработки воды зависит от трех факторов: количества жидкости в магнитном инструменте, силы магнита, используемого для этой цели, и продолжительности обработки.

Изменение некоторых базовых свойств воды в результате магнитной обработки [1]: вязкость на 3–4 %; поверхностное натяжение на 10–13 %; электрическая проводимость на 7–26 %; удельная теплоемкость на 3–4 %; улучшается коагуляция, флокуляция, отложение осадков и процессы фильтрации; уменьшаются процессы коррозии; меньшается количества минеральных и биологических отложений.

Может быть полезным в проблемах защиты от заморозков и тот факт, что омагниченная вода замерзает при температурах от -5 до -100°С, в зависимости от ряда факторов.

Другой полезный эффект заключается в том, что обрабатываемые омагниченной водой растения существенно позже и в меньшей степени подвергаются поражению заболеваниям. Количество поражённых растений, например, в опытах с посевными помидорами, было на 45-50% меньше, чем на контрольном участке. Это свидетельствует о воздействии активированной воды на микробиологические и иные полезные процессы в среде обитания растений [3,4].

При одинаковом режиме воздействия на растения омагниченной водой, она по-разному действует на различные культуры. Так, сильное положительное воздействие обнаружено на помидорах, огурцах, редисе, горохе, где в период обработок наблюдалось уско-

рение роста в 1,5 раза. В опытах Саратовского ВолжНИИГиМа полив омагниченной водой обеспечивал прибавки урожая огурцов на 17–37 %, помидоров до 32 %, редиса до 48 %, гороха – до 28 %, кукурузы – до 17 % [1].

Значительно ниже результат воздействия омагниченной воды на зерновые культуры – 14–19,8 % прибавки урожая. Скорее всего, здесь может влиять и фактор частоты воздействия (поливов) омагниченной водой, если помнить, что «магнитная память» воды составляет 10–18 часов, а последействие омагничивания – до 3-х суток. На основе этих свойств воды следует ожидать, что максимальный эффект может проявиться именно в микроорошении (капельном орошении) с его 1-3-дневной периодичностью поливов.

Существуют специализированные компании, выпускающие специальные магнитные устройства и системы, которые зарекомендовали себя на мировом рынке, как успешные разработчики современных магнитных технологий. К ним относятся Magnetic Technologies LLC (Дубай, ОАЭ), Magnetizer (Нью-Йорк, США), и ESW – Kalkwassermagnet (Германия).

Магнитные устройства и системы, выпускаемые компанией Magnetic Technologies LLC для нужд сельского хозяйства, имеют весьма широкое многообразие, так как настройка магнитного узла в устройствах разная. Она зависит от тех задач, которые должна решать магнитная система при обработке воды в том или ином технологическом процессе.

Магнитные технологии имеют значительные перспективы использования в сельском хозяйстве благодаря их экологичности и незначительности инвестиций. Многочисленными исследованиями доказано положительное влияние магнитных полей на свойства воды, необходимой для их жизнеобеспечения. В технологическом плане представляет практический интерес и имеет перспективы применения омагничивание воды, применяемой для полива и орошения.

Список использованной литературы

1. Ткаченко Ю.П. Магнитные технологии в сельском хозяйстве. – М.: Цветмет. Информация, 1971, – 313 с.

2. Новицкий, Ю.И. Действие постоянного магнитного поля на растения.: [монография] / Ю. И. Новицкий, Г. В. Новицкая ; ответственный редактор член-корреспондент РАН Вл. В. Кузнецов ; Российская академия наук, Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева. – Москва : Наука, 2016. – 350.

3. Новицкий Ю.И. Реакция растений на магнитные поля / Ю.И. Новицкий – М.: Наука, 1978. – С. 119–130.

4. Травкин М.П. Влияние магнитных полей на природные популяции / М.П. Травкин // Реакции биологических систем на магнитные поля. – 1978. – С. 178–198.

5. Богатина Н.И. Зависимость реакции биологических объектов на магнитные поля от их шумов (полей), возможное влияние на процессы эволюции / Н.И. Богатина, В.М. Литвин В.М., М.П. Травкин // Электронная обработка материалов. – 1987. – № 4. – С. 64–69.

УДК 621.31

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ

С.Б. Бекбосынов, канд. техн. наук, ассистент, профессор,
А.Б. Токмолдаев, канд. техн. наук, ассистент, профессор,
Н.К. Абдильдин, канд. техн. наук, ассистент, профессор
Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Республика Казахстан

Аннотация: Приведены результаты исследования фотоэлектрической установки с установленной мощностью 800 Вт, обеспечивающая электроэнергией фермерских хозяйств со смешанной производственно-бытовой нагрузкой, суммарная мощность электрооборудования которого составляет 1,96 кВт.

Ключевые слова: фотоэлектрическая установка, фермерское хозяйство, солнечная энергия, электроэнергия.

Введение. В республике насчитывается около 30 тысяч отдаленных хозяйств, которые не подключены к электрическим сетям и испытывают недостаток в автономных источниках электроснабжения. Энергообеспечение таких объектов наиболее эффективно с применением фотоэлектрических установок (ФЭУ). ФЭУ можно использовать для энергообеспечения технологических процессов в фермерских хозяйствах.

Цель лабораторно-полевых испытаний ФЭУ – определение основных рабочих параметров и эксплуатационных показателей работы.

Основная часть. При проведении исследований регистрируются: напряжение и ток ФСМ, зарядный ток и напряжение на аккумуляторах, напряжение и ток инвертора, температура наружного воздуха и относительная влажность наружного воздуха, расход электрической энергии электроприемниками подключаемой нагрузки. При испытаниях использованы следующие приборы: измеритель

солнечной радиации SM-206, амперметр и вольтметр постоянного тока, мультиметр UT206, счетчик электрической энергии «Сайман», инфракрасный термометр CENTER-350, метеометр МЭС-202. Измерение солнечного излучения производилось переносным прибором SM-206 с погрешностью ± 5% (диапазон измерений 0,1…399,9 Вт/м2, температуры – инфракрасным термометром CENTER-350 с погрешностью ± 2% (диапазон измерений -20+5000С), температура и влажность воздуха измерялись метеометром МЭС-202.

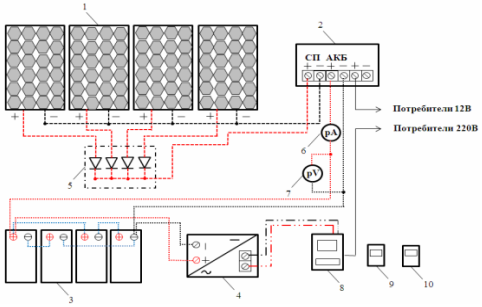


Рисунок 1 – Схема монтажа оборудования и подключения приборов
1-ФСМ; 2 – контроллер; 3 – АКБ; 4 – инвертор; 5 – диоды; 6 – амперметр постоянного тока; 7 – вольтметр постоянного тока; 8 – счетчик электрической энергии; 9 – измеритель солнечной радиации; 10 – метеометр

Обработка и анализ полученных данных проводится с использованием известных методик ГОСТ Р 51597-2000 и СТП 5-98 [1,2].

Схема подключения приборов и оборудования при проведении лабораторно-полевых испытаний приведена на рисунке 1.

Сводные показатели лабораторно-полевых исследовании в таблице 1.

Таблица 1 – Сводные показатели испытаний

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение показателя
Эксплуатационные показатели ФСМ:		
- пиковая мощность	Вт	175
- средняя мощность	Вт	116,8
- напряжение холостого хода	В	38…44
- напряжение под нагрузкой	В	24…26,4
- ток нагрузки	А	6,2…11,5
Эксплуатационные показатели АКБ:		
- емкость	А·ч	93,5…103,5
- ток заряда	А	6,2…11,5
- напряжение	В	24…26,4
- время заряда	ч	9…11

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение показателя
Эксплуатационные показатели инвертора:		
- напряжение на входе	В	24…26,4
- напряжение на выходе	В	220
- ток нагрузки на входе	А	44,8
- ток нагрузки на выходе	А	5,45
Эксплуатационные показатели ФЭУ:		
- установленная мощность	Вт	800
- пиковая мощность	Вт	698
- суммарная емкость аккумуляторов	А·ч	800
- номинальная мощность инвертора	кВт	3,0
- время работы АКБ на нагрузку: 300 Вт 500 Вт 700 Вт 1000 Вт	ч	11,7 7 5 3,5
- суточный расход электроэнергии у потребителя	кВт·ч	2,0…2,2

Данное хозяйство характеризуется смешанной производственно-бытовой электрической нагрузкой, суммарная мощность электрооборудования – 1,96 кВт (измельчитель кормов, сепаратор, холодильник, освещение, телевизор).

Анализ результатов испытаний показывает, что ФЭУ с установленной мощностью 800 Вт и суммарной емкостью аккумуляторов 800 А·ч обеспечивает фермерское хозяйство электроэнергией с суточным расходом 2,0…2,2 кВт·ч. Время разряда аккумуляторной батареи меняется от 11,7 до 3,5 ч при изменении средней электрической нагрузки у потребителя с 300 до 1000 Вт.

Заключение. Лабораторно-полевые испытания, проведенные в условиях Алматинской области показали, что фотоэлектрическая установка с установленной мощностью 800 Вт обеспечивает электроэнергией фермерское хозяйство со смешанной производственно-бытовой нагрузкой, суммарная мощность электрооборудования которого составляет 1,96 кВт.

Список использованной литературы

1. ГОСТ Р 51597-2000 Нетрадиционная энергетика. Модули солнечные фотоэлектрические. Типы и основные параметры.-М.:ИПК Издательство стандартов, 2000. – 4с.

2. СТП 5-98. Испытание сельскохозяйственной техники. Программа и методы испытаний. – Алматы, КазНИИМЭСХ, 1998. – 28 с.

УДК 631.

АГРОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ: КАТАЛИЗАТОР ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В НИГЕРИИ

Muhammad Bello Garba, *PhD*

Department of Technical Education Shehu Shagari University of Education, Sokoto,
Tel.: +234 806 940 5869
engrbgmuh@gmail.com

Аннотация: Продовольство и энергия являются очень важными потребностями для каждого человека, и, таким образом, новая концепция совместного освоения одного и того же участка земли как для производства электроэнергии на основе фотоэлектрических систем, так и для сельскохозяйственного производства, именуемая агроэлектрической системой (AVS) или агрофотоэлектрической системой (APV), набирает популярность во многих странах мира. В статье делается попытка обсудить потенциальную роль AV в повышении и улучшении средств к существованию нигерийских фермеров и может стать двигателем устойчивой экономики Нигерии. Далее в статье обсуждаются преимущества AVS для фермеров, такие как возможность сбора и хранения дождевой воды с верхней поверхности фотоэлектрических панелей в AVS, которую можно использовать для обеспечения дополнительного орошения сельскохозяйственных культур, выращиваемых в AVS, а также для очистки от осевшей пыли. с верхней поверхности фотоэлектрических панелей, помимо выработки электроэнергии, улучшая при этом коэффициент земельного эквивалента (LER), тем самым повышая продовольственную безопасность. Наконец, в статье рекомендуется, чтобы принятие AVS правительством Нигерии в сельскохозяйственной отрасли стало стратегией развития продовольственной безопасности, способной совместить создание доходов и рабочих мест с искоренением бедности и сохранением природного капитала. Его также можно использовать в качестве средства для обеспечения землевладения, а также для повышения энергетической и продовольственной безопасности, социально-экономической осуществимости и средств к существованию страны.

Abstract: Food and energy are very essential requirements for every human being, and thus a novel concept of co-developing the same area of land for both PV-based electricity generation and farming production, referred to as agrivoltaic system (AVS) or agrophotovoltaic (APV) is gaining popularity in many countries of the world. The paper tries to discuss the potential role of AV in enhancing and improving the livelihood of Nigerian farmers and could become the engines of a sustainable Nigerian economy. The paper further discusses advantages of AVS to farmers such as possibility to collect and store rainwater from the top surface of PV panels in AVS which could be used to provide supplemental irrigation the crops to be grown in the AVS as well as to clean the deposited dust from top surface of PV panels apart from electricity generation, while improving the Land Equivalent Ratio (LER) thereby enhancing food security. Finally, the paper recommends that adoption of AVS by Nigeria government and individuals in agricultural industry would become a strategy to pursue food security which is capable of aligning income and employment generation with poverty eradication and natural capital conservation. It could also be used as means to secure land tenure as well as enhance energy-food security, socio-economic feasibility, and livelihoods of the country.

Ключевые слова: агроэнергетика; фотогальванический; Продовольственная безопасность; коэффициент земельного эквивалента.
Keywords: agrivoltaic; photovoltaic; food security; land equivalent ratio.

Introduction. In Nigeria energy security is a big challenge while sunlight is in abundance, solar energy can be an obvious solution to these problems. However, installing huge arrays of photovoltaic (PV) panels mostly means clearing away hectares of land to a bare soil. Hitherto, this has a negative impact on land sustainability, and thus affecting soil stability, water retention, carbon sequestration and biodiversity. Sometimes, this also results to competition for land by farmers for their food production. Farmers nowadays are pose to danger of kidnapping in exercising their legitimate business in the rural areas while demand for energy is enormous in the urban areas. A situation which will require both crop production and electricity generation on the same land may enhance farmers' energy-food security.

Combination or co-developing the same area of land for both solar photovoltaic power for agricultural purposes. This dual-use of planting crops on arable land for solar energy production can improve overall production. The crops are normally planted beneath the panels gives some promising results. The concept is known under several names in the world: «agrophotovoltaics» in Germany, «agrovoltaics» in Italy, "solar sharing" in Asia. In a study conducted by [1] shows that it is possible to produce renewable energy without any meaningful negative impact on farming. AVS allows agricultural use and electricity generating on the same land in a very cost-effective way [2]. According to [3], photovoltaic agriculture can effectively alleviate the contradiction between more population and less land, powerfully promote the development of controlled environmental agriculture, evidently increase economic benefits of farmers, and significantly improve environment due to emissions reduction.

According to [4], the potential role of AVS enhances farmer's income and improves livelihood. That is why the issue of land utilization as a means of future food security and energy production is being debated at several different platforms. [5] opined that in view of the future requirement of energy and food production, AVS has been proposed as a mixed system associating solar panels and crop at the same time on the same land area. Using large tracts of land for solar farms will increase competition for land resources as food production demand and energy demand are both growing and vie for the limited land resources [6]. These coupled land challenges can be ameliorated using the concept of agrivoltaics or co-developing the same area of land for both a solar PV power station as well as for conventional agriculture [6].

According to (7), several studies mentioned that crops cultivated under the APV system benefited from more effective water/rainfall redistribution [8], reduced evapotranspiration, greater carbon uptake and water use efficiency for plant growth and reproduction [9], decrease in soil and crop temperature, improvement in soil humidity [10], protection against climatic uncertainty and extreme events such as hailstones and excess rain [11].

Conceptual clarifications. ***Agrivoltaic*** – According to [7] agrivoltaic (AVS) or agro-photovoltaic (APV) system is a new alternative to conventional photovoltaic power plants, which can simultaneously generate renewable energy and increase agricultural productivity by the use of solar panels on the same farmland. agri-voltaic system (AVS) has been proposed as a "mixed systems associating solar panels and crop at the same time on the same land area" [12].

Food security – Food security, as defined by the United Nations' Committee on World Food Security, means that all people, at all times, have physical, social, and economic access to sufficient, safe, and nutritious food that meets their food preferences and dietary needs for an active and healthy life. Over the coming decades, a changing climate, growing global population, rising food prices, and environmental stressors will have significant yet uncertain impacts on food security. Adaptation strategies and policy responses to global change, including options for handling water allocation, land use patterns, food trade, postharvest food processing, and food prices and safety are urgently needed [13].

Renewable energy – Renewable energy (RE) refers to energy resources that are cyclic and naturally replenished within some time intervals [14]. According to Collins English Online Dictionary, 2022 (Harper Collins Publishers) renewable energy is a form of energy that can be derived from a natural source, such as the sun, wind, tides, or waves, without exhausting natural resources or causing severe ecological damage. Therefore, in short, renewable energy is energy derived from natural sources that are replenished at a higher rate than they are consumed.

Photovoltaic – photovoltaic also known as PV is a device that produces electric energy directly from sunlight through an electronic procedure which naturally transpires in certain kind of materials refers to as semiconductors. Solar energy freed electrons in the semiconductors which are induced in an electrical circuit to power electrical equipment or national grid [15].

Availability of solar irradiation in Northern Nigeria. More than half of the country's land mass is located in the Northern part mainly comprising of the three geopolitical zones. These zones cover an area of 60 hectares of land and lies below the equator which makes the area re-

ceives more solar radiation compared to the rest of the geopolitical zones. The annual average sunshine in the country is about 6.25 h while in the north is 9.0 h. The mean daily solar irradiance in Nigeria is about 5.25 kWh/m^2/day, whereas in the North, which lies at hotter part of the country, it is about 7.0 kWh/m^2/day [16]. Spatial pattern on availability of solar irradiation in Northern Nigeria is shown in Fig. 1.

From the Fig. 1, zones I and II make up the Northern Nigeria (zone I depicts Northeast while zone II - Northwest and North-central) that have high solar radiation incident on the horizontal surface and excellent and viable potential for large-scale solar PV especially in the semi-arid region of the country. The sunshine duration and annual average of solar energy intensity in the Northern part of the country is 6 hours and 2,000 kWh/m2/year respectively. It is cloud free region most of the time (about 300 days) per year in North, which shows that the region is more advantageous in harnessing solar energy for farmers. Therefore, the potential of AVS application in the region may be a viable option for the future.

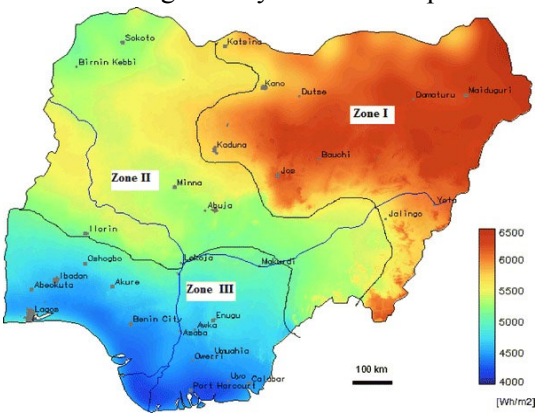


Figure 1. Availability of solar irradiation in Nigeria (Source: [17])

Food security and AVS. In comparison, the income that can be generated from agricultural activity is far less than income generated from PV electricity, but the former has several environmental and societal benefits. If AVS is to be employed in cropping activity in areas where there is shortfall of rain water apart from electricity generation which boost food security on the other side. There will also be a possibility of judicial use of the scarce rainwater as well as soil erosion control through wind action which can reduce the dust load on PV panels,

and improving the microclimate surround the PV panels and thereby helps in optimum generation of electricity from PV panels, and subsequently will improve the land equivalent ration (LER) [12].

Conclusion and Recommendations. Moreover, installing AVS on farm will give ability to install high-value, shade-resistant crops for new markets because the shading by the PV panels provides multiple additive and synergistic benefits, including reduced plant drought stress and more constant temperature as the panel will maintain the temperature higher at night and colder during the day. Other benefits are: potential to extend growing seasons, ability to maintain crop production during solar generation and allowing for nutrient and land recharge of degraded lands. AVS reduces competition for land and works efficiently too while providing additional income for farmers. All these indices if properly harnessed can increase crop production which leads to food security for both farmer and the general populace. The paper recommends that agrivoltaic systems should be harnessed to make a meaningful impact on food security mix in the nation.

References

1. Jaiyoung Cho, Sung Min Park, A Reum Park, On Chan Lee, Geemoon Nam and In-Ho Ra (2020). Application of Photovoltaic Systems for Agriculture: A Study on the Relationship between Power Generation and Farming for the Improvement of Photovoltaic Applications in Agriculture. A case Report. Energies 2020, 13, 4815; doi:10.3390/en13184815.

2. Wen Liu, Luqing Liu, Chenggang Guan, Fangxi nZhang, Ming Li, Hui Lv PeijunYao, Jan Ingenhoff (2018). A novel agricultural photovoltaic system based on solar spectrum separation. Solar Energy, 162 (1) 84–94.

3. Jinlin Xue (2017). Photovoltaic agriculture - New opportunity for photovoltaic applications in China. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 73, 1–9.

4, 5, 12. Priyabrata Santra, Piyush Chandra Pande, Suresh Kumar, and Dinesh Mishra, 2017, Agri-voltaics or solar farming: The concept of integrating solar PV based electricity generation and crop production in a single land use system. International Journal of Renewable Energy Research 7(2):694-699).

6. Fidelis I. Abam, Bethrand N. Nwankwojike, Olayinka S. Ohunakin & Sunday A. Ojomu (2014). Energy resource structure and on-going sustainable development policy in Nigeria: a review. Int J Energy Environ Eng (2014) 5:102; DOI 10.1007/s40095-014-0102-8.

7. Hyun Jo, Sovetgul Asekova, Mohammad Amin Bayat, Liakat Ali, Jong Tae Song,Yu-Shin Ha, Dong-Hyuck Hong and Jeong-Dong Lee (2022). Comparison of Yield and Yield Components of Several Crops Grown under Agro-Photovoltaic System in Korea. Agriculture 2022, 12(5), 619; https://doi.org/10.3390/agriculture12050619.

8. Chopard, J.; Bisson, A.; Lopez, G.; Persello, S.; Richert, C.; Fumey, D. Development of a decision support system to evaluate crop performance under dynamic solar panels. AIP Publ. 2021, 2361, 050001.

9. Barron-Gafford, G.A.; Pavao-Zuckerman, M.A.; Minor, R.L.; Sutter, L.F.; Barnett-Moreno, I.; Blackett, D.T.; Thompson, M.; Dimond, K.; Gerlak, A.K.; Nab-

han, G.P.; et al. Agrivoltaics provide mutual benefits across the food–energy–water nexus in drylands. Nat. Sustain. 2019, 2, 848–855.

10. Marrou, H.; Guilioni, L.; Dufour, L.; Dupraz, C.; Wery, J. Microclimate under agrivoltaic systems: Is crop growth rate affected in the partial shade of solar panels? Agric. For. Meteorol. 2013, 177, 117–132.

11. Cho, J.; Park, S.M.; Park, A.R.; Lee, O.C.; Nam, G.; Ra, I.H. Application of photovoltaic systems for agriculture: A study on the relationship between power generation and farming for the improvement of photovoltaic applications in agriculture. Energies 2020, 13, 4815.

13. IFPRI (2022). Food Security. https://www.ifpri.org/topic/food-security.

14. Imene Yahyaoui, (2018). Advances in Renewable Energies and Power Technologies, vol. 2, Elsevier, ScienceDirect: DOI - https://doi.org/10.1016/C2016-0-04919-7). DEA (2010). Concept Paper: Towards a Green Economy Summit, Department of Environmental Affairs, Pretoria, Republic of South Africa.

15. Augustine, C., and Nnabuchi . (2019). Relationship Between Global Solar Radiation and Sunshine Hours for Port Harcourt and Enugu. International Journal of Physics, 182–188.

16. Okafor, E. N. C. and joe-Uzuegbu, C. (2010). Challenges to development of renewable energy for electric power sector in Nigeria. Project Paper. Federal University of Owerri.

17. Fidelis I. Abam, Bethrand N. Nwankwojike, Olayinka S. Ohunakin & Sunday A. Ojomu (2014). Energy resource structure and on-going sustainable development policy in Nigeria: a review. Int J Energy Environ Eng (2014) 5:102; DOI 10.1007/s40095-014-0102-8.

УДК 631.348.45

НАПРАВЛЕНИЯ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ПЕСТИЦИДОВ ИЗ-ЗА СНОСА ПРИ ОБРАБОТКАХ В ВЕТРЕНУЮ ПОГОДУ

И.С. Крук, канд. техн. наук, доцент, А.А. Анищенко, аспирант

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

kruk_igar@mail.ru

Аннотация: обоснованы направления возможного снижения потерь из-за сноса.

Abstract: justified directions of possible reduction of losses due to demolition.

Ключевые слова: потери пестицидов, ветер, снос.

Keywords: pesticide losses, wind, demolition.

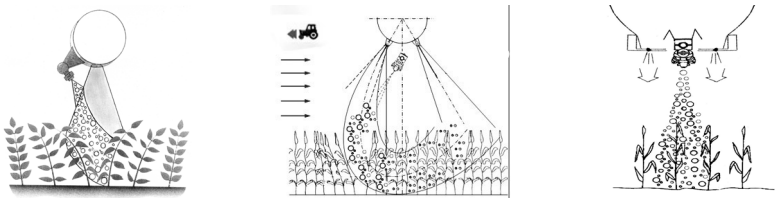
Введение. Работа полевых штанговых опрыскивателей допускается при скорости ветра не более 4м/с. При этом отмечаются непроизводительные потери пестицидов из-за сноса капель небольших размеров за пределы обрабаотываемого участка. Поэтому разработка рекомендаций, технологий и технических устройств для решения проблемы сноса является важной и актуальной.

Основная часть. При исследованиях процесса сноса рабочих растворов пестицидов определяются потенциальные и абсолютные

потери. К потенциальным потерям относится часть жидкости, которая остается во взвешенном состоянии в воздухе после прохода опрыскивателя и может быть снесена, к абсолютным – часть жидкости, которая выносится из зоны обработки под действием воздушных потоков и осаждается вне целевого объекта обработки [1].

При использовании гидравлических распылителей установлено, что при высоте установки штанги 0,5 м, влажности воздуха 65–70 %, температуре воздуха 20°С и скорости ветра 2 м/с от 30 до 40 % капель рабочего раствора уносится за пределы обрабатываемого объекта [2]. При этом для снижения величины сносимого раствора необходимо увеличить диаметр капель в факеле распыла снижением давления в напорной магистрали, установкой распылителей с бóльшим диаметром сопла или защитить факел распыла от прямого воздействия ветра. Уменьшение рабочего давления приводит к снижению расхода жидкости через распылитель, а следовательно, к необходимости уменьшения рабочей скорости движения агрегата. При опрыскивании на повышенных скоростях рекомендуется использовать инжекторные распылители, которые позволяют увеличивать размеры капель за счет добавления в процессе их образования пузырьков воздуха. Такие капли меньше подвержены сносу и при соударении с обрабатываемой поверхностью распадаются на мелкие, покрывающие большую ее площадь.

Для достижения разумного баланса между качеством внесения пестицидов, их потерями из-за сноса и воздействием на экологию окружающей среды необходимо выбирать оптимальные технологические параметры работы опрыскивателя (установить соответствующие распылители, снизить до допустимой высоту установки штанги, уменьшить рабочее давление и скорость движения агрегата), соответствующие метеорологическим условиям.

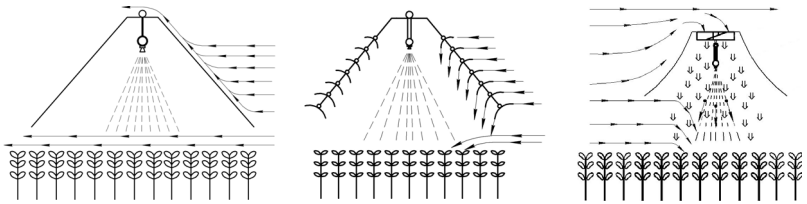


а) б) в)

Рисунок 2. – Устройство опрыскивателя с принудительным осаждением капель: а, б – схема принудительного осаждения капель воздушной струей, в – воздухоструйные защитные экраны

Одним из направлений уменьшения потерь пестицидов из-за сноса при обработках в ветреную погоду является использование ветрозащитных устройств. При использовании ветрозащитных устройств активного действия, реализованных в объемных опрыскивателях, осаждение капель осуществляется создаваемым направленным воздушным потоком (рис. 1, а, б, в). При этом используются два конструктивных исполнения опрыскивателей с распределяющими устройствами воздушного потока: при первом капли рабочего раствора вносятся в направленную воздушную струю (рис. 2, а, б), при втором – воздушные струи находятся симметрично относительно факела распыла и не воздействуют на капли (рис. 2, в) [1].

Пассивные (рис. 3, а) и комбинированные (рис. 3, б, в) [3] ветрозащитные устройства в виде экранов и щитков эффективны при использовании опорных элементов для поддержания штанги. Возможность их использования ограничивается несущей конструкцией штанги. Поэтому они находят применение при довсходовом или ленточном внесении гербицидов. Применение их на навесных штангах приводит к увеличению массы несущей конструкции, а также дополнительной нагрузке на нее вследствие увеличения аэродинамического сопротивления, что может вызвать колебания в горизонтальной плоскости в направлении движения агрегата.



а) б) в)

Рисунок 3. – Конструкции ветрозащитных устройств

Заключение. Основными направлениями снижения потерь из-за сноса при внесении пестицидов методом опрыскивания в ветреную погоду на современном этапе являются: использование инжекторных распылителей, защита факела распыла от прямого воздействия ветра использованием различных конструкций ветрозащитных устройств.

Список используемой литературы

1. Направления повышения качества внесения пестицидов в ветреную погоду / И.С. Крук [и др.] // Вести Нац. акад. наук Беларуси. Серия аграрн. наук. – 2022. – № 3. – Том 60. – С. 320–331.

2. Ревякин Е.Л., Краховецкий Н.Н. Машины для химической защиты растений в инновационных технологиях: науч. аналит. обзор. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 124 с.

3. Крук, И.С. Способы и технические средства защиты факела распыла от прямого воздействия ветра в конструкциях полевых опрыскивателей / И.С. Крук, Т.П. Кот, О.В. Гордеенко. – Минск : БГАТУ, 2015. – 284 с.

УДК 631.348.45

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПАДЕНИЯ ИСПАРЯЮЩЕЙСЯ КАПЛИ ПЕСТИЦИДА

И.С. Крук, канд. техн. наук, доцент,
Ю.В. Чигарев, д-р физ.-мат. наук, профессор,
А.А. Анищенко, аспирант

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь
kruk_igar@mail.ru

Аннотация: в статье приведено моделирование процесса падения капель рабочего раствора пестицида в сопротивляющейся среде с учетом изменения их геометрических размеров.

Abstract: the simulation of the process of droplet drop of the pesticide working solution in the resisting medium, taking into account changes in their geometric dimensions, is given.

Ключевые слова: капля, испарение, движение.

Keywords: drop, evaporation, movement.

Введение. Расширение ассортимента применяемых пестицидов и жидких минеральных удобрений вызывает необходимость постоянного совершенствования конструкций распылителей, позволяющих создавать монодисперсный распыл и обеспечить качественное внесение средств химизации при небольших дозах и наименьших потерях. Исследования движения капель в воздушной среде позволяют определить скорость и координаты падения на обрабатываемую поверхность, обосновать конструкцию, размеры, оптимальные режимы работы и параметры установки распылителей, что особенно важно на стадии проектирования конструкций распылителей полевых опрыскивателей.

Основная часть. Рассмотрим движение капли жидкости массой $m_к$, радиусом $r_к$ выброшенной из сопла распылителя в окружающую среду с начальной горизонтальной скоростью $v_{кx_0}$. Считаем форму капли шарообразной с начальным радиусом $r_{к_0}$. При

полете на каплю действуют сила тяжести $G_к$ и сила лобового аэродинамического сопротивления воздуха $F_с$ [1]. Сила лобового сопротивления направлена по касательной к траектории полета в сторону, противоположную направлению движения, и является заданной функцией скорости капли $v_к$

$$F_с = -k_\lambda v_к^2 = -\frac{\xi \rho_в S_к}{2} v_к^2,$$

где $k_\lambda = \frac{\xi \rho_в S_к}{2}$; ξ – безразмерный коэффициент сопротивления движению капли; $\rho_в$ – плотность среды, кг/м^3; $S_к$ – площадь поперечного сечения капли, м^2;

Сила тяжести, действующая на каплю, определяется по формуле:

$$G_к = m_к g,$$

где g – ускорение свободного падения, м/с^2.

Считаем, что перемещение капли в направлении движения опрыскивателя незначительным, тогда параметры движения можно определять в плоскости xOz, начало которой поместим в точку вылета капли из сопла распылителя O (рис. 1). Уравнения движения капли относительно осей будут иметь вид:

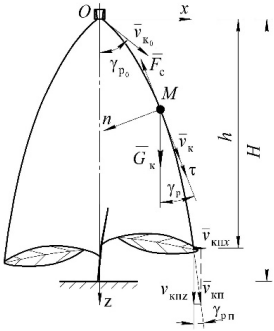


Рисунок 1. – Расчетная схема падения капли жидкости в воздушной среде

$$Ox: \quad m_к \cdot \frac{\mathrm{d}v_{кх}}{\mathrm{d}t} = -\frac{\xi \rho_в S_к}{2} v_{кх}^2; \qquad (2)$$

Oz:

$$m_к \cdot \frac{\mathrm{d}v_{кz}}{\mathrm{d}t} = m_к \cdot g - \frac{\xi \rho_в S_к}{2} v_{кz}^2, \qquad (3)$$

где $v_{кх}, v_{кz}$ – составляющие скорости движения капли вдоль осей Ox и Oz:

$$v_{кх} = v_к \cdot \sin\gamma_р; \; v_{кz} = v_к \cdot \cos\gamma_р.$$

Учитывая шарообразную форму капли [1] (объем капли $V_к = \frac{4}{3}\pi r_к^3$, площадь сечения капли $S_к = \pi r_к^2$), приняв закон убытия

радиуса капли $r_к$ с течением времени $r_к = \dfrac{r_{к_0}}{1+\psi t}$, ($r_{к_0}$ – начальный радиус капли; ψ – интенсивность убывания радиуса капли), и вводя следующие обозначения: $k_1 = \dfrac{3}{8}\cdot\dfrac{r_{к_0} C_V}{\psi}$, $k_2 = \dfrac{g r_{к_0}}{\psi}$, $k_3 = \dfrac{3}{8}\dfrac{C_V}{r_к}$,

$k_4^2 = \dfrac{g}{k_3}$, $A = \dfrac{k_1}{2r_{к_0}^2}$, $B = \dfrac{1}{v_{кх_0}}$, $t = \dfrac{Z-1}{\psi}$, $D = A - B = \dfrac{k_1}{2r_{к_0}^2} - \dfrac{1}{v_{кх_0}}$,

$N^2 = \dfrac{\left(\dfrac{k_1}{2r_{к_0}^2} - \dfrac{1}{v_{кх_0}}\right)2r_{к_0}^2}{k_1}$, $J = \sqrt{\dfrac{2r_{к_0}^2}{k_1}\left(\dfrac{k_1}{2r_{к_0}^2} + \dfrac{1}{v_{кх_0}}\right)}$, $D_1^2 = \dfrac{k_1 r_{к_0}^2 v_{кх_0}}{2r_{к_0}^2 - k_1 v_{кх_0}}$,

$W = \dfrac{2D_1}{r_{к_0}}\left(\dfrac{\psi}{v_{кх_0}} - \dfrac{k_1\psi}{2r_{к_0}^2}\right)$.

получили

- выражение для изменения радиуса капли вдоль оси *Ox* в зависимости от текущей и начальной скорости, параметров аэродинамического сопротивления, начального радиуса $r_{к_0}$

$$r_к = \sqrt{\frac{3C_V r_{к_0}^3 v_{кх_0} v_{кх}}{16\psi r_{к_0}^2 (v_{кх_0} - v_{кх}) + 3v_{кх} v_{кх_0} C_V r_{к_0}}};$$

- выражение для коэффициента интенсивности убывания радиуса (массы)

$$\psi = \frac{9C_V v_{кх_0}}{16 r_{к_0}};$$

- выражение для определения горизонтальной координаты

$$x = \frac{r_{к_0}^2}{\psi k_1}\ln\left[\frac{J+1}{J-1}\cdot\frac{J-1-\psi t}{J+1+\psi t}\right];$$

- выражение для определения времени полета капли в зависимости от координаты *x* будет

$$t = \frac{\left(1 - e^{\frac{\psi k_1}{r_{к_0}^2} x}\right)\left(\frac{2r_{к_0}^2}{k_1}\left(\frac{k_1}{2r_{к_0}^2} + \frac{1}{v_{кx_0}}\right) - 1\right)}{\left(\sqrt{\frac{2r_{к_0}^2}{k_1}\left(\frac{k_1}{2r_{к_0}^2} + \frac{1}{v_{кx_0}}\right)} - 1\right)\psi e^{\frac{\psi k_1}{r_{к_0}^2} x} + \psi\left(\sqrt{\frac{2r_{к_0}^2}{k_1}\left(\frac{k_1}{2r_{к_0}^2} + \frac{1}{v_{кx_0}}\right)} + 1\right)}.$$

- зависимость изменения радиуса капли от координаты x

$$r_к = \frac{D_1\left(1 - \frac{D_1 - r_{к_0}}{D_1 + r_{к_0}} e^{Wx}\right)}{\left(\frac{D_1 - r_{к_0}}{D_1 + r_{к_0}} e^{Wx} + 1\right)}.$$

- выражение для определения вертикальной координаты

$$z = \frac{1}{k_3} \ln \left| \frac{e^{2k_3 k_4 t} + 1}{2} \right| - k_4 t$$

При испарении капли закон изменения ее массы определяется выражением [12] $\frac{\mathrm{d}m_к}{\mathrm{d}t} = -4\pi\rho_к r_к^2 \frac{\mathrm{d}r_к}{\mathrm{d}t}$, используя закон Фика [13] для изменения массы капли при испарении

$$\frac{\mathrm{d}m_к}{\mathrm{d}t} = \alpha_м 4\pi r_к^2 (w_к - w_с),$$

где $\alpha_м$ – коэффициент массоотдачи с поверхности капли в среду, кг/(м^2 с), $w_к$, $w_с$ – соответственно влагосодержание воздушной среды на границе с каплей и вдали от нее, определили коэффициент массоотдачи с поверхности капли $\alpha_м = \frac{9C_V v_{кx_0}\rho_к}{64(w_к - w_с)}$.

Заключение. Рассмотрена модель изменения радиуса (массы) капли рабочего раствора пестицида в плоскости xOz в предположении, что инерционное перемещение в направлении движения агрегата незначительно. Получены выражения для определения параметров движения капли пестицида с учетом изменения ее массы.

Список используемой литературы

1. Крук, И. С. Определение кинематических параметров падения капель рабочего раствора пестицидов при опрыскивании с учетом изменения их геометрических размеров / И. С. Крук, Ю. В. Чигарев, В. Романюк // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2020. – N 3. – С. 352–363.

СЕКЦИЯ 4 ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

УДК 637.116

ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПЕРЕНОСНОГО МАНИПУЛЯТОРА ДОЕНИЯ ДЛЯ ДОИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ «МОЛОКОПРОВОД»

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

ФГБОУ ВО Белгородский государственный аграрный университет, г. Белгород, Россия

borozencev_vi@bsaa.edu.ru

Аннотация: В статье обоснована необходимость разработки и применение переносных манипуляторов доения коров, обеспечивающих в зависимости от интенсивности молокоотдачи, изменение режимов доения и снятие доильных стаканов с вымени по завершению процесса доения. Предложена новая конструкция переносного манипулятора доения.

Abstract: The article substantiates the need to develop and use portable manipulators for milking cows, which, depending on the intensity of milk yield, change the milking regimes and remove the teat cups from the udder upon completion of the milking process. A new design of a portable milking manipulator is proposed.

Ключевые слова: манипулятор, доение, корова, доильный стакан, молоко, вакуум, молокоотдача, доильный аппарат.

Key words: manipulator, milking, cow, milking cup, milk, vacuum, milk delivery, milking machine.

Введение. При доении доильный аппарат непосредственно воздействует на организм животного и это непродолжительное воздействие влияет на их продуктивность, заболеваемость вымени маститом и др.

Одной из основных причин заболевания коров маститом является передержка доильных стаканов на сосках вымени [1, 2].

Частично эта задача решена применением автоматов доения на автоматизированных доильных установках. Однако в России около 50 % коров содержаться при привязной технологии. Поэтому на наш взгляд, наиболее рациональный путь повышения эффективности молочного скотоводства – применение на доильных установках типа «молокопровод», переносных манипуляторов, обеспечивающих автоматизацию заключительных операций машинного доения.

На некоторые зарубежных линейных доильных установках, применяются переносные манипуляторы, которые только снимают

доильные аппараты по завершению доения, не изменяя технологические параметры доения [3]. Однако многочисленными исследованиями обоснована необходимость введения в алгоритм управления процессом доением машинное додаивание или своевременного снижения вакуума под соском [4, 5, 6].

Основная часть. Разработанный переносной манипулятор состоит из доильного аппарата, коллектор которого тросом соединен с пневматическим двигателем и блока управления, установленными на держателе. Коллектор доильного аппарата выполнен в виде молочной камеры и камеры управления, отделенной от нее мембраной и сообщенной калиброванным каналом с камерой постоянного вакуума и калиброванным отверстие электроклапана с атмосферой. Молочная камера соединена с подсосковыми камерами доильных стаканов и содержит поплавок с магнитом и иглой, которая образует с дном молочной камеры кольцевую щель. Снаружи поплавковой камеры в нижней ее части расположен геркон, электрически соединенный с электроклапаном и далее с блоком управления. Каждый доильный стакан содержит регулятор вакуума для изменения вакуума в межстенных камерах доильных стаканов.

Принцип работы осуществляется следующим образом. Оператор машинного доения подвешивает держатель на стойку и выполняет операции по подготовки вымени коровы к доению. Затем подсоединяет доильный аппарат к молокопроводу и к вакуумпроводу, включает блок управления и расфиксировав трос, вытягивает его и устанавливают доильные стаканы на вымя животного.

В начале доения, из-за отсутствия молока в молочной камере, поплавок находится в нижнем положении и его магнит воздействует на геркон, который замыкает электроцепь, напряжение поступает к электроклапану и он открывает доступ атмосферного воздуха в камеру управления и в ней устанавливается низкий вакуум -33 кПа. Мембрана в результате разности давлений прогибается и уменьшает кольцевую щель и ограничивает поступление разряжения в подсосковые камеры доильных стаканов. В результате в подсосковых и межстенных камерах доильных стаканов устанавливается пониженный вакуум. Доение выполняется низким вакуумом – 33 кПа.

С увеличением потока молока свыше 200 мл/мин, поплавок всплывает, магнит не воздействует на геркон, электрическая цепь размыкается и электроклапан закрывает доступ атмосферного воздуха в камеру управления и в ней устанавливается номинальный вакуум – 48 кПа. Мембрана возвращается в исходное положение и увеличивает кольцевую щель и тем самым увеличивает поступление разряжения в подсосковые камеры доильных стаканов. В результате чего в подсосковых и межстенных камерах доильных стаканов устанавливается номинальный вакуум. Доение осуществляется номинальным вакуумом – 48 кПа.

В конце доения, при снижении молокоотдачи потока молока до 200 мл/мин, поплавок с магнитом опускается вниз и его магнитное поле воздействует на геркон. Происходит переключение на стимулирующий режим доение и блок управления обеспечивает подачу вакуума в пневматический двигатель, при этом трос начинает наматываться на шкив и, воздействуя на рычаг, который проворачивается и закрывает клапаном подачу вакуума в молокосборную камеру коллектора. Дальнейшее наматывания троса на шкив обеспечивает снятие доильного аппарата с вымени животного.

Заключение. Применение разработанных переносных манипуляторов доения позволят повысить молочную продуктивность коров и снизить затраты ручного труда операторов машинного доения.

Список использованной литературы

1. Аллабердин И.Л. Равномерность развития вымени коров симментальской породы //Увелечение производства молока и говядины в Башкирии и Татарии. – 1984. – Вып. 1. – С. 40–43.

2. Велиток И.Г. Физиология молокоотдачи при машинном доении – Киев: Урожай, 1974. – 128 с

3. Юлдашев Ф.Ф. Эффективность доения и автоматического машинного до даивания коров на различных установках // Доклады РАСХН. – 1995. – №3 – С. 45–47.

4. Борозенцев В.И., Ужик В.И. К разработке алгоритма действия автомата доения коров //Техника в сельском хозяйстве. – Москва, 2002. №4. – С. 15–17.

5. Соловьев С.А. Исполнительные механизмы системы «человек – машина – животное» – Екатеринбург: УрОРАН, 2001. – 180 с.

6. Пономарев А.Ф., Ужик В.Ф., Борозенцев В.И., Скляров А.И., Ульянцев Ю.Н. Передвижной манипулятор доения // Сельский механизатор. – Москва, 2001. № 7. – С. 2–3.

УДК 631.363

ОБОСНОВАНИЕ МОДЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЙ СМЕСИТЕЛЯ

С.М. Ведищев[1], д-р техн. наук, профессор,
А.И. Завражнов[123], д-р техн. наук, профессор, академик РАН,
А.В. Прохоров[1], канд. техн. наук, доцент,
А.Г. Павлов, канд. с.-х. наук, доцент

[1]ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
[2]ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», г. Тамбов,
[3]ФГБОУ ВО Мичуринский государственный аграрный университет,
г. Мичуринск, Российская Федерация
serg666_65@mail.ru

Аннотация: На эффективность усвояемости кормов большое влияние оказывают способы их подготовки к скармливанию. Из-за большого разнообразия физико-механических свойств кормов, широкого спектра конструкций смесителей процесс смешивания исследован недостаточно. На процесс смешивания оказывает влияние большое количество факторов: физико-механические и реологические свойства компонентов смеси; конструктивно-технологические параметры смесителя; режимные параметры.

Abstrakt: The efficiency of the digestibility of feed is greatly influenced by the methods of their preparation for feeding. Due to the wide variety of physical and mechanical properties of feed, a wide range of mixer designs, the mixing process is not sufficiently investigated. The mixing process is influenced by a large number of factors: physico-mechanical and rheological properties of the components of the mixture; structural and technological parameters of the mixer; operating parameters.

Ключевые слова: корм, смешивание, факторы, эффективность.

Key words: feed, mixing, factors, efficiency.

Введение. Для повышения эффективности усвояемости кормов большое влияние оказывают способы их подготовки и переработки. Наибольший эффект дает приготовление полнорационных кормосмесей с предварительно приготовленными компонентами и добавками [4].

Из-за большого разнообразия физико-механических свойств кормов, широкого спектра конструкций смесителей процесс смешивания исследован недостаточно [1-3].

Основная часть. При составлении программы исследований использовались результаты анализа аналогичных конструкций и рекомендации смешивающих устройств.

На процесс смешивания оказывает влияние большое количество факторов [1-3], условно состоящих из следующих групп:

1) Физико-механические и реологические свойства компонентов смеси: влажность, гранулометрический состав компонентов; коэффициенты внутреннего и внешнего трения; соотношение смешиваемых компонентов; насыпная плотность корма и ряд других;

2) Конструктивно-технологические параметры: рабочий объем камеры; коэффициент заполнения корпуса; соотношение диаметров шнеков; шаг шнека; частота вращения, время смешивания, угол наклона корпуса и ряд других;

3) Режимные параметры: частота вращения, время смешивания, угол наклона корпуса.

Приоритетными являются свойства смешиваемых компонентов, затем определяется способ смешивания, а затем конструкция и режим работы смесителя.

Полученная математическая модель, учитывающая сложность процесса, многокомпонентность смеси, качество готового комбикорма, позволяет разрабатывать оптимальные и рациональные конструктивно-технологические и режимные параметры шнекового смесителя с активным каналом обратного хода при приготовлении сухого рассыпного комбикорма.

Эффективная работа смесителя определяется требованиями [2-4].

$$\begin{cases} Q_{ф} \geq Q_{тр}, \\ \nu_{ф} \leq [\nu_{зоот}], \\ N_{уд} \to \min \end{cases} \quad (1)$$

где $Q_{ф}$ и $Q_{тр}$ – фактическая и технологическая (определяемая условиями технологического процесса) производительность смесителя соответственно, кг/с; $\nu_{ф}$, $[\nu_{зоот}]$ – фактическая и зоотехническая неоднородность смеси, %; $N_{уд}$ – удельные энергозатраты на процесс смешивания, Вт·с/кг.

Заключение. В результате проведения исследований выявлено, что условиями эффективной работы смесителя являются: фактическая производительность должна быть не ниже технологической; качество смеси, оцениваемое коэффициентом неоднородности, не должно превышать зоотехнических требований; пониженные удельные затраты энергии на процесс смешивания.

Список использованной литературы

1. Ведищев, С.М. Исследование физико-механических свойств кормов / С.М. Ведищев, Н.В. Хольшев, Е.А. Кочергина, А.А. Кажияхметова, М.А. Мамедова //

Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса: Материалы национальной научно-практической конференции 14 декабря 2017 года. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2017. – Часть 2. – С. 54–58.

2. Завражнов, А.И. Исследование влияния конструктивно-режимных параметров смесителя на его показатели / А.И. Завражнов, С.М. Ведищев, М.К. Бралиев, А.А. Кажияхметова // Наука и образование. – 2021. – 2–2(63). – Том II. – С. 65–72.

3. Кажияхметова, А.А. Моделирование процесса смешивания в шнековом смесителе с активным каналом обратного хода для получения экологически безопасных смесей / А.А. Кажияхметова, А.И. Завражнов, С.М. Ведищев, А.В. Прохоров, М.Е. Выгузов // II Международная научно-практическая конференция «Цифровизация агропромышленного комплекса». В 2-х томах. Том II. Сборник научных статей. Тамбов, 21–23 октября 2020 г – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2020. – С. 320–324.

4. Техническое обеспечение животноводства : учебник для вузов / А. И. Завражнов, С.М. Ведищев, М. К. Бралиев [и др.] ; Под редакцией академика РАН А. И. Завражнова. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 516 с.

УДК 631.363

СМЕСИТЕЛИ КОМБИКОРМОВ

С.М. Ведищев[1], д-р техн. наук, профессор,
А.И. Завражнов[123], д-р техн. наук, профессор, академик РАН,
А.В. Прохоров[1], канд. техн. наук, доцент,
А.Г. Павлов, канд. с.-х. наук, доцент

[1]ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
[2]ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», г. Тамбов,
[3]ФГБОУ ВО Мичуринский государственный аграрный университет,
г. Мичуринск, Российская Федерация
serg666_65@mail.ru

Аннотация: Описаны конструктивно-технологические схемы смесителей периодического действия отечественного и зарубежного производства, а также исследователями: «Бюлер»; «Van Aarsen»; «Хэнз энд Стоулз», «Wynveen International b.v.»; СКС-Ф-10; ступенчатого смешивания; винтовые и ряд других. Рассмотрены их преимущества и недостатки. Обоснована целесообразная конструкция смесителя для сухих рассыпных кормосмесей с комбинированным рабочим органом.

Abstrakt: The design and technological schemes of batch mixers of domestic and foreign production are described, as well as by researchers: «Buhler»; «Van Aarsen»; «Hans & Tables», «Wynveen International .V.»; SKS-F-10; step mixing; screw and a number of others. Their advantages and disadvantages are considered. The expedient design of a mixer for dry loose feed mixtures with a combined working body is substantiated.

Ключевые слова: комбикорм, смеситель, однородность, рабочий орган, преимущество.

Key words: compound feed, mixer, uniformity, working body, advantage.

Введение. Условия увеличения объемов производства продукции животноводства в фермерских хозяйствах, повышения ее качества и снижения себестоимости является обеспечение животных полноценными кормами, сбалансированными по питательности в соответствии с запланированной продуктивностью [4, 5, 7, 8].

Основная часть. Лопастные горизонтальные смесители С-12, СГК-1М, А1-ДСЖ швейцарской фирмы «Бюлер», голландских фирм «Van Aarsen» и «Wynveen International b.p.», американской «Хенз энд Стоуриз», У3-ДСП (Воронеж) и ряд других предназначены для приготовления кормовых смесей влажностью 65–85% с запариванием или без запаривания, а также сухих рассыпных кормосмесей [2, 3, 5, 6]. Они имеют один (СГК-1М, «Бюлер», «Van Aarsen», «Хенз энд Стоуриз», «Wyn International b.p.») или два («Van Aarsen», «Wynveen International b.p.», У3-ДСП) [1, 5, 6, 7] рабочих органа.

Для получения качественной смеси устанавливаются на одном валу спиральные лопасти с левой и правой навивкой с поворотом друг относительно друга на 90° [3] или 120° [8]. Для ввода жидких компонентов от 1–3 % [5] до 10 % [6, 7] предусмотрены патрубки.

Быстрая разгрузка продукта достигается применением выпускной заслонки типа «Бомболюк». Степень неоднородности получаемой смеси менее 5 %, при времени смешивания от 10–60 секунд [2] до 1,5–2 минут [7].

У смесителей «Мультипремикс» (одновального или двухвального), разработанных для смешивания микро- и малых компонентов, других добавок, в том числе жидких, при производстве премиксов и комбикормов. На валу ротора смесителя расположены лопасти, которые можно поворачивать, изменяя их угол атаки и при износе заменять на новые [7]. Конструкция разгрузочного люка позволяет в короткий срок полностью разгрузить ванну смесителя от продукта.

Возможность регулирования угла поворота лопастей относительно их оси позволяет устанавливать наиболее рациональный угол, зависящий от структурно-механических и адгезионных свойств перемешиваемых компонентов смеси [7].

К недостаткам данных смесителей относятся: длительность смешивания; значительный износ стенок смесительной камеры и, как следствие, небольшой срок эксплуатации.

Заключение. Целесообразной является следующая конструкция смесителя: по количеству смешивающих валов – двухвальный; по расположению рабочего органа – наклонный; по способу смешивания – принудительного действия; по типу рабочего органа – комбинированные.

Список использованной литературы

1. Александров, А.И. Совершенствование процессы смешивания при производстве высокоусвоемых комбикормов с мультиферментными комплексами: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.12; 05.18.01 / Александров Алексей Ильич. – Воронеж, 2020 – 274 с.
2. Василенко, В.Н. Энерго- и ресурсосберегающие технологии переработки масличных культур: учебное пособие / В.Н. Ваиленко, Л.Н. Фролова, И.В. Драган. – Воронеж, 2015. – 172 с.
3. Ревякин, Е.Л. Опыт освоения технологий и оборудования для внутрихозяйственных комбикормовых предприятий / Е.Л. Ревякин, В.И. Пахомов. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – 128 с.
4. Техническое обеспечение животноводства : учебник для вузов / А.И. Завражнов, С.М. Ведищев, М.К. Бралиев, А.В. Китун, В.И. Передня, Н.Н. Романюк, В.А. Бабушкин, В.Ф. Федоренко ; Под редакцией академика РАН А.И. Завражнова. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 516 с.
5. Технологии для комбикормовой промышленности. Каталог Buler. Schweiz.- 2006 – 15 с.
6. Технологии и оборудование для производства премиксов. Каталог Van Aarsen Holland. – 2005. – 10 с.
7. Технологическое оборудование и поточные линии предприятий при переработке зерна учебник / Л.А. Глебов, А.Б. Демский, В.Ф. Веденеев, А.Е. Яблоков, I и III части под. ред. Л.А. Глебова, II часть под. ред. А.Б. Демского. – М.: Дели Принт, 2010. – 696 с.
8. Шаршунов, В.А. Машины и оборудование для производства комбикормов: Справочное пособие [текст] / В.А. Шаршунов, А.В. Червяков, С.А. Бортник, Ю.А. Пономоренко. – М.: Экоперспектива, 2005. – 487 с.

УДК 631.363

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПЛЮЩЕНИЯ ЗЕРНА ЗА СЧЁТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ ПЛЮЩИЛКИ

А.Д. Герасименко, аспирант, П.А. Патрин, канд. техн. наук, доцент, Д.С. Рудаков, учебный мастер

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет», г. Новосибирск, Россия.

Аннотация: Высокая стоимость комбикормов заставляет производителей животноводческой продукции искать способы эффективной подготовки зерновых кормов и экономного их расходования на предприятии. Достичь это возможно, за

счёт использования рациональных технологий приготовления сбалансированных зернокормовых смесей с максимальным усвоением питательных веществ. Разрушение оболочек зерна и крахмальных зёрен эндосперма плющением, а так же большая поверхность хлопьев обеспечивают высокую усвояемость корма. Однако отсутствие надёжных плющилок, сдерживает применение этой технологии.

Abstrakt: The high cost of compound feeds forces producers of livestock products to look for ways to effectively prepare grain feeds and economically spend them at the enterprise. It is possible to achieve this through the use of rational technologies for the preparation of balanced grain-feed mixtures with maximum absorption of nutrients. The destruction of the grain shells and starch grains of the endosperm by flattening, as well as the large surface of the flakes ensure high digestibility of the feed. However, the lack of reliable flatteners hinders the use of this technology.

Ключевые слова: Вальцовые плющилки, зерновая смесь, условия захвата, деформация зерна.

Key words: Roller flatteners, grain mixture, capture conditions, grain deformation.

Введение. Основной целью подготовки зерновых кормов и их смесей является максимальное разрушение оболочек и крахмальных зёрен каждой зерновки. В первую очередь такая подготовка необходима для молодняка сельскохозяйственных животных, у которых система пищеварительного тракта слабо адаптирована к перевариванию растительных кормов. На практике используют различные способы: механические, тепловые, химические и биологические. Сравнительные исследования удельных затрат при росте привесов в 1 % показали, что среди тепловой обработки наименьшие удельные затраты имеет пропаривание с плющением, среди механической обработки – плющение[1, 2.]. Это объясняется тем, что в процессе плющения максимально разрушается связь оболочки с зерновкой, увеличивается поверхность хлопьев, а разрушение крахмальных зёрен эндосперма придаёт хлопьям пористое строение. Всё это способствуют интенсивному проникновению ферментов желудочного сока во внутрь хлопьев, что обеспечивает максимальное переваривание питательных веществ.

Основная часть. Однако широкое использование технологий приготовления комбикорма с плющённым зерном; плющёной консервированной зерновой смеси и т.д сдерживается отсутствием надежных отечественных плющилок [3].

К основным недостаткам выпускаемых вальцовых плющилок можно отнести:

- высокие распорные усилия вальцов, из за малого контакта зерна с ними, ведут к увеличению энергозатрат;

- для решения компромиссной задачи между условиями захвата частиц и качеством готового продукта необходимо калибровать зёрно по размеру, использовать вальцы соответствующего диаметра и т.д.;

- малое время воздействия вальцов на зерно вызывает ударные деформации, что приводит к дроблению зерна и разрушению хлопьев;

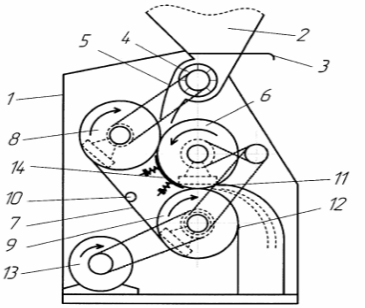


Рисунок 1 – Конструкция двух ступенчатой вальцово-ленточной плющилки:
1 – рама; 2 – питательный бункер; 3 – регулировочная заслонка;
4 – питающий валец; 5 – криволинейная, направляющая пластина;
6 – верхний основной валец; 7 – лента; 8 – верхний боковой валец;
9 – нижний валец; 10 – натяжное устройство ленты; 11, 12 – очищающий нож;
13 – электродвигатель; 14 – прижимная пластина.

- непригодны для плющения зерновой смеси, с широким диапазонам размера частиц.

- в двух ступенчатой вальцовой плющилке при плющении влажного зерна происходит забивание предварительно расплющенным зерном в первой ступени, пространства между криволинейной направляющей пластиной и основным вальцом, вследствие чего технологический процесс нарушается.

В связи с этим основными исходными требованиями к процессу плющения зерна и зерновой смеси являются:

- обеспечение качества готовой продукции согласно зоотехническим требованиям;

- обеспечение надёжного захвата зерна не зависимо от диаметра вальцов и физико-механических свойств частиц – влажности и размера;

- иметь возможность снижать распорные усилия вальцов и ударные деформации зерна;

- иметь возможность регулировать производительность плющилки за счёт увеличения скорости рабочих органов, а не их габаритов.

Учитывая недостатки выпускаемых вальцовых плющилок и исходные требования к процессу плющения зерна нами предложена конструкция двухступенчатой вальцоволенточной плющилки [4]. Отличительной особенностью предложенного устройства является использование тонкослойной ленты, позволяющей создать рабочие зоны: подвода зерновки к рабочей поверхности основного вальца, при этом в результате нормального давления последнего на зерновку происходит частичная деформация ленты, обеспечивая этим её надёжное защемление с последующей деформацией первой парой вальцов; зону непрерывного мягкого режима плющения зерна между поверхностью основного вальца и лентой, обеспечивая их выравнивание по толщине перед подачей в зону второй ступени плющения.

Предварительные исследования подтвердили соответствие этой конструкции исходным требования к процессу плющения зерна и зерновой смеси.

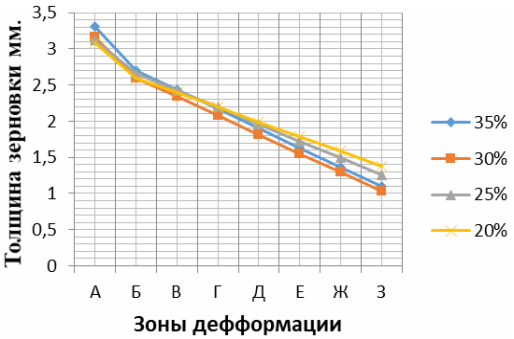


График 1 – Распределение толщины хлопьев ячменя по точкам зон деформации зёрен.

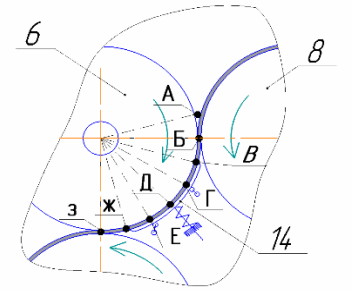


Рисунок 2 – Точки зон деформации зёрен ячменя.

Анализ графика 1 показывает, что в предложенной конструкции плющилки значительно увеличивается время плющения зерновки и обеспечивается мягкий режим деформации зерна в межступенчатой зоне плющения, что позволяет значительно снизить распорные усилия между вальцами, ударные нагрузки на зерновку и сохранить цельность хлопьев.

Список использованной литературы

1. Патрин П.А., Рудаков Д.С., Кондратов А.Ф., Поликарпов В.С., Способ производства зернокормовых смесей для животноводства. Патент №2490860 Российская Федерация / заявл. 16.12.2011; опуб. 16.08.2013.

2. Патрин П.А., Кондратов А.Ф., Пшенов Е.А., Рудаков Д.С. Производство зернокормовых смесей в условиях Сибири//Сиб. Весн. с-х. наук. – 2016. – №1. – С. 23–29.

3. Афанасьев А, Остриков А., Василенко В. : Линия но производству комбикормов с плющеным зерном // Комбикорма № 11. 2013г. С. 43–50.

4. Патрин П.А., Герасименко А.Д., Патрин В.А. и др. Трёхвальцоваяплющилка зерна и зерновых смесей. Патент R.U. № 2757116 C1 МПКВ02С 4/06.

УДК:636.2:681.7

ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЙ МЕТОД БЕСКОНТАКТНОЙ ОЦЕНКИ МАССЫ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

И.И. Гируцкий, д-р техн. наук, профессор,
С.И. Немирович магистр техн. наук, ассистент.
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
Nemirovich_S_I@mail.ru

Аннотация: Данная статья о бесконтактном измерении массы крупного рогатого ската и возможностях данной методики.

Abstract: This article is devoted to contactless measurement of cattle mass and the possibilities of this method.

Ключевые слова: Масса, КРС, оптико-электронный метод, нейронные сети.

Keywords: Mass, cattle, optical-electronic method, neural networks.

Введение. Измерение массы и оценка суточного прироста КРС являются важными параметрами при работе с дойным стадом. По суточной массе можно оценивать суточный прирост и судить о состоянии коровы в целом. Развитие современных цифровых технологий и снижение цены на оптическую технику дало толчок к развитию оптико-электронных методов измерения массы животных, что, в свою очередь, приводит к уменьшению трудозатрат и улучшению технологического процесса. Подобные системы самостоя-

тельны и не требуют каких-либо усилий со стороны фермера, предоставляя данные ежедневно о состоянии стада.

Основная часть. Бесконтактное измерение массы основывается на параметрических измерениях, которые показали хорошие результаты при отсутствии весов.

Первым действием методики является получение снимка и расстояния до объекта (оптимальным расстоянием является от 2 до 6 метров). Также для обработки изображения необходимо знать параметры камеры. Следующим действием происходит сегментация изображения. Для решения этой задачи используем современные нейронные программные алгоритмы сегментации на основе сверхточных нейронных сетей [1]. Результат применения указанных алгоритмов, реализованных в программной библиотеке TenzorFlow [2], Результат представлен на рисунке 1.

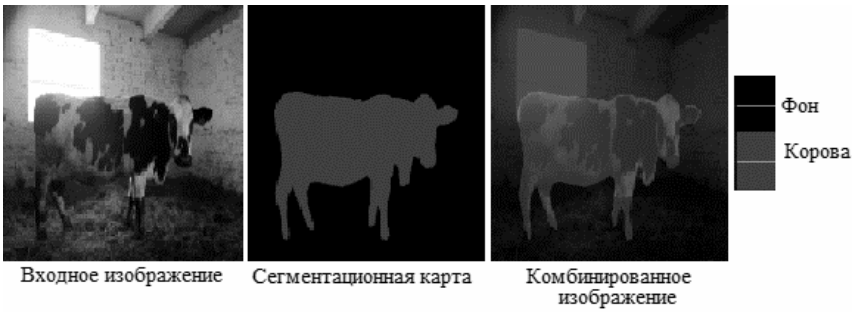


Рисунок 1 – Результат обработки изображения нейронными сетями

Массу m коровы предлагается определять как функцию нескольких измеряемых по полученным изображениям параметров l_1, l_2, …:

$$m = f\left(l_1, l_2, ...\right),$$

где конкретный вид функции $f(\ldots)$ для всей породы в целом определяется в виде нейронной сети на основе обработки статистических данных [1].

В данной работе для черно-пестрой породы коров предлагается использовать следующее уравнение регрессии:

$$m = 3{,}31\, x + 1{,}62\, y, \qquad (1)$$

где m – масса коровы, кг; x– длина коровы, см; y – боковая высота коровы, см.

Для оценки размеров тела коровы x и y по полученному бинаризованному изображению в данной работе используется программный алгоритм на основе вейвлет-преобразования. В начале находятся значимые линии, затем точки координат пересечения линий, и по разнице координат находится значение ширины и длины коровы в пикселях.

Данные, полученные с изображения, переводятся в сантиметры и подставляются в уравнение регрессии (1). Полученная масса коров оптико-электронным методом сравнивалась с отдельно стоящими стационарными весами. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты опыта

Номер опыта	Измерение массы с стационарных весов	Масса, полученная с помощью оптико-электронного метода	Разница
	кг	кг	кг
1	568	551	17
2	613	593	20
3	622	600	22
4	614	606	8
5	581	582	-1
6	636	629	7
7	629	623	6
8	559	584	-25
9	467	481	-14
Суммарный вес коров:	5289	5249	40

Разница массы, полученной с программы, от измеренной массы на стационарных весах для индивидуальной коровы колеблется в пределах 4,4 %, а суммарная масса всех коров, измеренной с помощью программы, отличается на 0,8 %.

Заключение. Для повышения точности необходимо использовать дополнительные параметры коровы. Данный метод может использоваться для оценки массы стада в целом.

Список использованной литературы

1. Нейронные сети в Matlab. Аппроксимация функций / [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://gr1g0ry.blogspot.com/2010/06/blog-post_15.html. Дата доступа – 10.08.2022.

2. Шакла, Н. Машинное обучение и TensorFlow. – СПб.: Питер, 2019. – 336 с.

3. Доля П.Г. Математические методы обработки изображений / П.Г. Доля. – Харьков: Харьковский национальный университет механико-математический факультет, 2014. – 42 с.

УДК 636.2.034:004

ДИАГНОСТИКА ДОИЛЬНОГО АППАРАТА ПО АНАЛИЗУ ТЕРМОГРАФИЧЕСКОГО СНИМКА

И.И. Гируцкий, д-р техн. наук, доцент,
Ю.А. Ракевич, аспирант
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь,
gir_50@mail.ru

Аннотация: В статье изложены результаты экспериментальных исследований диагностики доильного аппарата по анализу термографического снимка.

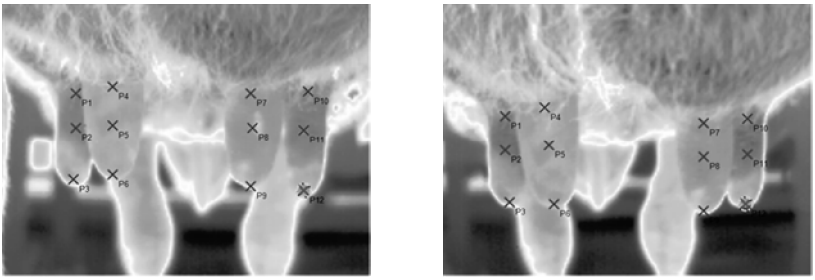
Abstract: The article presents the results of experimental studies of the diagnosis of the milking machine by analyzing the thermographic image.

Ключевые слова: доильный аппарат, вымя, термографический снимок.

Keywords: milking machine, udder, thermal imager.

Введение. Доильный аппарат оказывает существенное воздействие на состояния здоровья вымени и продуктивного долголетия коров. При неправильном соблюдении технологий машинного доения, плохом техническом состоянии доильного аппарата и выбора некачественного доильного оборудования является основной причиной нарушения кровообращения в соске, развития воспалительных процессов вымени коров, что приводит к заболеванию маститом. [1,2].

Основная часть. Дистанционно измеряли и фиксировали 12 контрольных точек в области основания, середины и верхушки сосков, для каждой четверти вымени в отдельности до надевания доильных стаканов и после доения (рисунок 1).



а) б)

Рисунок 1 – Термографические снимки вымени сосков:
а) до надевания доильных стаканов; б) после доения

Анализируя полученные термографические снимки коров с помощью программного обеспечения тепловизора, были обработаны

и получены показатели температур, в результате построен график показателей температур до надевания доильных стаканов и после доения (рисунок 2).

Увеличение температуры поверхности сосков после доения обусловлено механическим воздействием доильного аппарата, что приводит к изменению кровообращения. Чем более щадящий доильный аппарат и лучшее соблюдение технологии машинного доения, тем меньше происходит нарушение кровообращения в соске, что проявляется уменьшением температуры в конце доения. Очевидно, что на температуру вымени будет влиять воздействие доильного аппарата в процессе доения [3,4].

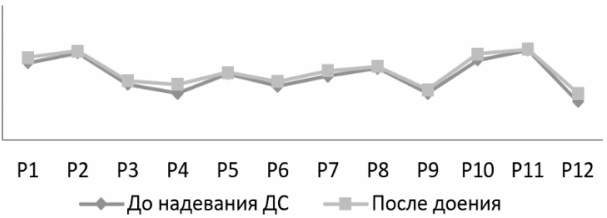


Рисунок 2 – График показателей температур до надевания доильных стаканов и после доения в 12 контрольных точек в области основания – P1,P4,P7,P10; середины – P2,P5,P8,P11; верхушки сосков – P3,P6,P9,P12

За счет механического воздействие доильного аппарата температура четверти вымени коров во время доения существенно увеличивается. При снятии доильных стаканов на вымени без патологии наблюдалось уменьшение температуры, это связано с уменьшением объема остаточного молока, вследствие его опорожнения, и изменения кровообращения в органе. При снятии доильных стаканов на вымени коров, находящихся на разных стадиях мастита наблюдалось увеличение температуры, вследствие реакций воспалительного процесса, повышенной функциональной нагрузкой на вымя и механическим воздействием доильного аппарата.

Заключение. Полученные результаты свидетельствуют, о том, что показатели температуры сосков и вымени коров во время доения, до и после, на термографических снимках позволяют дать оценку влияния доильного аппарата на молочную железу, а соски вымени могут служить как индикаторы качества работы доильных аппаратов.

Список использованной литературы

1. Ракевич, Ю. А. Анализ конструкций доильных аппаратов/ Ю. А. Ракевич // Научный поиск молодежи XXI века: сб. науч. ст.: в 3 ч., Ч.1: материалы XVII Ме-

ждународной научной конференции студентов и магистрантов, Горки 22–24 ноября 2016 г. – Горки: БГСХА, 2017. – С. 371–374.

2. Романович, А.А. Анализ доильных стаканов/ Романович А.А., Ракевич Ю.А. // Инновационная деятельность в модернизации АПК: Междунар.научно-практ.конф. 7–9 декабря 2016 г., ч. 1-г. Курск. С. 330–333.

3. Гируцкий, И.И.. Экспериментальные исследования термографического метода диагностики мастита дойных коров/ И.И. Гируцкий, Ю.А. Ракевич, А.Г. Сеньков. // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по механиз. сельского хоз-ва». – Минск, 2020. – Вып. 54. – С. 204–211.

4. Hirutski, I. Selection of the information parameter for the thermography method of diagnostics of dairy cows mastitis/ Ivan I. Hirutski, Yuri A. Rakevich, Andrey G. Senkov //IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONGRESS AGRICULTURAL MACHINERY, Year V Volume 1/8, 23.06 – 26.06.2021, VARNA, BULGARIA, pp. 48–53.

УДК 621.926

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛ ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ЗЕРНОВКУ В СЕПАРИРУЮЩЕМ КАНАЛЕ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКИ

А.И. Голиков, аспирант, А.А. Мезенов, канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет», г. Новосибирск, Российская Федерация

rockwany97@mail.ru

Аннотация: В статье рассмотрена кинематика движения частицы в закрученном потоке в сепарирующем канале пневматической молотковой дробилки. Получено уравнение движения частицы в сепарирующем канале.

Abstract: The article considers the kinematics of particle motion in a swirling flow in the separating channel of a pneumatic hammer crusher. The equation of motion of a particle in a separating channel is obtained.

Ключевые слова: пневматическая молотковая дробилка, пневмосепаратор, гравитационная сила, сила аэродинамического сопротивления, центробежная сила.

Key word: pneumatic hammer crusher, pneumatic separator, gravitational force, aerodynamic drag force, centrifugal force.

Введение. Актуальным вопросом являются исследования, направленные на повышение эффективности рабочего процесса измельчения зерна в пневматических молотковых дробилках. В связи с этим возникает необходимость усовершенствовать систему очистки фуражного зерна от мелких и крупных примесей [1].

Основная часть. Очистка фуражного зерна от крупных и мелких примесей в пневмосепараторе происходит под действием гравитационных, аэродинамических сил, сил инерции. Сначала воз-

душно-продуктовый поток попадает в сепарирующий канал по перьям шнека, где дополнительно на поток действует центробежная сила, которая расслаивает поток на фракции: тяжелые частицы относятся к стенкам канала, а легкие примеси и продукт относятся ближе к центру шнека. Далее материал поступает на сепарирующую решетку, на которой происходит выделение мелких примесей[1].

Рассмотрим движение единичной частицы, принадлежащей зерновому вороху в сепарирующем канале на рисунке.

Частица воздушного потока массой m движется во всасывающем воздушном потоке. В сепарирующем канале на частицу действуют сила аэродинамического сопротивления R, гравитационная сила mg, а также центробежная сила $F_ц$, имея абсолютную скорость частицы V_0 под действием скорости воздуха $V_в$ [2].

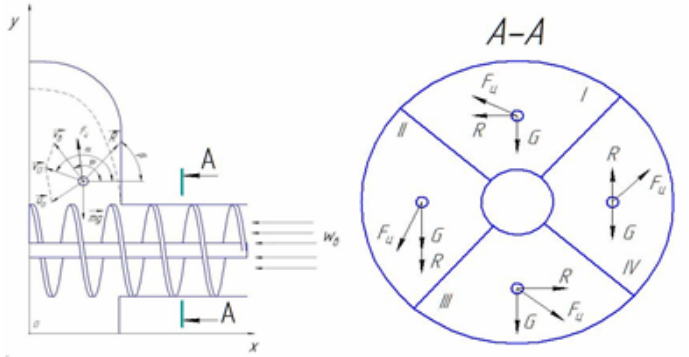


Рисунок – Схема действия сил на частицу в закрученном потоке в сепарирующем канале пневматической молотковой дробилки

Во время движения частицы направление действия силы тяжести остается неизменным, в то время как направление силы сопротивления действию воздушного потока постоянно меняется [3].

Условно шнек можно разбить на 4 зоны сепарации. При попадании в сепарирующий канал частица оказывается в области I. Далее она перемещается в область II, где силы направлены вниз, благодаря чему происходит разгон частицы. Далее частица попадает в зону III, при этом тяжелые частицы (зерно) остаются на дне, т. к. силы воздушного потока недостаточно, чтобы оторвать их от поверхности. В этой области происходит расслоение вороха на минеральные примеси и зерно. В заключительной IV зоне происходит классическое разделение вороха на основе разницы скоростей витания [4].

Исходя из всего выше сказанного, можно записать уравнение движения в закрученном потоке материальной точки в виде:

$$m \cdot \vec{W} = \vec{R} + \vec{G} + \vec{F}_{ц}$$

где m – масса частицы, $\vec{W}$ – векторная скорость воздушного потока, $\vec{R}$ – сила аэродинамического сопротивления, $\vec{G}$ – гравитационная сила, $\vec{F}_{ц}$ – центробежная сила.

Заключение. Таким образом, можно сделать вывод, что возможно применение центробежной силы в совокупности с гравитационной и силой аэродинамического сопротивления позволит повысить эффективность работы пневмосепаратора молотковой дробилки, т.е. на секции пера шнека II за счет со направленности сил G и $F_{ц}$ будет происходить очистка от крупных и минеральных примесей, а в секции IV одинаковое направление сил R и $F_{ц}$ будет происходить разделение вороха на зерно и легкие примеси.

Список использованной литературы

1. Булатов С.Ю. Исследование аэродинамических характеристик дробилки при совместной работе с пневмосепаратором// 145 Знания молодых – новому веку. Материалы Всероссийской студенческой науч. конф.: Сб. науч. тр. Киров: Вятская ГСХА. – 2009. – С. 181–182.

2. Нелюбов А.И. Пневмосепарирующие системы сельскохозяйственных машин/ А.И. Нелюбов, Е.Ф. Ветров. – М.: «Машиностроение». – 1977. – 192 с.

3. Ческидов М.В. Обоснование параметров конструкции и режима работы воздушно-шнекового сепаратора для очистки зерна. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук. Троик: Южно-Уральский ГАУ. – 2020. – 149 с.

4. Шаршунов В.А. Технология и оборудование для производства комбикормов: в 2-х ч. Ч. II. Технологическое оборудование комбикормовых предприятий / В.А. Шаршунов, Л.В. Рукшан, Ю.А. Пономаренко и др. – Минск: Мисанта. –2014. – 815 с.

УДК 636.085.62

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ КОЛОНН ОХЛАЖДЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАННЫХ КОРМОВ

А.А. Голикова, аспирант,
А.А. Мезенов, канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет», г. Новосибирск, Российская Федерация
aagolikova97@mail.ru

Аннотация: в статье представлена классификация колонн охлаждения гранулированных кормов в комбикормовом производстве. Проанализированы мощ-

ность, производительность и удельный расход энергии колонн охлаждения гранул, выделены их преимущества и недостатки.

Abstract: the article presents the classification of cooling columns of pelleted feed in feed production. The power, productivity and specific energy consumption of the pellet cooling column are analyzed, their advantages and disadvantages are highlighted.

Ключевые слова: колонна охлаждения, охлаждение, сушка, гранулы, вертикальные и горизонтальные колонны охлаждения, охладитель.

Key word: cooling column, cooling, drying, pellets, vertical and horizontal cooling columns, cooler.

Введение. На предприятиях по производству гранул, на исходный материал воздействуют высоким давлением под прессом и горячим паром. После воздействия, температура сформированных гранул или брикетов может превышать точку кипения воды. Для сохранения качества продукции и отведения лишней влаги используются колонны охлаждения гранул [1].

Актуальным вопросом являются разработка и совершенствование процесса и оборудования для прессования и кондиционирования кормов, обработки гранул с целью снижения затрат энергии и повышения качества получаемого продукта [2].

Основная часть. Для охлаждения гранул используют два основных типа охладителей: вертикальные охладительные колонны с самотечным перемещением гранул и горизонтальные конвейерные охладители представлены на рисунке.



Рисунок – Классификация колонн охлаждения

Вертикальные охладители имеют преимущественное распространение и в таблице 1 представлены технические характеристики [3].

Проанализировав таблицу 1, можно сделать вывод, что при увеличении производительности требуется больше затрат энергии на охлаждение гранул. На работу вентилятора затрачивается 73–84 % от суммарной мощности аппарата, а 16–27 % на работу рассева и шлюзовые затворы.

Таблица 1 – Технические характеристики вертикальных колонн охлаждения

Модель	Мощность, кВт	Производительность, т/ч	Удельный расход энергии, кВт*ч/т
Охладители гранул без автоматизации			
ОГ-1	6,24 (5,2+1,04)	1	6,24
КО-5,5	6,5(5,5+0,75+0,37)	1	6,5
ОГ-2	8,62(6,896+1,724)	2	4,31
КО-11	12(10,08+1,92)	2	6
Охладители гранул автоматизированные			
ОГА-1,5	9,72(7,68+1,02*2)	1,5	6,48
ОГА-3	13,22(10,6+1,31*2)	3	4,41
КО-15А	17,58(14,42+3,16)	5	3,516
ОГА-6	18,35(15,4+2,95)	6	3,06

Для охлаждения экструдата на небольших предприятиях рационально применять горизонтальные охладители. В качестве примера горизонтальных охладителей экструдата приведены охладители ОЭ-0,5 и ОЭ-1/1 «Жаско», ОХ-1500, ОХ-2500 «Доза-Агро» [4] и их технические характеристики приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики горизонтальных охладителей экструдата

Модель	Мощность, кВт	Производительность, т/ч	Удельный расход энергии, кВт*ч/т
ОЭ-0,5	0,55	0,5	1,1
АС-4	1(0,6+0,4)	0,5-1	1
ОЭ-1/1	3(1,8+1,2)	1	3
ОХ-1500	3(1,5+1,5)	1,5	2
ОХ-2500	3,7(2,2+1,5)	2,5	1,48

В горизонтальных охладителях 50–60 % от суммарной мощности расходуется на работу привода барабана, а 40–50 % на работу вентилятора, при этом производительность аппарата не высокая.

Заключение. Проанализировав основные показатели колонн охлаждения можно сделать вывод, что у вертикальных автоматизированных колонн охлаждения при повышении мощности и производительности снижается удельный расход энергии 52,8 %, а у охладителей без автоматизации на 33,7 %, у горизонтальных охладителей повышается удельный расход энергии на 66,7 % .

Список использованной литературы

1. Курочкин А.А. Оборудование перерабатывающих производств / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, В.М. Зимняков: учебник – М. : ИНФРА-М, 2018. – 363 с.

2. Пахомов В.И. Технологии и оборудование для производства комбикормов и премиксов: учеб. пособие / В.И. Пахомов, Д.В. Рудой, С.В. Брагинец, О.Н. Бах-

чевников, А.В. Ольшевская; Донской гос. техн. ун-т. – Ростов-на-Дону: ДГТУ. – 2019. – 228 с.

3. Тарасов В.П. Технологическое оборудование зерноперерабатывающих предприятий: учеб. пособие / В.П. Тарасов. – Барнаул: АлтГТУ, 2014. – 292 с.

4. Шаршунов В.А. Технология и оборудование для производства комбикормов: в 2-х ч. Ч. II. Технологическое оборудование комбикормовых предприятий / В.А. Шаршунов, Л.В. Рукшан, Ю.А. Пономаренко и др. – Минск: Мисанта, 2014. – 815 с.

УДК 631.363.25

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ВТОРИЧНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ

М.А. Керимов[1], д-р техн. наук, профессор,
В.И. Ветушко[2], старший преподаватель,
Бузиту Нкука[3] Дави Жервен, магистрант

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», г. Санкт-Петербург, Россия

[1]martan-rs@yandex.ru; [2]masterkms@mail.ru; [3]davygalantuomobouzitou@mail.ru

Введение. Создание и развитие порошковой отрасли отвечает стратегическим задачам, направленным на подъем сельскохозяйственного производства, пищевой отрасли, а также повышение углублённой переработки органического сырья, сокращение потерь продукции сельского хозяйства, удешевление стоимости строительных материалов, улучшение качества продуктов питания.

Основная часть. Для получения нанопорошков используется измельчитель дезинтеграторного типа [1]. Модель функционирования измельчителя, разработанного в Санкт-Петербургском государственном аграрном университете, представлена на рисунке 1.

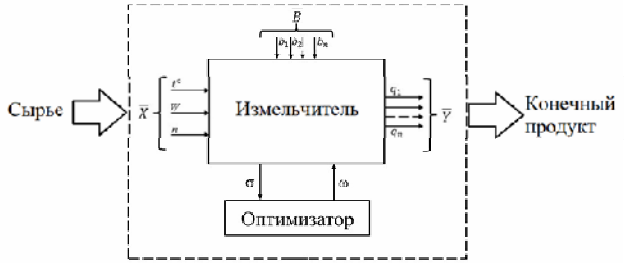


Рисунок 1 – Модель функционирования технологического процесса изготовления порошка

Технология получения нанопорошков основана на разделении загружаемого в машину органического сырья с последующим его

измельчением путем формирования двух встречных потоков. Движение компонентов в потоке осуществляется с заданной скоростью до 700 м/с с возможностью столкновения частиц сырья в ограниченной зоне. Высокая скорость разгона потоков материала в ограниченном пространстве предусматривает непрерывное механическое вскрытие капилляров твердых частей перерабатываемого сырья [2, 3].

К числу препаратов, применяемых в кормосмесях, относятся добавки. В их состав входят микроорганизмы, способствующие нормализации микрофлоры желудочно-кишечного тракта и повышению использования питательных веществ рациона. Схема предложенной технологической линии производства концентрированного порошка для применения в кормосмесях на животноводческих комплексах представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Схема технологической линии производства порошка
1 – выращивание микробной массы; 2 – концентрирование;
3 – нанесение на носитель; 4 – сушка; 5 – измельчение исходного материала;
6 – межоперационное перемещение продукта; 7 – перемешивание, контроль;
8 – перемещение в накопитель; 9 – дозирование готового продукта.

На разработанной установке дезинтеграторного типа изготовлен продукт «Кедрослав», а также порошки из вторичных сырьевых ресурсов (рисунок 3). Были проведены испытания порошка «Кедрослав» при скармливании его КРС и сельскохозяйственной птице на базе учебно-опытного хозяйства по рекомендациям, разработанным учеными СПбГАУ. Результаты представлены в таблице 1 [4].

Таблица 1 – Результаты применения кормовой добавки «Кедрослав»

Объект	Период использования\доза	Промежуточный результат	Контрольный результат
Телята	От 10 дней \ 100 мг на 1 кг живой массы в день.	Восстановление функции ЖКТ; уменьшение сроков выздоровления больных телят на 2-3 дня	Активация подвижности, улучшение роста и развития; эффективность добавки при желудочно- кишечных болезнях новорожденных телят с симптомокомплексом диареи составила 90,0%,
Цыплята	От 10 дней \ 100 мг на 1 кг живой массы в день	Профилактика желудочно-кишечных болезней	Нормализация обменных процессов, ускорение роста и развития до 7% цыплят по сравнению с контрольной группой
Коровы	От 10 дней \ 100 мг на 1 кг живой массы в день		Увеличение суточного надоя молока до 1,5 литров и улучшение его вкусовых качеств и жиромолочности
Куры	От 10 дней \ 200 мг на 1 кг живой массы в день		Положительное влияние на саму птицу, увеличение массы яйца на 8,0% и толщины скорлупы на 7,9%.



Рисунок 3 – Концентрированные порошки из различных видов сырья

Заключение. Разработан технологический процесс измельчения исходного материала растительного и животного происхождения для формирования оптимального состава субстрата (порошка) за счет управления интенсивностью реагирования компонентов сырья между собой. Предложенный способ направлен на сохранение в конечном продукте содержащихся в исходном материале полезных веществ.

С использованием разработанной технологии получена кормовая добавка «Кедрослав», а также порошки из таких исходных материалов, как тыква, морковь, свекла, борщевик Сосновского и др. Свойства полученных порошков позволяют говорить о перспективности данного направления. Кроме того, по данной технологии можно перерабатывать скоропортящееся с/х сырье.

Список использованных источников

1. Керимов М.А. Измельчительные технологии: от микроразмерных фракций до наночастиц / Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2020 г. № 1 (58). – С. 166–171.

2. М.И. Алымов, П.Ю. Гуляев, С.В. Семичев Консолидация порошковых наноматериалов: обзор тенденций развития и применения, Вестник ЮГУ, 2019 г. Выпуск 4 (55). С. 7–16.

3. K.M. Boyko, V.O. Popov, M.V. Kovalchuk. Promising approaches to crystallization of macromolecules suppressing the convective mass transport to the growing crystal, Russian Chem. Reviews, 84:8 (2015), 853–859.

4. 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.

УДК: 637.112.5; 637.115

РАЗРБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ МАНИПУЛЯТОРА УСТАНОВКИ ПРЕДДОИЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ВЫМЕНИ

М.А. Керимов[1], д-р техн. наук, профессор,
Д.В. Барабанов[2], аспирант
[1]ФГБОУ ВО СПбГАУ, г. Санкт-Петербург, Россия.
[2]ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА, г. Иваново, Россия.
[1]Martan-rs@yandex.ru, [2]Barabanov_dmitry@mail.ru

Аннотация: В статье рассмотрен вопрос роботизации доения. В частности, предложены возможные пути снижения стоимости роботизированных доильных систем. Предложен манипулятор упрощенной конструкции.

Abstract: The article deals with the issue of robotic milking. In particular, possible ways to reduce the cost of robotic milking systems are proposed. A manipulator of a simplified design is proposed.

Ключевые слова: молочное скотоводство, роботизация, преддоильная подготовка вымени, манипулятор.

Keywords: dairy cattle breeding, robotization, udder washing and massage, manipulator.

Введение. За последние три десятилетия роботизированное доение прошло путь от перспективной идеи до успешно эксплуатируемых установок, нацеливших молочные фермы на замену традиционных доильных установок на роботизированные. В настоящее

время существует достаточно большое количество роботизированных систем, позволяющих осуществлять доение животных как на фермах небольших хозяйств, так и на крупных молочных комплексах. При этом крупные производители роботизированных доильных систем, такие как GEA Farm Technologies и DeLaval, пришли к концепции создания роботизированных модулей, которые могут быть интегрированы в доильные залы практически любой конструкции [1-4].

Тем не менее, существующие роботизированные доильные системы характеризуются достаточно сложными техническими решениями, что отрицательно сказывается на их стоимости. Высокая стоимость доильных роботов в настоящее время является серьезным препятствием на пути их массового внедрения в хозяйствах, особенно в России. Поэтому, одной из задач в области проектирования доильных роботов на ближайшую перспективу является разработка более простых и доступных решений, позволяющих снизить стоимость такого оборудования [2-5].

Основная часть. Наиболее трудозатратной операцией при доении коров является подготовка вымени к доению. В существующих доильных роботах очистка сосков вымени осуществляется либо при помощи моечного стакана, либо при помощи щеток, которые по очереди обрабатывают каждый сосок. Это приводит к повышенным требованиям для применяемых в роботах систем машинного зрения, а также конструкции манипулятора.

На основании этого возникла гипотеза о том, что при использовании рабочего органа, обрабатывающего все соски вымени одновременно, высокая точность системы машинного зрения не требуется, а задачу подведения рабочего органа в рабочую зону для обработки сосков вымени может решить манипулятор со значительно упрощённой конструкцией, на базе которого можно создать установку для преддоильной подготовки вымени.

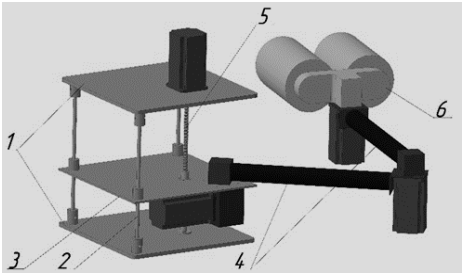


Рисунок 1 – Схема манипулятора.

Основу такого манипулятора составляют два основания 1, связанные направляющими 2, по которым имеет возможность перемещаться подвижная платформа 3, на которой закреплены рычаги манипулятора 4. Шариковая винтовая передача 5 обеспечивает движение платформы и связанных с ней рычагов в вертикальной плоскости, а угловые перемещения рычагов обеспечивает передвижение рабочего органа 6 в горизонтальной плоскости. Соотношение длин рычагов определено исходя из ранее проведенного кинематического исследования. В качестве привода рычагов манипулятора предполагается использовать шаговые двигатели, которые в настоящее время достаточно широко распространены в связи с их применением в станках с числовым программным управлением.

Манипулятор подобной конструкции может быть использован в роботизированной установке преддоильной подготовки вымени, которую предполагается использовать совместно с доильным залом типа «Карусель» [6]. Так же следует отметить, что манипулятор подобной конструкции может быть использован при обработке вымени коров после доения.

Заключение. Таким образом, роботизация отдельных технологических процессов является одним из путей снижения стоимости роботизированного доения и его более массового внедрения.

Предложенная схема манипулятора может использоваться не только для преддоильной подготовки вымени, но и для обработки вымени после доения, причем в дольных залах различной конфигурации.

Список использованной литературы

1. Федоренко, В. Ф. Анализ различных вариантов применения доильных роботов в молочном животноводстве / В. Ф. Федоренко, В. В. Кирсанов, Н. П. Мишуров // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 7(289). – С. 33–37. – DOI 10.33267/2072-9642-2021-7-33-37. – EDN NHGNBB.

2. Патент № 2473211 C2 Российская Федерация, МПК A01J 5/017. Приспособление для автоматической дойки молочного скота : № 2009112383/13 : заявл. 28.08.2007 : опубл. 27.01.2013 / К. Ван Ден Берг. – EDN BQSSWN.

3. Патент № 2566704 C2 Российская Федерация, МПК B25J 13/08, A01J 5/017. Доильный робот и система доения : № 2012157767/02 : заявл. 01.06.2011 : опубл. 27.10.2015 / Я. Э. Андерссон, Т. Аксельссон ; заявитель ДЕЛАВАЛЬ ХОЛДИНГ АБ. – EDN IORCLD.

4. Патент № 2753879 C2 Российская Федерация, МПК A01J 5/017. Рычажный механизм для доильной установки автоматического доения дойных животных, перегородка доильной установки и доильная установка : № 2018111519 : заявл. 30.03.2018 : опубл. 24.08.2021 / О. Кроне ; заявитель ГЕА ФАРМ ТЕКНОЛОДЖИЗ ГМБХ. – EDN THXKZB.

5. Использование роботизированных доильных установок – преимущества и проблемы / А. Ф. Трофимов, В. Н. Тимошенко, А. А. Музыка [и др.] // Вестник Сумского национального аграрного университета. – 2014. – № 2-2. – С. 208–212. – EDN SXYUMR.

6. Доильный зал с роботизированной установкой преддоильной подготовки вымени / А. В. Крупин, Н. В. Муханов, Д. В. Барабанов, Н. Н. Сафонова // Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России : Сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции с международным участием, посвященной 100-летию академика Д.К. Беляева, Иваново, 02 марта 2017 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Ивановская государственная сельскохозяйственная академия им. акад. Д.К. Беляева, 2017. – С. 100–103. – EDN YRAVQL.

УДК 639.3.06

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОСЕТРОВОДСТВА В УСЛОВИЯХ ЗАМКНУТОГО ВОДОИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Л.Ю. Коноваленко, старший научный сотрудник

ФГБНУ «Росинформагротех», пос. Правдинский Московской обл.

lkon_73@mail.ru

Аннотация: Проанализированы преимущества товарного выращивания осетровых видов рыб в установках с замкнутым циклом водоиспользования, рассмотрено современное техническое оснащение данного метода.

Abstract: The advantages of commercial cultivation of sturgeon fish species in installations with a closed cycle of water use are analyzed, modern technical equipment of this method is considered.

Ключевые слова: аквакультура, осетроводство, установка замкнутого водоиспользования.

Keywords: aquaculture, sturgeon breeding, installation of closed water use.

Введение. В начале 80-х гг. прошлого столетия в бассейне Каспия вылавливалось до 25 тыс. т осетровых – белуги, осетра, севрюги и шипа, а к началу нынешнего столетия их численность сократилась примерно в 15 раз, многие виды находятся на грани полного исчезновения. Современное депрессивное состояние естественных запасов осетровых видов рыб способствует развитию их выращивания в аквакультуре. Современные технологии выращивания осетровых позволяют производить товарную продукцию в различных условиях: прудах, садках и бассейнах. Исследования показали, что наиболее перспективно выращивание осетровых рыб в бассейнах с использованием установок замкнутого водоснабжения (УЗВ)[1].

Основная часть. В процессе работы УЗВ вода из бассейнов поступает в механический и биологический фильтры, затем подвергается оксигенации чистым кислородом и вновь поступает в бассейны. К этому добавляются обеззараживание воды ультрафиолетом или озоном, теплообменные, денитрификационные установки и многое другое оборудование. Принципиальная схема движения воды в УЗВ представлена на рисунке [2].



Рисунок – Типовая структурная схема циркуляционных установок

Анализ российского и зарубежного опыта индустриального осетроводства, показал, что применение УЗВ даёт ряд неоспоримых преимуществ по сравнению с классическими методами, такими как выращивание рыбы в прудах или садках: независимость от природных условий, мониторинг заболеваний, максимальная компьютеризация процессов выращивания, полный контроль гидрохимических показателей и режимов кормления рыб, сокращение сроков выращивания в 1,5–2 раза. Сроки полового созревания наступают, например, у самок русского осетра, в возрасте 6–7 лет при массе 5–6 кг, в отличие от природных условий – в 13–15 лет. Основным сдерживающим фактором широкого внедрения данных установок в практику являются высокие капитальные и эксплуатационные затраты и высокая себестоимость получаемой рыбопродукции. Поэтому в данных условиях наиболее эффективно выращивать именно дорогостоящие виды гидробионтов. Для осетроводства в УЗВ хорошо подходят сибирский осётр, стерлядь и породы бестера, которые неприхотливы к условиям содержания, технологичны и способны обеспечить высокий выход рыбопродукции [3].

Следует отметить устойчивую положительную тенденцию импортозамещения технических составляющих УЗВ. Производство пластиковых бассейнов, оксигенаторов, механические фильтров, озо-

наторов, загрузки для биофильтров уже освоено российскими компаниями «Аквафермер», «Фиштехно», «Salmo.ru», «Ейскполимер», «Ливам» и др. Опыт эксплуатации показывает, что данное оборудование не уступает зарубежным аналогам, но в 1,5–2 раза дешевле. Перспективным источником сокращения затрат по выращиванию рыбы в УЗВ можно назвать оптимизацию технологических схем циркуляции воды в целях снижения энергетических затрат, укрупнение установок, механизацию процессов и автоматизацию управления [4].

Заключение. Достигнутые научные и практические результаты показывают перспективность рассматриваемого направления развития аквакультуры осетровых и будут способствовать как росту объёмов производства всех видов товарной продукции осетроводства, так и сохранению естественных популяций ценных видов рыб этого семейства.

Список использованной литературы

1. Васильева Л.М. Современные проблемы осетроводства в России и мире // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания – 2015. – № 2. – С. 30–36.

2. Жигин А.В. Рыбоводные установки в аквакультуре: учеб. пособ. – М.: ЭйПиСиПаблишинг, 2018. – 296 с.

3. Коноваленко Л.Ю. Использование установок замкнутого водоиспользования (УЗВ) в товарном осетроводстве: мат-лы Всероссийской научно-практической конференции «Инженерные решения для агропромышленного комплекса». – Рязань, 2022. – С. 53–58.

4. Жигин А.В., Бубунец Э.В., Пономарев С.В., Коноваленко Л.Ю., Мишуров Н.П. Современные технологии и оборудование для осетроводства в условиях замкнутого водоиспользования: аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. – 88 с.

УДК 637.116.5

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ГЕРМЕТИЧНОСТИ КОЛЛЕКТОРА ДОИЛЬНОГО АППАРАТА

А.В. Китун[1], д-р техн. наук, профессор,
Ю.А. Крупенин[2], старший преподаватель,
П.Ю. Крупенин[2], канд. техн. наук, доцент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь,
УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь,
pavel@krupenin.com

Аннотация: рассмотрена методика диагностирования технического состояния доильных аппаратов прибором ППДУ-01.

Abstract: the methodology of diagnostic milking machines by using the diagnostic instrument PPDU-01 are considered.

Ключевые слова: диагностирование, методика, доильный аппарат, расход воздуха.
Key words: diagnostics, methodology, milking machine, air consumption.

Введение. Животноводство является важнейшим звеном агропромышленного комплекса, однако в ряде предприятий сохранился пренебрежительный подход к средствам механизации. В результате неправильной эксплуатации оборудования и плохой организации технического обслуживания такие предприятия несут существенные потери. Своевременная диагностика и обслуживание доильного оборудования позволяют избежать негативных последствий, проявляющихся в падении продуктивности и росте числа больных животных [1].

Решению этой проблемы может содействовать расширение практики диагностирования доильного оборудования с использованием специализированных инструментов.

Основная часть. Из отечественных образцов диагностического оборудования следует отметить прибор проверки доильных установок ППДУ-01, включенный в Государственный реестр средств измерений [2].

Прибор ППДУ-01 состоит из блока измерительного функционального БИФ-01, датчика расхода воздуха ДРВ-01 и датчика частоты вращения ДСВ-01.

Для определения притока воздуха через доильный аппарат используется режим «ПРОСАЧИВАНИЕ» прибора ППДУ-01. Принцип измерения основан на вычислении скорости падения вакуумметрического давления в доильном ведре *1* (рисунок 1) за счет притока воздуха через жиклер *4* коллектора *3* доильного аппарата. Расчет расхода воздуха (л/мин) ведется по формуле

$$q = \frac{60V\,\dfrac{p_{\text{кон}} - p_{\text{нач}}}{p_{\text{атм}}}\left(1 - \dfrac{p_0 - p_{\text{нач}}}{p_{\text{атм}}}\right)}{t}, \qquad (1)$$

где V – объем ведра, л; p_0 – начальное давление, кПа; $p_{\text{нач}}$, $p_{\text{кон}}$ – давление в начале и конце отсчета времени t, кПа; $p_{\text{атм}}$ – атмосферное давление, кПа; t – время между измерениями, с.

Критически важным параметром доильного аппарата является величина подсоса воздуха через жиклер *4* его коллектора *3*. При недостаточном его поступлении в коллекторе и молочном шланге

образуется застой молока, что нарушает рабочий процесс доильного аппарата и существенно снижает скорость доения.

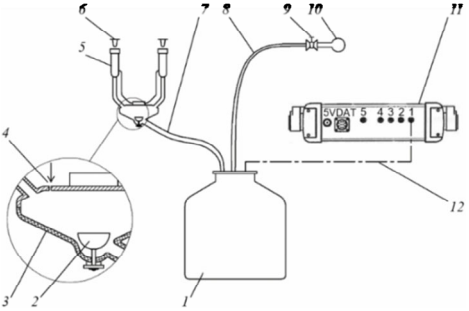


Рисунок 1 – Схема подключения прибора ППДУ-01:
1 – доильное ведро; *2* – клапан; *3* – коллектор; *4* – жиклер; *5* – доильные стаканы; *6* – заглушки; *7* – молочный шланг; *8* – вакуумный шланг; *9* – кран; *10* – вакуум-провод; *11* – измерительный блок; *12* – силиконовая трубка

Поскольку воздух может поступать доильный аппарат как через жиклер коллектора, так и подсасываться через негерметичные соединения, то фактическую величину потока именно через жиклер рассчитывают по формуле

$$Q_{ж} = Q_{о} - Q_{ус}, \quad (2)$$

где $Q_{о}$ – общий расход воздуха доильным аппаратом, л/мин; $Q_{ус}$ – утечка воздуха в соединениях доильного аппарата, л/мин.

В исправном аппарате поток воздуха через жиклер $Q_{ж}$ должен составлять 4…10 л/мин. Расход воздуха $Q_{о}$ не должен превышать 12 л/мин, а утечка в соединениях $Q_{ус}$ не более 2 л/мин [3].

Наиболее частая причина недостаточного потока $Q_{ж}$ через жиклер является – засорение. Его механическая очистка обычно устраняют эту проблему. Аппарат также должен комплектоваться из соответствующих друг другу элементов. Несоблюдение этого условия не только влияет на поток воздуха через жиклер, но и повышает риск повреждения сосков и вымени при доении.

Заключение. Условием физиологичного доения является сокращение продолжительности воздействия разрежения на соски и вымя животного. Своевременное диагностирование доильного оборудования, выявление и устранение отклонений в его работе способствуют как повышению его эксплуатационной надежности, так и снижению риска травмирования вымени с последующим развитием тяжелых заболеваний.

Список использованной литературы

1. Крупенин, П. Ю. Анализ фазового портрета пульсаций доильного аппарата / П. Ю. Крупенин // Вестн. Барановичского гос. ун-та. Серия: Технические науки. – 2021. – № 2 (10). – С. 102–107.

2. Приборы проверки доильных установок ППДУ-01 // Государственный информационный фонд по обеспечению единства измерений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://oei.by/grsi/view?id=4391357. – Дата доступа: 29.09.2022.

3. Установки доильные. Конструкция и техническая характеристика: ГОСТ 28545-90 (ИСО 5707-83). – Введ. 01.07.1991. – Москва: ИПК Изд-во стандартов, 1998. – 60 с.

УДК 636.2.087.61:637.18

ДОБАВКИ ИЗ МЕСТНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ БАЛАНСИРОВАНИЯ ЗЕРНОФУРАЖА

В.А. Люндышев, доцент, канд. с.-х. наук, доцент,
В.В. Шамко, студент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь
lion.vlad1959@mail.ru

Аннотация: Разработаны белково-витаминно-минеральные добавки, включающие люпин, амидо – концентратную добавку, добавку комплексную минеральную и премикс, для откорма молодняка крупного рогатого скота.

Abstract: Protein-vitamin-mineral additives have been developed, including lupine, amido – concentrate additive, complex mineral additive and premix, for fattening young cattle.

Ключевые слова: бычки, корма, зернофураж, белково-витаминно-минеральные добавки, продуктивность, сырье.

*Keywords*s: bulls, feed, grain fodder, protein and vitamin, supplements, productivity, raw materials.

Введение. Одним из методов повышения эффективности использования кормов является балансирование рационов белково-витаминно-минеральными добавками (БВМД) является одним из методов повышения эффективности использования кормов, что активизирует обменные процессы в организме животных, повышает их продуктивность [1, 2].

При отсутствии в хозяйствах и невозможности закупить необходимые компоненты зернофураж используется в необогащенном виде, в связи с чем генетический потенциал продуктивности животных используется только на 60–70 %, перерасход кормов по сравнению с научно-обоснованными нормами превышает 30–40 % [3].

Целью исследований было разработать БВМД из местных источников сырья и изучить эффективность скармливания их в составе зернофуража молодняку крупного рогатого скота.

Материал и методика исследований. Для исследований БВМД разработаны на основе данных, полученных при анализе кормов рационов молодняка крупного рогатого скота.

Для изучения эффективности скармливания разработанных БВМД в составе зернофуража проведен научно-хозяйственный опыт на четырех группах бычков (по 12 голов в каждой) первоначальной живой массой 300–310 кг в течение 62 дней (таблица 1).

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	Количество голов в группе	Особенности кормления
I опытная	12	Основной рацион (ОР) + БВМД № 1
II опытная	12	ОР + БВМД № 2
III опытная	12	ОР + БВМД № 3
IV опытная	12	ОР + БВМД № 4

Животные всех групп получали одинаковый рацион, принятый в хозяйстве (зерносмесь, зеленая масса, солома). Разница состояла в том, что бычкам I группы вводили в зернофураж БВМД №1, II – БВМД №2, III – БВМД №3, IV – БВМД №4. Зернофураж представлен в основном ячменем. Белково-витаминно-минеральной добавкой восполняли 20 % недостающего протеина в рационе.

Результаты исследований и их обсуждение. На основании анализа химического состава кормов рациона животных и данных, полученных в ранее проведенных экспериментах, выявлен дефицит по таким элементам питания, как протеин, фосфор, магний, микроэлементы и витамины. Согласно этого были разработаны БВМД.

В связи с тем, что количество кормов, задаваемых бычкам, было ограничено, рацион животных разных групп был одинаковым. Самым высоким среднесуточным приростом, 710 грамм, оказался у бычков IV группы, получавших БВМД № 4 с АКД в качестве протеинового компонента и низкие затраты кормов – 8,8 к. ед.

Заключение. Разработаны белково-витаминно-минеральные добавки, включающие люпин, амидо – концентратную добавку, добавку комплексную минеральную и премикс, для откорма молодняка крупного рогатого скота. Установлено, что скармливание комбикормов с новыми БВМД молодняку крупного рогатого скота на откорме не оказывает отрицательного влияния на, обмен веществ и здоровье животных. Самым высоким среднесуточный прирост оказался у бычков IV группы, получавших БВМД № 4 с АКД; второе место занимал молодняк I группы – 660 г, потреблявший БВМД № 2, с включением люпина, АКД и стандартная ДКМК № 1; БВМД № 3 с дефторированным фосфатом, занимала последнее ме-

сто – 629 г. Однако различия недостоверны. Затраты кормов на получение прироста были самыми низкими в IV группе – 8,8 к. ед., в I, II и III выше на 8,3 %; 13,7 и 10,8 % соответственно. Стоимость реализованной продукции в группе бычков, получавших БВМД № 4 оказалась выше по сравнению с I, II и III группами соответственно на 6,8 %, 11,4 и 9,1 процента.

Список использованной литературы

1. Радчиков, В.Ф. Повышение эффективности использования зерна /В.Ф. Радчиков.//Комбикорма. 2003. № 7. С. 30–34.

2. Люндышев, В.А. Минеральные добавки в кормлении молодняка крупного рогатого скота. /В.А. Люндышев.// Монография. Минск: БГАТУ, 2013. С. 208.

3. Суханова, С.Ф. Содержание каротина и витамина Е в пророщенном зерне злаков /С.Ф. Суханова // Актуальные проблемы кормления животных в южном регионе Зауралья. – Сб. науч. трудов. – Курган, 1998. С. 167–172.

УДК 631.17: 636.03

ТОЧНОЕ СВИНОВОДСТВО – ТЕХНОЛОГИИ XXI ВЕКА

И.Н. Казаровец, канд. с.-х. наук, доцент, А.С. Пырх, студент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь, ktmg@batu.edu.by

Аннотация: Чтобы гарантировать точный и непрерывный мониторинг за животными на современной ферме, сегодня специалистам нужны надежные и доступные технологии, помогающие выполнять повседневные задачи.

Abstract: To ensure accurate and continuous monitoring of animals on a modern farm, professionals today need reliable and affordable technology to help them perform everyday tasks.

Ключевые слова: свиноводство, точное животноводство, мониторинг, продуктивность, заболевания.

Keywords: pig breeding, precision animal husbandry, monitoring, productivity, diseases.

Введение. Применение принципов и методов технологического проектирования в животноводстве для мониторинга, моделирования и управления животноводством называется точным животноводством (PLF) – Precision livestock farming. Позволяющее решить посредством наблюдения, интерпретации поведения и контроля за определенной группой животных ряд экономических и экологических задач ведения сельского хозяйства. В этой концепции животное используется в качестве датчика, а алгоритмы переводят измеренные реакции животных в ключевые показатели для оптималь-

ной производительности, улучшения благополучия животных и устойчивости всех технологических процессов.

Основная часть. Идентификация животных. На первом этапе важно наладить идентификацию животных, что даст возможность относиться к ним как к индивидууму, а не как к стаду, и позволит обеспечить нормированное кормление и контроль окружающей среды.

Мониторинг потребления воды. Одни из самых простых и эффективных инструментов, который может использоваться для контроля за продуктивностью. Потребление воды можно контролировать по секции или индивидуально. Различия между ожидаемым и потреблением воды видны сразу, что позволяет реагировать до того, как какие-либо отклонения от нормы могут повлиять на благополучие или здоровье животных. Отклонение в соотношении вода/корм в течение дня обычно является ранним признаком проблем со здоровьем. Более того, система предупреждает о пересечении минимального или максимального потока, обнаруживая любые блокировки или утечки на самой ранней стадии [1,3].

Определение веса. Ключевым моментом при откорме свиней является оптимизация показателей роста. Таким образом, точный и неинтрузивный метод регулярного взвешивания свиней, не требующий трудозатрат, является актуальным инструментом для свиноводов. Принцип автоматического определения веса с помощью анализа видеоизображения, которое в последующем будет связано с массой тела свиньи, с помощью математической модели линейной регрессии (рисунок 1). В состав системы входит аппаратный модуль со специальным программным обеспечением для обработки изображений, что позволяет осуществлять непрерывный мониторинг роста группы животных.

Мониторинг поведения свиней. Система на основе камер создает визуализацию площади пола. Программное обеспечение для анализа переводит полученные изображения в индексы распределения и активности. Эти индексы являются мерой положения и движения животного. Технология обработки изображений и математическое моделирование позволяют более четко отслеживать реакции сельскохозяйственных животных, связанные с их здоровьем и благополучием [2].

К примеру, изменения в активности (рисунок 2) могут быть вызваны с ненормальным поведением из-за агрессии, хромоты или других проблем.

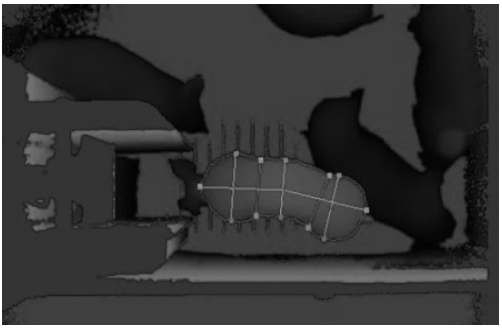
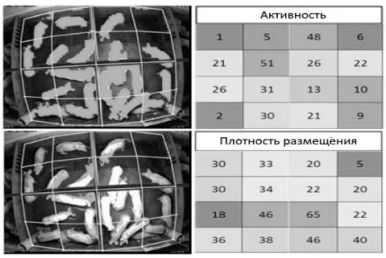


Рисунок 1 – Пример работы системы, которая определяет вес свиньи с помощью распознавания трехмерного видеоизображения

Мониторинг кашля. Респираторные заболевания очень распространены в стадах свиней, что приводит к значительным экономическим потерям. Раннее лечение имеет решающее значение для снижения экономических потерь и количества используемых антибиотиков. Своевременное предупреждение о проблеме позволяет начать лечение раньше, что приведет к заражению меньшего количества животных и сокращению времени на лечение. Монитор кашля свиней можно использовать в качестве инструмента раннего предупреждения, а также он демонстрирует эффективность лечения и профилактических мер (например, различия между различными вакцинами). Анализируя данные с помощью прогностической модели, можно автоматически обнаруживать отклонения между ожидаемыми и измеренными значениями (рисунок 3). Явные проблемы со здоровьем наблюдаются в марте и августе.



Активность			
1	5	48	6
21	51	26	22
26	31	13	10
2	30	21	9

Плотность размещения			
30	33	20	5
30	34	22	20
18	46	65	22
36	38	46	40

Рисунок 2. Система контроля уровня активности и плотности размещения в секции

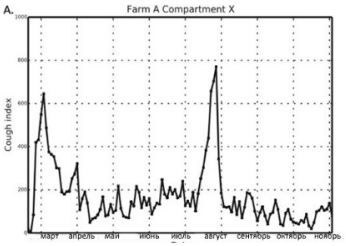


Рисунок 3. Количество случаев кашля свиней, выявленных в группе откорма

Оповещения, создаваемые изменениями в поведении животных, могут отображаться на информационных панелях, ПК или мо-

бильных устройствах, направляя специалистов непосредственно к месту возникновения проблемы, что позволяет сэкономить время и избежать производственных потерь.

Заключение. Следовательно, использование технологий на базе точного животноводства обеспечивает дополнительный уровень наблюдения, и позволяет на раннем этапе сработать системе предупреждения, однако для своевременного реагирования необходимо иметь определенный опыт и уровень знаний, чтобы понять причины данного поведения, и сделать соответствующие выводы о необходимости их устранения.

Сегодня большинство животноводов могут реализовать только около 50–70 % генетического потенциала своего стада, данная функция раннего предупреждения может позволить повысить производительность более чем на 10 %.

Список использованной литературы

1. Инновационная техника для животноводства (по материалам Международной выставки «Euro Tier-2012»): науч. аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. – 208 с.

2. Интеллектуальные технические средства АПК : учеб. пособие / Е. В. Труфляк, Е. И. Трубилин. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 266 с.

3. Точное сельское хозяйство (Precision Agriculture) : учеб.-практ. пособие / под ред. Д. Шпаара, А. В. Захаренко, В. П. Якушева. – СПб. : Пушкин, 2009. – 397 с.

УДК 631.17: 636.03

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПТИЦЕВОДСТВЕ

И.Н. Казаровец, канд. с.-х. наук, доцент, А.С. Пырх студент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь,
ktmg@batu.edu.by

Аннотация: Представьте себе птицеводство, где все операции оптимизированы с помощью интеллектуальных автономных систем, в которых работники удаленно управляют и физически вмешиваются только в случае необходимости. Это видение является потенциальной реальностью для будущего птицеводства, где экосистема полностью автоматизирована и управляется постоянно развивающимся искусственным интеллектом (ИИ).

Abstract: Imagine a poultry industry where all operations are streamlined with intelligent autonomous systems where workers are remotely controlled and only physically intervene when necessary. This vision is a potential reality for the future of the poultry industry, where the ecosystem is fully automated and driven by ever-evolving artificial intelligence (AI).

Ключевые слова: птицеводство, искусственный интеллект, система мониторинга и управления, окружающая среда, продуктивность.

Keywords: poultry farming, artificial intelligence, monitoring and control system, environment, productivity.

Введение. Модульный компьютер микроклимата и управления производственными процессами используется для поддержания оптимальных климатических условий и роста эффективности птицефабрики, который не только регулирует работу системы микроклимата, но и одновременно с этим осуществляет полноценное управление производственными процессами и менеджментом. Он регистрирует все необходимые данные производства: рост, потребление корма, воды, падежа и микроклимата, давая пользователю возможность оперативно реагировать на любые изменения условий содержания, предпринимая те или иные меры [1,2].

Основная часть. Проблемы, связанные с болезнями и безопасностью пищевых продуктов, могут быть обнаружены и устранены на раннем этапе с помощью сети интеллектуальных датчиков (рисунок 1), которые передают данные в классификаторы ИИ, что позволяет быстро и целенаправленно реагировать на нежелательные патогены.

Точный и надежный биосенсор может обнаруживать присутствие потенциальных вирусных и бактериальных патогенов в воздухе и фекалиях в режиме реального времени, что позволяет принимать своевременные меры.

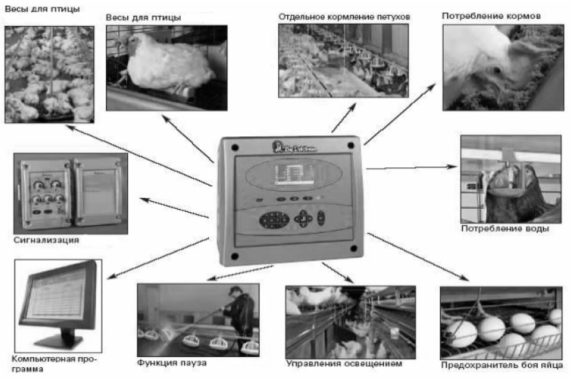


Рисунок 1 – Система автоматического управления производственным процессом

Симптомы, вызванные заболеванием, также выявляются напрямую путем мониторинга поведения птиц с помощью ИИ, кото-

рый получает данные в режиме реального времени. Основываясь на собранных данных, предсказывает возможные вспышки заболеваний до того, как они произойдут [2]. При обнаружении или прогнозировании вспышки заболевания автономные роботизированные системы принимают надлежащие меры, по удалению зараженной птицы из стада, или изолируют группы от других в птичнике в обособленное помещение. Вопросы благополучия животных могут быть значительно улучшены за счет использования интеллектуальных систем автоматизации, которые могут собирать данные в режиме реального времени. Например, интеллектуальные системы, которые обрабатывают и классифицируют изображения, видео и аудио фактического поведения птиц, могут способствовать лучшему пониманию рабочих параметров окружающей среды, таких как температура, свет, влияющих на благополучие, путем установления закономерностей между поведением птиц и состоянием окружающей среды с течением времени (рисунок 2).

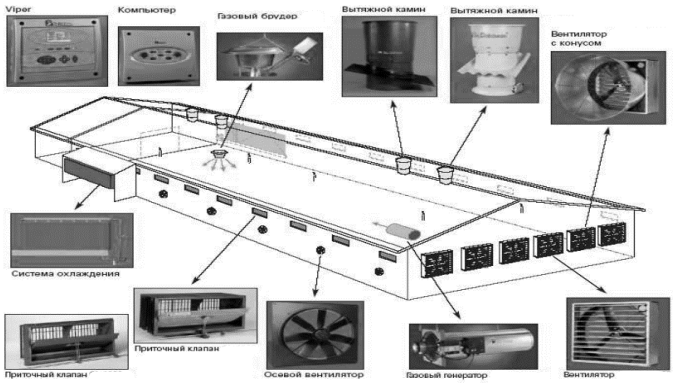


Рисунок 2 – Схема системы автоматического управления микроклиматом

Интеллектуальная инфраструктура и автономные роботы, оснащенные химическими и биологическими датчиками, позволяют собирать обширные разнородные данные, которые, в свою очередь, можно использовать для:

- выявления естественных предпочтений птиц в отношении условий роста, включая освещение, поток воздуха и материала подстилки;

- следить за ростом и состоянием здоровья птиц с помощью биозондирования в реальном времени;

- охарактеризовать среду выращивания в отношении болезней и патогенов, а также концентрации аммиака.

- кроме того, ИИ может улучшить системы точной подачи корма, приняв более взвешенное решение о графике кормления на основе локальных данных об окружающей среде, здоровье и поведении отдельных птиц.

Это может позволить лучше контролировать рост и однородность стад, способствуя первичной переработке.

Заключение. В целом для реализации концепции полностью автоматизированного и интеллектуального управления птицеводством потребуется надзорный ИИ и робототехника, способные принимать данные датчиков и экспертные знания, обрабатывать эти данные и преобразовывать их в осязаемые и действенные задачи, которые будут выполняться роботизированными системами. Последние достижения в области аппаратного и программного обеспечения, включая датчики, роботов, сети 4-5G и облачные инфраструктуры, позволяют собирать достаточное количество данных из птичников. Механизмы ИИ, которые принимают решения на основе этих входных данных для управления автоматизированными системами, будут постоянно совершенствоваться за счет итеративного машинного обучения. Усовершенствованный ИИ может снабдить систему сбора данных новыми возможностями, такими как прогностический контроль и принятие решений. Он также может информировать инженеров о том, как улучшить систему, чтобы она могла собирать более подробные и точные данные, которые, в свою очередь, можно использовать для обновления самого ИИ.

Список использованной литературы

1. Интеллектуальные технические средства АПК : учеб. пособие / Е. В. Труфляк, Е. И. Трубилин. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 266 с.

2. Комплексная механизация свиноводства и птицеводства : Учебное пособие / В. Ю. Фролов, В. П. Коваленко, Д. П. Сысоев. – СПб. : Издательство «Лань», 2016 – 176 с.

3. Машины и технологии в молочном животноводстве : Учебное пособие / В. Ю. Фролов, Д. П. Сысоев, С. М. Сидоренко. – СПб. : Издательство «Лань», 2017 – 305 с.

УДК 631.17: 636.03

ИННОВАЦИОННОЕ БУДУЩЕЕ ЭФФЕКТИВНОЙ БОРЬБЫ С БОЛЕЗНЯМИ В ПТИЦЕВОДСТВЕ

И.Н. Казаровец, канд. с.-х. наук, доцент, А.С. Пырх студент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь, ktmg@batu.edu.by

Аннотация: Для более эффективной борьбы с болезнями и обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов необходимы недорогие биохимические датчики для быстрого и точного обнаружения патогенов и вирусов.

Abstract: Better disease control and food quality and safety require low-cost biochemical sensors to detect pathogens and viruses quickly and accurately.

Ключевые слова: птицеводство, переработка, интеллектуальные автономные системы, заболевания, алгоритмы.

Keywords: poultry farming, processing, intelligent autonomous systems, diseases, algorithms.

Введение. Поскольку все больше людей уезжают из сельских районов, а по прогнозам, объем производства со временем будет только увеличиваться, главной проблемой по-прежнему останется нехватка рабочей силы. Один из способов решить эту проблему - внедрить технологические решения, способные удовлетворить растущий спрос на мясо птицы.

Основная часть. Вспышки заболеваний и безопасность пищевых продуктов – это проблемы, которые также оказывают значительное влияние на производство продукции. По оценкам, глобальные потери, вызванные вспышками птичьего гриппа с 2003–2021 г., составили порядка нескольких миллиардов долларов. Более того, сельскохозяйственные работники сами становятся переносчиками болезней, неосознанно перенося патогены и вирусы из одного птичника в другой и перекрестно заражая стада. Проблемы с безопасностью пищевых продуктов являются причиной заболеваний пищевого происхождения. Как безопасность пищевых продуктов, так и исходы заболеваний можно было бы улучшить за счет быстрой диагностики и более эффективного контроля [2,3].

Современные методы обнаружения птичьего гриппа, использующие выделение вируса, полимеразную цепную реакцию с обратной транскриптазой в реальном времени (RRT-PCR) и иммуноанализ с захватом антигена, имеют серьезные недостатки. А именно вы-

деление вируса требует от 5 до 7 дней для получения результатов; ПЦР доступен только в ветеринарных диагностических лабораториях и требует дорогостоящего оборудования; иммуноанализ с захватом антигена, хоть и быстрее, чем два других метода, однако является дорогостоящими и нечувствительными. Для своевременного вмешательства необходимы системы быстрого обнаружения, пригодные для использования в реальных условиях. Кроме того, необходимо собрать огромное количество данных, чтобы создать управляемую искусственным интеллектом модель для прогнозирования возможных вспышек заболеваний. Для реализации всего этого, во-первых, необходим способ идентификации отдельных птиц, чтобы отслеживать данные о здоровье каждой из них, во-вторых, робот должен будет безопасно контактировать с птицами, взаимодействовать с ними, чтобы распылять вакцины и собирать образцы патогенов.

Мониторинг в режиме реального времени пяти аспектов благополучия животных, включая питание, окружающую среду, здоровье, поведение и психическое состояние, из-за технологических ограничений, в настоящее время, оцениваются слабо [1,3].

К примеру, специальные датчики окружающей среды, такие как датчики аммиака, которые в настоящее время доступны на рынке, часто сталкиваются с такими проблемами, как короткий срок службы батареи, проблемы с селективностью, ложные срабатывания и др. Кроме того, первоначальное назначение многих из них заключалось в мониторинге личной безопасности с целью обнаружения более низкой концентрации аммиака, что не подходит для использования в птичниках, где часто наблюдается высокая концентрация.

На (рисунке 1) показана платформа наземного робота, которая имеет набор датчиков окружающей среды, способных регистрировать температуру, относительную влажность, уровень окружающего освещения и несколько газов, таких как CO_2, CO, CH_4, LPG и NH_3.

С помощью высокоточной ультразвуковой системы локализации робот дополнительно проводит и сбор яиц, гарантируя полное покрытие площади пола птичника.Алгоритмы ИИ способны классифицировать яйца и цыплят, и в дополнение к обнаружению объектов, представляющих интерес, система локализации позволяет роботу отмечать и сохранять эти местоположения на карте птичника.

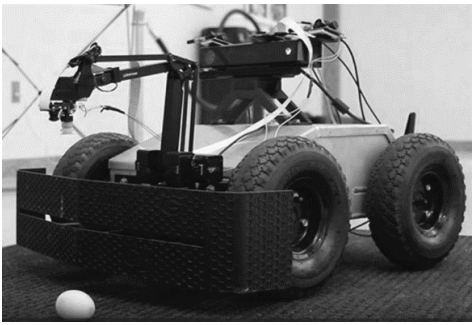


Рисунок 1 Робот для товарных и племенных птицефабрик



Рисунок 2 Аудиосистема для наблюдения за состоянием птицы

Также разработана система для оценки состояния и благополучия цыплят-бройлеров с помощью аудио (рисунок 2). Используя аудиосигналы, захваченные в птичниках, можно обнаруживать такие заболевания, как ларинготрахеит, инфекционный бронхит, а также отслеживать реакцию птицы на стресс из-за температуры и концентрации аммиака, с помощью цифровой обработки сигналов, ИИ и методов машинного обучения.

Появление новых исследований и разработок призвано изменить экосистему производства бройлеров, решая проблемы от нехватки рабочей силы и борьбы с болезнями до безопасности пищевых продуктов.

Заключение. Будущее сельское хозяйство созрело для трансформационных изменений. Инновации будут заключаться в высокоадаптивном искусственном интеллекте и системах, управляемых

данными, а также в достижениях в сенсорных, роботизированных и транспортных технологиях. Конечной целью является создание надежной и устойчивой системы управления поголовьем, способной реагировать на аномальные явления.

Список использованной литературы

1. Инновационная техника для животноводства (по материалам Международной выставки «Euro Tier-2012»): науч. аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. – 208 с.

2. Труфляк Е. В. Мониторинг и прогнозирование научнотехнологического развития АПК в области точного сельского хозяйства, автоматизации и роботизации / Е. В. Труфляк, Н. Ю. Курченко, Л. А. Дайбова, А. С. Креймер, Ю. В. Подушин, Е. М. Белая. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – 199 с.

3. Труфляк Е. В. Точное сельское хозяйство: вчера, сегодня, завтра / Е. В. Труфляк, А. С. Креймер, Н. Ю. Курченко // British 46 Journal of Innovation in Science and Technology, 2017, Т. 2. № 4. С.

УДК 628.336.5

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА МЕТАНОВОГО БРОЖЕНИЯ

А.В. Мачкарин, канд. техн. наук, доцент,
А.В. Рыжков, канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия
machkarin@mail.ru

Аннотация: Количество органических отходов разных отраслей народного хозяйства РФ составляет более 450 млн. т в год, из которых отходы сельскохозяйственного производства составляют 280 млн. т. В большинстве стран мира биогазовые технологии стали стандартом переработки биоотходов с целью получения дополнительных сырьевых и энергетических ресурсов. В статье представлены классификация технологий производства биогаза и методы интенсификация процесса метанового брожения.

Abstract: The amount of organic waste from various sectors of the national economy of the Russian Federation is more than 450 million tons per year, of which agricultural waste is 280 million tons. In most countries of the world, biogas technologies have become the standard for processing biowaste in order to obtain additional raw materials and energy resources. The article presents a classification of biogas production technologies and methods for intensifying the process of methane fermentation.

Ключевые слова: биогаз, метановое брожение, анаэробный процесс.

Key words: biogas, methane fermentation, anaerobic process.

Введение. Главной причиной ограниченного применения биогазовых технологий в России являются большие энергозатраты на технологические нужды оборудования, при этом следует отме-

тить, что основные энергетические потери возникают в метантенке. Интенсификация процесса метанового брожения может осуществляться микробиологическими или конструктивно-технологическими методами. Перемешивание является ключевым способом повышения эффективности работы биогазовой установки.

Основная часть. Согласно ГОСТ Р 53790-2010, оптимальное перемешивание субстрата в метантенке увеличивает выход биогаза на 50 %. Результаты экспериментальных исследований промышленных аппаратов метанового брожения показали, что недостаточное перемешивание снижает эффективный объем метантенка на 70 % и является основной причиной отказа оборудования [1].

По способу перемешивания в метантенке биогазовые установки (БГУ) подразделяются на установки, в которых перемешивание может осуществляться с помощью механических приспособлений, гидравлическими средствами (рециркуляция под действием насоса), под напором пневматической системы (частичная рециркуляция биогаза).

Механические мешалки эффективны при переработке тяжелых субстратов с содержанием сухого вещества (СВ) до 20 % [2]. При применении механического способа используют рамные, винтовые, лопастные и другие мешалки. Большая часть перемешивающих устройств представляет собой горизонтально или вертикально установленный вал, на котором закреплены лопасти или другие элементы с винтовой поверхностью, обеспечивающие перемещение массы.

Гидравлические перемешивающие системы. Гидравлическое перемешивание – перемешивание, при котором осуществляется перекачивание сырья из одной зоны аппарата в другую [3]. Использование гидравлических систем перемешивания ограничивается легкотекучими субстратами.

Пневматическое перемешивание. Существуют способы пневматического перемешивания, когда часть выработанного биогаза откачивается из реактора, сжимается компрессором и нагнетается в аппарат. Газ может нагнетаться через дно, боковую стенку или купол. Известен провели ряд работ над тем, чтобы повысить качество перемешивания, нагнетая в жидкий субстрат биогаз, с использованием для перемешивания извлеченный из биогаза диоксид углерода [4].

При выборе конструктивно-технологического способа совершенствования оборудования БГУ, способствующего повыше-

нию выхода биогаза и экономической выгоды, необходимо учесть следующие факторы [5]:

- влияние температуры на процесс является наиболее изученным методом интенсификации сбраживания. Установлено, что для стран с холодными климатическими условиями наиболее предпочтительным является мезофильный режим;

- разделение процесса анаэробного сбраживания на стадии очень сложно реализовать с конструктивной точки зрения, так как для этого требуется значительное усложнение конструкции самого метантенка, либо применение дополнительных аппаратов, что ведет к увеличению и без того высоких капитальных затрат;

- подготовка сырья является дополнительным способом улучшения метаногенеза, однако в большинстве технологий присутствует механическое измельчение субстрата, которое по эффективности незначительно уступает ультразвуковому и кавитационному;

- наиболее простым и эффективным методом интенсификации процесса получения биогаза является перемешивание.

Применение системы гидравлического перемешивания позволяет поддерживать наиболее благоприятные гидродинамические и температурные условия для жизнедеятельности метаногенного сообщества бактерий на протяжении всего технологического процесса.

В настоящее время в мире функционирует несколько тысяч крупных промышленных установок для переработки органических отходов в биогаз. В России технологии метанового брожения не получили широкого распространения, за исключением нескольких опытно-промышленных установок, разработанных в соответствии с государственными программами. Реализация биогазовых технологий находится на уровне научно-технических разработок, малых опытных серий и демонстрационных производственных центров. Общее число биогазовых установок в странах СНГ не превышает в настоящее время нескольких сотен [6].

В России применение технологий метанового брожения биоотходов ограничено вследствие больших энергетических затрат на технологические нужды оборудования, следует отметить, что основные энергетические затраты возникают в метантенке, который является основным аппаратом в технологической схеме [7].

Заключение. По нашему мнению, применение системы гидравлического перемешивания позволяет поддерживать наиболее

благоприятные гидродинамические и температурные условия для жизнедеятельности метаногенного сообщества бактерий на протяжении всего технологического процесса. Гидравлическое перемешивание обеспечивает больший выход биогаза с большим содержанием метана.

Список использованной литературы

1. Булавин С.А., Любин В.Н., Рыжков А.В. и др. Сельскохозяйственная техника Белогорья [Текст]// Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2010. – №1. – С. 39–42.

2. Булавин С.А. Обоснование формы лагуны для получения однородной массы жидких стоков [Текст]// С.А. Булавин, А.В. Мачкарин / Вестник мичуринского государственного аграрного университета научно-производственный журнал 2014, № 2 С. 72–76.

3. Машины и технологии для уборки, переработки и утилизации навоза: монография / А.В. Мачкарин [и др.]. Белгород: «ПОЛИТЕРРА», 2021. – 401 с.: ил. ISBN 978-5-98242-320-7.

4. Алейник С.Н., Мачкарин А.В., Рыжков А.В. Теоретические исследования процессов переработки и внутрипочвенного внесения жидкого навоза [Текст]// Инновации в АПК: проблемы и перспективы 2020, №1(25) С.9-28.

5. Мачкарин А.В. Механизация электрификация и автоматизация сельскохозяйственного производства: практикум [Текст]/ А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, К.В. Казаков и др. Белгород. – Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2019. -194 с.

6. Зарубежная сельскохозяйственная техника: монография [Текст]/ Казаков К.В. [и др.]. – Москва; Белгород: ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2016. – 200 с.

7. Мачкарин А.В., Рыжков А.В. Аналитические исследования оборудования для получения однородной массы жидких стоков [Текст]// Вестник всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2019. №4 (36). С. 156–160.

УДК 57.083.222:620.953:631.862

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕАДАПТИРОВАННОГО ИНОКУЛЯТА ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ НАВОЗА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В БИОГАЗ

И.В. Мирошниченко, канд. биол. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», п. Майский, Россия

imiroshnichenko_@mail.ru

Аннотация: Установлено, что использование неадаптированного инокулята при переработке навоза крупного рогатого скота в биогаз неэффективно. Наибольшая биогазовая продуктивность отмечалась в варианте без использования

инокулята: удельный выход биогаза и метана из навоза составили соответственно 202,98±7,35 и 114,17±5,65 мл/г оСВ, что соответственно в 1,69 и 4,68 раза выше, чем в варианте с использованием инокулята.

Abstract: It has been established that the use of an unadapted inoculum in the processing of cattle manure into biogas is inefficient. The highest biogas productivity was noted in the variant without the use of an inoculum: the specific biogas and methane yield from manure was 202.98±7.35 and 114.17±5.65 ml/g of SS, respectively, which is 1.69 and 4.68 times, respectively. higher than in the variant using the inoculum.

Ключевые слова: биогаз, метан, навоз крупного рогатого скота, неадаптированный инокулят.

Keywords: biogas, methane, cattle manure, non-adapted inoculum.

Введение. Активным началом и важнейшим звеном многих биотехнологических процессов является микрофлора. В промышленных биогазовых реакторах при запуске, а также в лабораторных установках используют либо инокулят, полученный с действующей биогазовой установки, либо навоз крупного рогатого скота, содержащий метанобразующие микроорганизмы. В ходе ферментации в реакторе каждой установки складывается свой индивидуальный микробный консорциум – микроорганизмы подстраиваются под условия окружающей среды и под особенности перерабатываемого субстрата. Именно поэтому рекомендуется использовать инокулят из установок, использующих субстраты, максимально приближенные по составу к тем, которые планируется перерабатывать на запускаемой установке – к сожалению, в России такая возможность не всегда существует.

Цель исследования – изучение влияния неадаптированного инокулята на эффективность переработки навоза крупного рогатого.

Основная часть. Массовую долю сухого вещества (СВ) и органического вещества (оСВ) в исследуемом материале определяли по [1]. Для изучения биогазового потенциала субстрата на лабораторной биогазовой установке был проведен batch-эксперимент по [2].

В качестве материала исследований выступили навоз крупного рогатого скота (СВ 5,29±0,03 %, оСВ 73,83±0,55 %) и инокулят из биогазовой станции, перерабатывающей стоки городских очистных сооружений (СВ 3,01±0,03 %, оСВ 66,91±1,20 %). В качестве биореакторов использовали стеклянные емкости рабочим объемом 300 мл каждая. Подогрев до +37±0,2°С осуществляли на водяной бане, перемешивание – магнитными якорями. Биогаз собирали в газгольдеры, еженедельно определяли его объем (с помощью герметичной

стеклянной колбы с поршнем и градуировкой) и долю метана в нем (с помощью газоанализатора Optima-7 Biogas). Объем газа приводили к нормальным условиям. Продолжительность эксперимента – 35 суток. Нормы загрузки реакторов рассчитывали так, чтобы отношение оСВ инокулята к оСВ субстрата составляло 1,5–2 к 1 (табл. 1). Все варианты тестировали в трех повторениях.

Таблица 1. Варианты и нормы загрузки реакторов

Вариант	Используемый субстрат	Кол-во субстрата, г	Кол-во инокулята, г
1	Навоз КРС с инокулятом	60,79	239,21
2	Инокулят (вариант для корректировки)	–	300,00
3	Навоз КРС без инокулята	300,00	–

Полученные результаты обрабатывали методом вариационной статистики по Н.А. Плохинскому с использованием программы Microsoft Excel. Данные представлены в виде среднего значения и ошибки средней арифметической (M±m).

В таблице 2 приведен валовой и удельный выход биогаза и метана из субстрата с корректировкой (т.е. за вычетом среднего количества газа/метана, полученного из инокулята). Удельный выход биогаза и метана из навоза без инокулята соответственно в 1,69 и 4,68 раза выше, чем в варианте с его использованием.

Таблица 2. Биогазовый потенциал тестируемых материалов

Вариант	Результаты исследований				
	Валовой выход, мл		Удельный выход, мл/г оСВ		Доля метана, %
	биогаза	метана	биогаза	метана	
1	286,08±24,83	58,01±3,82	120,43±10,45	24,42±1,61	20,28
2	67,94±11,94	6,96±1,22	10,24±1,80	1,05±0,18	10,24
3	2379,54±86,22	1338,39±66,19	202,98±7,35	114,17±5,65	56,25

Пик продуктивности в варианте 1 отмечался в конце первой недели эксперимента. В варианте 3 в конце первой недели эксперимента также наблюдался небольшой пик; второй, более высокий, пик зарегистрирован в конце четвертой недели – это может свидетельствовать об адаптации микробного консорциума к новым условиям среды и о развитии метанобразующей микрофлоры, что также подтверждает и наиболее высокая концентрация метана в этом варианте. К аналогичным выводам пришли и Yangin-Gomec C с соавт.: ими установлено, что в инокулуме в ходе его адаптации воз-

растает количество архей, а среднесуточное производство биогаза при этом увеличивается примерно на 25 % [3].

Заключение. Использование неадаптированного инокулята для переработки навоза крупного рогатого скота в биогаз неэффективно. Целесообразно перерабатывать навоз без использования инокулята – при этом следует учитывать, что микробному консорциуму требуется время для адаптации к новым условиям среды.

Список использованной литературы

1. Pfeiffer D., Dittrich-Zechendorf, M. Messmethodensammlung Biogas: Methoden zur Bestimmung von analytischen und prozessbeschreibenden Parametern im Biogasbereich. Leipzig, Deutschland: DBFZ GmbH, 2012.

2. VDI 4630. Vergärung organischer Stoffe: Substratcharakterisierung, Probenahme, Stoffdatenerhebung, Gärversuche. Düsseldorf: VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt, 2016.

3. Yangin-Gomec C, Sapmaz T, Aydin S. Impact of inoculum acclimation on energy recovery and investigation of microbial community changes during anaerobic digestion of the chicken manure. Environ Technol. 2020; 41(1): 49–58.

УДК 631.3-83:621.313.13

МОСТОВОЙ АГРЕГАТ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА С ЛИНЕЙНЫМ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

А. Мухаммадиев, д-р техн. наук, профессор,
Р.Ф. Юнусов, доцент, Т.М. Байзаков, канд. техн. наук, доцент,
А.А. Махмудов, студент

«Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» – Национальный исследовательский университет,
г. Ташкент, Республика Узбекистан
rustem-59@mail.ru

Аннотация: Мостовой метод выполнения транспортно-производственных процессов в растениеводстве и животноводстве является прогрессивным. Эффективным электроприводом мостового агрегата с точки зрения энерго- ресурсосбережения определяется электропривод с линейным асинхронным двигателем. В статье приведена упрощённая методика расчёта линейного асинхронного двигателя.

Abstract: The bridge method of carrying out transport and production processes in crop and livestock production is progressive. From the point of view of energy and resource saving, an efficient electric drive of a bridge unit is defined as an electric drive with a linear asynchronous motor. The article presents a simplified method for calculating a linear induction motor.

Ключевые слова: Мостовой агрегат, электропривод, линейный асинхронный двигатель, ресурсосбережение, расчётная методика.

Key words: Bridge unit, electric drive, linear asynchronous motor, resource saving, design procedure.

Введение. В различных отраслях агропро-мышленного комплекса (растениеводство, животноводство, предприятия ремонта техники и переработки сельхозпродукции и др.) в общем комплексе производственных работ транспортные и погрузочно-разгрузочные работы составляют более 35–40 % общих трудозатрат, которые, в свою очередь, объединяют функции транспортных и технологических машин (тяговая и транспортная машины, различные механизмы и орудия для возделывания почвы, разбрасыватели удобрений, кормораздатчики, навозоуборочные установки и др.). В себестоимости произведённой продукции растениеводства и животноводства транспортные расходы составляют до 40 % [1-5].

В растениеводстве на ограниченных площадях одним из перспективных технологических способов возделывания и обработки почвы и выращивания овощей и бахчевых является мостовое земледелие [1]. За последнее десятилетие мостовое земледелие в таких странах как, Япония, Англия, Австралия перешло из стадии научных разработок в производство в первую очередь в овощеводстве закрытого грунта, выращивание риса, корнеплодов и различных технических культур.

Принцип мостового агрегата позволяет разработать электромеханизированную технологию выращивания рассады с созданием идеальных условий растений: оптимальное рыхление почвы, точная заделка семян по глубине, междурядная обработка растений рассады с минимальной защитной зоной. При этом многие рабочие органы (мост и сельхозорудия) эффективно можно электрифицировать посредством электроприводов и различных электротехнологических установок, это обеспечит экологическую чистоту внешней среды и растений.

Основная часть. Мостовой агрегат выполнен в виде двухопорной несущей фермы для крепления сельхозорудия. Несущая ферма изготовлена из швеллера, концы которого опираются на транспортные тележки (рис. 1). Электроснабжение мостового агрегата осуществляется через кабельный барабан, установленный над транспортной тележкой. Мостовой агрегат передвигается на обрезиненных колесах по направляющей колее, выполненной из швеллера.

Исходные технические данные мостового агрегата: Масса моста – 2,0 тонны; Высота – 1,4 м; Ширина – 9 м; Диаметр ходовых колес – 600 мм; Максимальная скорость механизма – 1,0 м/с; Минимальная скорость – 0,25 м/с; Требуемое ускорение – 0,8 м/с; Сила сопротивления почвы при рабочей скорости механизма – 4000 Н.

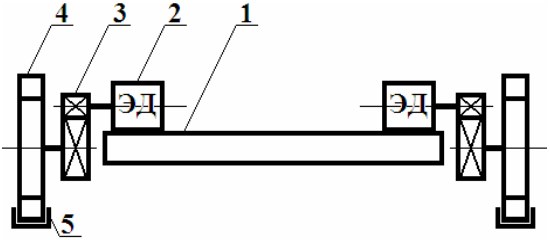


Рисунок 1 – Конструкция мостового агрегата:
1 – несущая ферма для крепления сельхозорудия;
2 – электродвигатель;
3 – редуктор;4 – колесо;
5 – направляющая колея.

Требования к электроприводу мостового агрегата. Технологический процесс выращивания рассады определяет, что для оптимального его роста необходима высокая точность посева. Отклонение от этой точности приводит к изреженным всходам и неравномерности всхода рассады, точно такая же высокая точность требуется для обработки готовой рассады (междурядная обработка, рыхление, подрезка корней рассады). Высокая точность обработки на прямую зависит от плавности хода мостового электроагрегата.

Обработка почвы мостовым агрегатом происходит в двух направлениях, поэтому необходимо, чтобы электропривод был реверсивным. Схема управления электропривода должна обеспечивать выравнивание нагрузки двигателей, и обеспечивать диапазон скоростей. Также электропривод должен иметь минимальные габаритные размеры и вес, так как он будет устанавливаться на раме мостового агрегата. Простота также играет немаловажную роль, ввиду невысокого уровня обслуживающего персонала.

Обоснование выбора электропривода с линейным асинхронным двигателем для мостового агрегата. Эффективные возможности упрощения конструкции, снижения материало- и энергоёмкостей ряда электроприводов технологических машин и механизмов при использовании линейных асинхронных электродвигателей обусловлены непосредственным преобразованием в них электрической энергии в различные виды и траектории движения (вращательное, поступательное, колебательное и др.) с практически более высокими, чем электроприводы с механическими преобразователями, тяговыми, энергетическими и эргономическими показателями. Проводятся работы по разработке линейного асинхронного электропривода для различного технологического оборудования: платформенных кормораздатчиков, вибрационных смесителей, исполнительных механизмов точного позиционирования [2-5].

Описание упрощенной методики расчёта линейного асинхронного двигателя. Современная практика проектирования электрических машин предполагает использование на разных стадиях проектирования математических моделей различной степени сложности. В инженерной практике важное значение имеют упрощенные, приближённые методики, которые позволяют с малыми затратами времени и средств производить прикидочные расчёты при проектировании опытных образцов машин.

Механизм работает в помещении при отсутствии ветровой нагрузки, поэтому мощность на валу двигателя, необходимая для передвижения мостового агрегата определяется по [3]

$$P = \frac{m \cdot g \cdot V_{мех}}{10^3 \cdot m_k \cdot \eta}\left(\frac{\varphi_n \cdot d_{cm} + 2M}{D_k} K_{рб}\right) + P_n \qquad (1)$$

где m – масса перемещаемого механизма, кг; g=9,8 м/с^2 – ускорение свободного падения; $V_{мех}$ – скорость передвижения механизма, м/с; η=0,015 – коэффициент трения в подшипниках качения ступиц колес; D_k – диаметр ходового колеса, м; d_{cm} – диаметр ступицы ходового колеса, м; η – КПД механизма; m_k=1 – число механизмов передвижения; M=0,5×10-3 – коэффициент трения качения; $K_{рб}$=1,3¸1,4 – коэффициент формы ходового колеса, учитывающий трение ребер ходового колеса.

Мощность (Вт), учитывающая сопротивление почвы

$$P_n = Q \cdot V_{mex}, \qquad (2)$$

где Q = 4000 Н – сила трения инструмента о почву.

Для предполагаемой конструкции вторичного элемента по нижеследующим выражениям [5-7] рассчитывается электромагнитная добротность ε

$$\varepsilon = \frac{\mu_o \gamma_2 k_q s \omega_1 \tau^2 \Delta}{\pi^2 k_\delta k_\mu \delta} = \varepsilon_o s, \qquad (3)$$

где k_q – коэффициент, учитывающий поперечный краевой эффект; ε_o – магнитное число Рейнольдса (электромагнитная добротность) при скольжении $s = 1$.

Относительный ток намагничивания

$$I_{m^*} = \frac{1}{\cos\psi_2 \sqrt{1 + (\varepsilon + tg\psi_2)^2}}. \qquad (4)$$

Для стального вторичного элемента ток I_{m*} находится на основании [5,6] после определения линейной токовой нагрузки A_1. Далее определяются электромагнитные нагрузки.

В зависимости от принятого класса нагревостойкости изоляции и предполагаемой продолжительности включения ЛАД по рекомендациями [5] выбираем фактор нагрева $A_1 j$.

Линейная токовая нагрузка индуктора

$$A_1 = k_{12}\sqrt{A_1 j k_{з.м} k_{11} t_{z1}}\,. \qquad (5)$$

Индукция магнитного поля в воздушном зазоре:

$$B_\delta = 5{,}62 \cdot 10^{-7}\,\frac{k_{об}\tau A_1 I_{m*}}{k_\mu \delta_э}. \qquad (6)$$

Максимальная индукция в основании зубца:

$$B_{zmax} = \frac{B_\delta k_n}{k_c(1-k_{12})}\left(\frac{1{,}05 k_{11}\delta_э}{k_{об}\tau I_{m*}} + 1\right). \qquad (7)$$

Механическая мощность ЛАД

$$P_м = \frac{6{,}3}{\mu_o} B_{\delta 1}^2\, 2bf_1 k_\mu \delta_э p\varepsilon \cos^2\psi_2 (1-s) k_F\,. \qquad (8)$$

Удельное тяговое усилие

$$F_{уд.} = \frac{1{,}58}{\mu_o \tau} B_\delta^2 k_\mu \delta_э \varepsilon \cos^2\psi_2 k_F\,. \qquad (9)$$

Энергетический фактор

$$\eta\cos\varphi = \frac{k_E \varepsilon \cos\psi_2 (1-s) k_\eta}{\sqrt{1+(\varepsilon + tg\,\psi_2)^2}}\,. \qquad (10)$$

Расчёт обмоточных данных индуктора ЛАД производится известными методами [3-7]. По окончании предварительных расчетов уточнение характеристик и показателей ЛАД, а в ряде случаев и корректировку некоторых их параметров можно проводить по более сложным математическим моделям, позволяющим учесть как конструктивные особенности ЛАД, так и особенности режимов их работы.

Наибольшими возможностями при анализе характеристик ЛАД обладает метод, использующий развёрнутые схемы замещения электрических и магнитных цепей, позволяющих рассчитывать двигатели при произвольной схеме обмоток индуктора и различ-

ных схемах питания (например, двутокового или питания от тиристорного преобразователя) с учётом дискретности вторичного элемента, в том числе в нестационарных режимах работы [5-7]. Известно, что выбор той или иной расчётной методики часто ограничивается возможностями вычислительной техники. Предлагаемый выше метод расчёта ЛАД в этом плане выгодно отличается от других, поскольку позволяет менять степень дискретизации математической модели, а значит, изменять трудоёмкость расчётов.

Заключение. 1. Мостовой метод выполнения транспортно-технологических процессов в производствах агропромышленного комплекса с электроприводом агрегата на базе линейного асинхронного двигателя является энерго- и ресурсосберегающим.

2. Математическая модель основанная на численном методе детализированных электрических и магнитной схем замещения достаточно адекватно описывает электромагнитные процессы в линейном асинхронном электродвигателе. Проводимые исследования на математических и физических моделях с целью повышения тяговых и энергетических показателей в различных режимах работы линейных асинхронных двигателей с различными схемами соединения обмоток индуктора, конструктивными исполнениями вторичного элемента являются оправданными с технико-экономических позиций.

Список использованной литературы

1. Патент РФ RU 2161386, МКИ[5]А 01 В 49/00, 20.11.97 Агрокомплекс / И.А. Майсов.

2. Юнусов Р.Ф. и др. Платформенный раздатчик кормов. Патент РУз от 22.03.2000 г. МПК[6] A01K5/ 02. – № IHDP 9900052.1 D/F. Заявл. 03.02.99.

3. Yunusov R.F., Bayzakov T.M., Sattarov N.E., Xaliqnazarov U.A., Nazarov O.A., Diniqulov D.U. Linear electric actuator of a sectional plane shut-off of hydrotechnical structures // 1st International Conference on Energetics, Civil and Agricultural Engineering 2020 (ICECAE 2020). IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 614 (2020) 012017.

4. Электропривод на базе двигателей с разомкнутым магнитопроводом для машин Агропромышленного комплекса: Отчет/ ЧИМЭСХ; Рук. темы А.А.Пястолов. Отв. исполнитель Р.Ф.Юнусов. № ГР 01860022328; Инв. № 2880002765. – Челябинск, 1987. – 49 с.

5. Веселовский О.Н., Коняев А.Ю., Сарапулов Ф.Н. Линейные асинхронные двигатели.- М.: Энергоатомиздат, 1991. – 256 с.

6. Вольдек А.И. Индукционные магнитогидродинамические машины с жидкометаллическим рабочим телом. – Л.: Энергия, 1970. – 272 с.

7. Muhammadiev A., Yunusov R.F., Bayzakov T.M., Sattarov N.E., Yusupov Sh.B., Xaliqnazarov U.A., Sattarov M.N. Liner motor drive of cattle farm feeders // 1st International Conference on Energetics, Civil and Agricultural Engineering 2020 (ICECAE 2020). IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 614 (2020) 012013.

УДК 636.03

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИНКУБАЦИИ ЯИЦ

С.А. Костюкевич, канд. с.-х. наук, доцент,
Д.Ф. Кольга, канд. техн. наук, доцент, А.С. Пырх, студент
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь
kostiukievich@mail.ru

Аннотация: анализ современного оборудования, применяемого для инкубации яиц сельскохозяйственной птицы.
Abstract: analysis of modern equipment used for incubation of poultry eggs.
Ключевые слова: птица, яйцо, инкубация, режим, оборудование.
Key words: poultry, egg, incubation, mode, equipment.

Введение. Первые сведения об инкубации яиц содержатся в трудах греческих историков Геродота (около 425 лет до н.э.) и Диодора.

В 1928 году, в СССР начали выпускать инкубаторы на Люберецком заводе «Спартак», Московской области. Однокамерные инкубаторы ИК–1 на 154 яйца, двухкамерные ИК–2 – на 308, четырехкамерные ИК–4 – на 616, крупные секционные инкубаторы «Спартак» – на 9000, 12320, 24640, 49280, комбинированные ГШУ–5 – на 58800 яиц.

В 1947 году был налажен выпуск электрических механизированных и автоматизированных инкубаторов «Рекорд–39» на 39000 и ВИР–9 на 9000 яиц, секционных ИСК–2,4 и ИСУ–24 и шкафных электрифицированных, автоматизированных инкубаторов «Универсал» разных мощностей [1, 2].

Основная часть. Цель работы – анализ современного оборудования, применяемого для инкубации яиц сельскохозяйственной птицы.

Существует два основных способа инкубации в промышленном предприятии: одноступенчатый и многоступенчатый.

При одноступенчатой инкубации прибор используется для партии яиц одного возраста. Поддерживает контроль над условиями инкубации, но процесс занимает больше времени, потому что в партии яйца определенного возраста. Одноступенчатая инкубация является более практичным способом, так как вывод составляет от 90 % (многоступенчатая – 60–70 %).

При многоступенчатой инкубации яйца различных эмбриональных возрастов закладывают в один инкубатор с интервалом в

1–2 дня. С одной стороны, в машину подкладывают свежее яйцо, а с другой – вынимают инкубированное. Преимущество способа – в простоте контроля, недостаток – невозможность создания оптимальных условий для каждого заложенного яйца индивидуально [4].

Российский «Витязь» вмещает 1400 яиц, имеет диапазон температур с 36–39 °С и регулятор влажности от 30 до 40 %. Обладает полным поворотом лотков, два элемента нагревания, имеется аварийная блокировка.

«Стимул-4000» обладает вместительностью до 4032 яиц, поддерживает температуру 36–39 °С. Диапазон влажности от 30 до 40 %. Имеет полный автоматический поворот лотков, мощный нагревательный потенциал и аварийную автоблокировку.

В отечественном инкубаторе ИФХ-1000-1С есть возможность более обширно регулировать влажность: 40–80 %. Температурный режим: 36–38 °С. Вмещает 1000 яиц. Имеет три нагревательных блока, ванночки для воды, систему вентиляторов, легкий доступ для дезинфекции [3].

«ИВ-18-СТИ» – российский инкубатор на 16000 яиц с регулировкой температуры и влажности. Имеется полный автоматический поворот лотков, мощный нагревательный потенциал и аварийная автоблокировка. Недостаток – низкий диапазон регулировки температуры.

«RCOMMARU 1000 MAX» (Корея) вмещает 1000 яиц. Температурный диапазон – 20–42 °С. Влажности – 20–70 %. Автоматическая регулировка температуры, диапазон контроля влажности и улучшенная система нагревания. Недостаток – сравнительно небольшая вместимость по отношению к мощным показателям и цене.

«ТЭНФЭЙ TFFH-24» (Китай) вместимостью до 12672 яиц. Диапазон температуры и влажности аналогичен «RCOMMARU 1000 MAX». Имеет автоматический полный поворот лотков, высокий уровень регулировки температуры и влажности. Недостаток – высокая мощность потребления энергии и отсутствие аварийной блокировки [2].

Центральная компьютерная сеть осуществляет контроль всех параметров инкубации, обеспечивает высокий уровень информационного обеспечения [4].

Заключение. Одноступенчатый способ инкубации является самым практичным на производстве и позволяет увеличить вывод до 90 %.

Импортные инкубаторы способны осуществить более глубокий контроль над микроклиматом внутри оборудования. Преимущество

отечественной техники: в доступности ремонта и относительно высокой надежности. Автоматизация управления ускоряет получение и анализ данных о состоянии всего процесса инкубации.

Список использованной литературы

1. Буртов, Ю.З. Инкубация яиц /Ю.З. Буртов, Ю.С. Голдин, И.П. Кривопишин. – М., Агропромиздат, 2018.

2. Великсар, Д.С. Влияние температурно-влажностного стрессирования на развитие эмбрионов /Д.С. Великсар, Т.В. Недбайло, Н.В. Шамова, Б.Г. Янушкевич //Селекционно-технологические процессы в промышленном птицеводстве. – Кишинев, 2017. – С. 58–62.

3. Дядичкина, Л.Ф. Технология инкубации яиц сельскохозяйственной птицы: методические рекомендации /Сост. Л. Ф. Дядичкина. – Сергиев Посад, ВНИТИП, 2011. – 88 с.

4. Отрыганьев, К.А. Технология инкубации /К.А. Орыганьев, В.М. Рошков – М.: Агропромиздаст. 2017. – 152 с.

УДК 637.11.05

КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МОЛОКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИИ СОДЕРЖАНИЯ КОРОВ

С.А. Костюкевич, канд. с.-х. наук, доцент,
Д.Ф. Кольга, канд. техн. наук, доцент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь
kostiukievich@mail.ru

Аннотация: Наиболее качественными показателями обладает молоко, производимое при беспривязном способе содержания коров и при доении в доильном зале на установке «Westfalia»: бактериальная обсемененность молока составила 169,3 тыс./см^3, коли-титр – 0,01–1,0. Количество соматических клеток – 298,21 тыс./см^3.

Abstract: The highest quality indicators are possessed by milk produced by loose-fitting cows and milking in the milking parlor at the «Westfalia»: installation: the bacterial contamination of milk was 169,3 thousand/cm^3, the col-titer was 0,01–1,0. The number of somatic cells is 298,21 thousand/cm^3.

Ключевые слова: технология, молоко, корова, доение, качество, способ содержания.
Key words: technology, milk, cow, milking, quality, way of keeping.

Введение. В Республике Беларусь применяется два способа содержания коров: привязной и беспривязной [1].

Применение беспривязного содержания коров позволяет не только облегчить работу со стадом в плане повышения качества молока, но и использовать современные доильные залы с высоким уровнем автоматизации производственных процессов, несомненно, положительно сказываются на качестве реализуемой продукции [3].

Основная часть. Цель исследований – изучить показатели качества молока при различных способах содержания коров и использовании различных типов доильных установок.

Для достижения поставленной цели проводили исследования в производственных условиях молочно-товарной фермы ОАО «Беличи» Минской области. Для проведения исследований по изучению качественных показателей молока были сформированы две группы коров-первотелок по 46 голов в каждой.

В эксперименте представлено два способа содержания коров: привязной и беспривязной (беспривязно-боксовый). Представлены различные варианты доения коров в молокопровод: в стойлах и в доильном зале. При доении в стойлах применялась доильная установка АДМ–8А. Доильный зал представлен автоматизированной доильной установкой «Westfalia».

Количество микроорганизмов в молоке определяли путем посева на плотную питательную среду с последующим подсчетом выросших колоний (ГОСТ 9225), наличие бактерий группы кишечной палочки – коли-титр – по методу Карташовой (1972 г.). Полученный материал статистически обработан с помощью стандартных компьютерных программ, результаты сведены в таблицы и проанализированы.

За период исследований при привязном способе содержания коров и доении в молокопровод на установке АДМ–8А количество соматических клеток в молоке составляло 386,02 тыс./см^3, бактериальная обсемененность молока – 326,2 тыс./см^3, коли-титр молока находился на уровне 0,01–1,0 (таблица 1).

Таблица 1.Качественные показатели молока

Показатели	АДМ–8А	«Westfalia»
Бактериальная обсемененность, тыс./см^3	326,2±11,8	169,3±11,8**
Коли-титр	0,01–1,0	0,01–1,0
Количество соматических клеток, тыс./см^3	386,02±10,20	298,21±6,62*

Молоко, соответствующее сорту «экстра» при привязной технологии содержания животных, составляло 46,2 %, высшему сорту – 27,8 %, первому – 13,1 %. Молоко, не подлежащее реализации, занимало 12,9 %.

При беспривязном способе содержания коров и доении в доильном зале установкой «Westfalia» получали молоко более высокого санитарного качества. Средняя бактериальная обсемененность молока составила 169,3 тыс./см^3, что на 156,9 тыс./см^3 или 51,7 % меньше по сравнению с молоком при доении доильной установкой

АДМ–8А. Коли-титр молока был в пределах 0,01–1,0. Уровень соматических клеток в молоке составил 298,21 тыс./см^3, что на 22,7 % ниже, чем в молоке коров при привязном способе содержания. При беспривязной технологии содержания коров, молоко, соответствующее сорту «экстра», составляло 66,1 %, высшему – 14,4, первому – 11,9, несортовое молоко –7,6 %.

Заключение. Исследования позволяют обосновать различные технологические приемы содержания и доения коров, применяемые в Республике Беларусь, и выявить их влияние на качество производимого молока. Наиболее качественными показателями обладает молоко, производимое при беспривязном способе содержания коров и доении в доильном зале на автоматизированной установке «Westfalia»: бактериальная обсемененность молока составила 255,21 тыс./см^3, коли-титр молока – 0,01–1,0. Количество соматических клеток – 298,21 тыс./см^3. Молоко, соответствующее сорту «экстра» составило 66,1 %, высшему – 14,4, первому – 11,9, несортовое молоко – 7,6 %.

Список использованной литературы

1. Совершенствование системы кормления дойного стада в ООО «Снежка-Молотино» Брянского района Брянской области / И.В. Малявко, С.В. Яковенко, С.И. Шепелев, Е.А. Лемеш // Актуальные проблемы инновационного развития животноводства: сб. ст. междунар. науч.-практ. конф. Брянск, 2019. С. 388–396.

2. Стрельцов В.А. Влияние продолжительности межотельного периода на молочную продуктивность коров // Актуальные проблемы инновационного развития животноводства: сб. ст. междунар. науч.-практ. конф. Брянск, 2019. С. 260–264.

УДК: 631 363:636.085

ЭКСТРУДИРОВАНЫЕ ЗЕРНОВЫЕ КОРМА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ КОРМЛЕНИЯ ЖИВОТНЫХ

А.А. Романович, канд. техн. наук, доцент,
А.Ю. Храброва, студент
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь,
nastia.01.02.1986@gmail.com

Аннотация: В статье приведены сведения о эффективности применения для кормления животных экструдированых зерновых кормов.

Annotation: The article provides information on the effectiveness of the use of extruded grain feed for feeding animals.

Ключевые слова: зерновые корма, экструдирование, измельчение, денатурация.
Key words: grain feed, extrusion, grinding, denaturation.

Введение

Для обработки зерна с целью «раскрытия» крахмала на практике используют различные технологии. Термический способ (например, инфракрасное излучение, обработка горячим воздухом) заключается в использовании таких факторов влияния, как температура и длительность воздействия. При гидротермическом способе (например, тостирование) дополнительно используется влага. Комбинация гидротермических процессов (факторы влияния: температура, влага, длительность воздействия) с механической обработкой (факторы воздействия: давление и срезывающее усилие) представляет собой технологию экструзии.

Основная часть. Экструдирование – это особый способ обработки сырья, при котором зерно поддается механическому воздействию (измельчению) в винтовой части экструдера. Этот процесс происходит под воздействием высокой температуры (около 150 °С) и давления. Далее измельченная разогретая масса под высоким давлением попадает под влияние низкого давления. В результате резкого перепада происходит т.н. «взрыв» – готовый продукт увеличивается в объеме, приобретает пористую структуру.

В процессе экструдирования с сырьем происходит несколько видов воздействия:

Тепловое – влияние высоких температур (до 200 °С) улучшает питательные и вкусовые качества. Это положительно влияет на пищеварительный тракт животных, минимизирует уровень токсичных и других опасных веществ, кроме того высокое давление и температура полностью уничтожают болезнетворные микроорганизмы в зерне. Это позволяет перерабатывать даже залежавшееся и частично порченое сырье.

Измельчение и смешивание – зерно поддается интенсивному измельчению до полной однородности, все ингредиенты тщательно смешиваются, образуя единую питательную массу на выходе.

Денатурация – в результате разрыва на клеточном уровне происходит изменение структуры белка. Вследствие этого питательные вещества становятся максимально доступными. К примеру крахмал распадается на несколько компонентов, в результате чего ценные протеины в разы быстрее и легче усваиваются организмом животных.

Комплексное использование нескольких видов воздействия позволяет получить на выходе высокопитательный, легкоусвояемый продукт. В нем сохраняются незаменимые аминокислоты и вита-

мины благодаря кратковременному воздействию применяемых процессов.

Для того чтобы понять, как происходит «раскрытие крахмала» в зерне, необходимо взглянуть на его морфологию и химическую структуру. Зерновые содержат в зависимости от вида от 40 до 60 процентов крахмала. Чисто химически можно разделить крахмал на амилозу и амилопектин.

Амилоза (от 20 до 30 % общего крахмала в зерновых культурах) состоит из связанных молекул глюкозы, которые в этих соединениях образуют длинные извилистые цепи спиралевидной формы.

Амилопектин (от 70 до 80 % крахмала) – это разветвлённый полисахарид, в котором связаны от 2 000 до 200 000 молекул глюкозы.

Соотношение амилозы к амилопектину, длина цепей и степень разветвления цепей глюкозы значительно влияют на технические свойства различных видов зерновых и переваримость крахмала.

В эндосперме зерновки крахмал находится в форме отдельных гранул, чья величина составляет от 2 до 200μм. Эти зёрна крахмала очень хорошо различимы под электронным микроскопом (рисунок 1). Они являются довольно стабильными благодаря внутренним водородным связям.

Разветвлённые молекулярные цепи амилопектина могут создавать в этих гранулах вместе с неразветвленными молекулами амилозы полукристаллические и кристаллические области. Эти жесткие органические структуры не расщепляются в воде и в природной, неизмельчённой форме имеют значительное сопротивление расщеплению посредством энзимов [1].

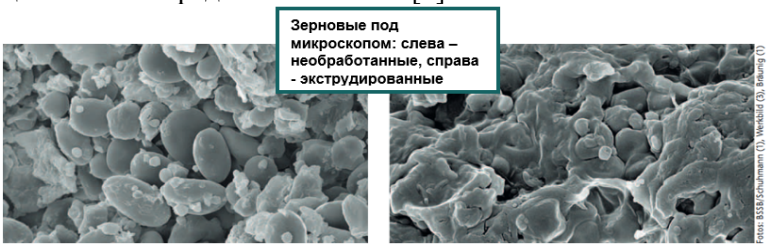


Рисунок 1. – Зерновые под микроскопом

Заключение. Благодаря интенсивной механически-гидротермической обработке зерновых эти структуры изменяются до молекулярного уровня, крахмал «раскрывается». Главный эффект – это значительно увеличение поверхностной площади грану-

лы крахмала и обширное расщепление амилопектина и амилозы. Изменение структуры тоже очень хорошо видно под микроскопом. Типичные зёрна крахмала после обработки разрушаются и по большей части сплавляются в плоские, напоминающие растопленный пластик ареалы.

Для кормления некоторых видов животны очень важно, чтобы наряду с размером и формой крахмальных зёрен можно было бы варьировать их внутренним строением (кристаллические, аморфные, желеподобные области) и видом зерновых.

Список использованных источников

1. Официальный Интернет портал «Soft-agro» [Электронный ресурс] / «Soft-agro». – Киев, 2018. – Режим доступа: https://soft-agro.com. – Дата доступа: 02.06.2018.

УДК: 631 363:636.085

ОБЗОР ЭКСТРУДИРОВАНЫХ ЗЕРНОВЫХ КОРМОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ КОРМЛЕНИЯ ЖИВОТНЫХ

А.А. Романович, канд. техн. наук, доцент, А.Ю. Храброва, студент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь, nastia.01.02.1986@gmail.com

Аннотация: В статье приведены сведения о эффективности применения для кормления животных различных по составу экструдированых зерновых кормов.

Annotation: The article provides information on the effectiveness of the use of extruded grain feeds of various composition for feeding animals.

Ключевые слова: зерновые корма, экструдирование, измельчение, денатурация.

Key words: grain feed, extrusion, grinding, denaturation.

Введение. Экструзионная обработка зерна в комбикормовой промышленности является наиболее перспективной. В наиболее экономически развитых государствах (США, Япония, страны Западной Европы) экструзионные технологии стали приоритетным направлением развития пищевой и кормовой промышленности.

Основами процессов экструзии занимаются крупные научные центры – Технический университет Берлина (Германия), Центр исследований сельскохозяйственных проблем в Нанте (Франция), Канзасский университет (Соединенные Штаты Америки). Кроме развитых научных центров по всему миру ведутся многочисленные научные работы, позволяющие применить экструзионный технологический процесс при переработке различных кормовых материалов.

Наибольшее применение этот процесс нашел при производстве вспученных кормов для молодняка животных. Например, в США ежегодно вырабатывается таких кормов не менее, чем на 4 млн. дол. [1,2].

Основная часть. Каждая из растительных культур, применяемых в питании животных, имеет свою ценность и особенность. При экструдировании эти показатели увеличиваются в разы. Что дает применение того или иного вида – рассмотрим ниже [1].



Экструдированный ячмень. Содержит 114 г. сырого протеина, 4,2 г. лизина, энергетический обмен составляет 13,6 МДж. Отличается исключительными показателями вкусовых качеств. При кормлении поросят наблюдается повышение переваривания и усвоения питательных веществ до 12 %. Вводится до 50 % в состав стартерного комбикорма.



Экструдированная пшеница. Ценный энергетический ингредиент с пониженным уровнем клетчатки (до 1,5 %). Имеет в составе высокие уровни лизина и протеина. Это способствует улучшению работы пищеварительного тракта. Часто комбинируется с ингредиентами с высоким уровнем клетчатки (отруби, шпрот подсолнуха и др.). В зерновую смесь рекомендовано вводить не более 45 %.



Экструдированная кукуруза. Содержит около 40 г. протеина, 2,7 г. лизина. Богата на наличие незаменимых аминокислот (особенно метионина). Отличается низким уровнем клетчатки и высоким показателем обменной энергии. Преимущественно используется в стартерных комбикормах с уровнем введения до 40 %. Это дает высокие показатели энергии роста. При кормлении молодняка позволяет быстрее перейти к сухой пище.



Экструдированный горох. Ценный высокопротеиновый продукт (15,5 г. лизина), содержит больше количество аминокислот и углеводов в легко доступной форме. Хороший источник белка для молодняка на откорме. Помогает экономить на рационах благодаря полной замене корма животного происхождения. Отличается высокими вкусовыми характеристиками и ароматом. Рекомендуется вводить до 30 % в общую кормовую смесь. С помощью повышенного ввода в рацион можно увеличить мясную продуктивность.



Экструдированная соя. Один из самых ценных компонентов в составе комбикормов с высоким уровнем белков. Содержит 29 г лизина и около 350 г. сырого протеина. В данном продукте идеально сбалансированы незаменимые жиры и аминокислоты. Общая рекомендованная доза ввода составляет 10–30 %. Эффективна при откорме поросят, положительно влияет на репродуктивные способности свиноматок. В сочетании с подсолнечным жмыхом способствует увеличению удоев у коров благодаря поступлению в организм защищенных жира и протеина. Они расщепляются в тонком кишечнике, отдавая питательные компоненты непосредственно на выработку молока. Отмечается улучшение производственных показателей (до 20 %). Помогает снизить расходы на 20–30 % на корме животного происхождения.



Соевый жмых. После экструдирования этот продукт представляет собой большую питательную ценность. Характеризуется высоким содержанием белка и аминокислот (26 г. лизина). Подходит для кормления большинства домашних животных (свиньи, КРС, птица). Используется как на начальных стадиях, так и на заключительных в качестве откорма. Идеальный корм при выращивании мясных пород животных. Способствует быстрому набору мышечной и мясной ткани, активному наращиванию массы. Наблюдается увеличение энергии роста. Помогает экономить на кормах, поскольку эффективен при замене пищи животного происхождения. Уровень введения в корм составляет 10–20 %.



Смесь из гороха и сои. Характеризуется наличием в составе высокого уровня аминокислот и протеина. Является ценным источником доступных углеводов и жиров. Отличается хорошими вкусовыми и ароматическими параметрами. Применяется для всех групп свиноводческого комплекса. Ввод в общий состав комбикормов – до 30%. Дает быстрые результаты прироста при кормлении молодняка.



Смесь экструдированных гороха и кукурузы. Является высокопротеиновой энергетической добавкой в рацион молодняка (особенно поросят). Уровень введения – до 50 %. Позволяет сэкономить на кормах ввиду наличия высокого уровня протеинов и легкому усвоению.

Отличается хорошими вкусовыми качествами, способствует повышению съедения основной еды. Помогает в короткие сроки приучить молодняк (особенно поросят) к прикорму и последующему отказу от пищи животного происхождения [2].

Заключение. Таким образом, применение кормов, полученных в результате экструдирования, имеет ряд преимуществ: высокая усвояемость – около 95 % корма легко усваивается животными в сравнении с просто дробленным зерном (до 40 %); после экструдирования усвояемость бобовых культур (соя, горох, вика и др.) увеличивается до 10 раз.

Список использованных источников

1. Анферников, О.Ю. Совершенствование технологии пищевых текстуратов, получаемых способом термопластической экструзии [Текст] / О.Ю. Алферников Дисс. канд. техн. наук. – Краснодар: –2010. –122 с.

2. Брылинский, М.П. применение экструдеров при производстве кормов для молодняка сельхозптицы [Текст] / М.П. Брылинский // Хранение и переработка зерна. – 2004. №9. – С. 43–44.

3. Официальный Интернет портал «Soft-agro» [Электронный ресурс] / «Soft-agro». – Киев, 2018. – Режим доступа: https://soft-agro.com. – Дата доступа: 02.06.2018.

4. Официальный Интернет портал «ШМ-Агро» [Электронный ресурс] / «ШМ-Агро». – Дзержинск, 2018. – Режим доступа: https://шчодры.бел. – Дата доступа: 02.06.2018.

УДК: 631 363:636.085

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ЭКСТРУЗИИ ЗЕРНОВЫХ КОРМОВ

А.А. Романович, канд. техн. наук, доцент, А.Ю. Храброва, студент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь, nastia.01.02.1986@gmail.com

Аннотация: В статье приведены сведения о теоретические исследованиях процесса экструзии зерновых кормов в одношнековом экструдере с описанием стадий их обработки.

Abstract: The article provides information on theoretical studies of the process of extrusion of grain feed in a single-screw extruder with a description of the stages of their processing.

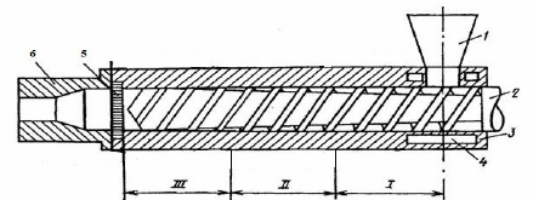
Ключевые слова: зерновые корма, экструдирование, измельчение, денатурация.

Key words: grain feed, extrusion, grinding, denaturation.

Введение. Термин «экструзия» впервые был использован для описания процесса получения изделий из пластмасс и резиновых смесей в машине, предназначенной для размягчения материалов и придания им определенной формы. Первые экструдеры созданы в XIX в. в Великобритании, Германии, США. В начале XX в. было освоено серийное производство экструдеров.

Наиболее перспективен для кормоприготовления процесс теплой экструзии, позволяющий добиться глубокой переработки полуфабриката при энергосберегающем режиме ведения технологического процесса экструдирования. В настоящее время термопластическая экструзия на основе сырья растительного происхождения широко применяется в макаронной, кондитерской, хлебопекарной, крахмалопаточной, пищеконцентратной, мясной, рыбной, а также в комбикормовой отраслях промышленности [1].

Основная часть. Для проведения экструзии крахмалосодержащих масс применяется в основном шнековый экструдер, его принципиальная схема приведена на рисунке 1.



1 – питатель; 2 – шнек; 3 – цилиндрический корпус; 4 – термоподогрев;
5 – решетка с сетками; 6 – фильера
Рисунок 1 – Схема одношнекового экструдера

Шнек специальной конструкции вращается в цилиндрическом корпусе на одном конце, которого тангенциально или радиально располагается питатель для загрузки сырья, а на противоположной стороне с торца крепится фильера [2].

В зависимости от стадий обработки материала в экструдере его цилиндр по длине можно условно разделить на три зоны: приема сырья; сжатия и образования упруго-пластичной массы; выпресовывания.

Отличительной особенностью этих зон является то, что обрабатываемый материал в каждой из них характеризуется различным физико-химическим состоянием и структурно-механическими свойствами, и качество экструдата зависит от того, как проходит обработка продукта в этих зонах.

Работа шнека в первой зоне должна обеспечить непрерывную и равномерную подачу обрабатываемого материала в последующие зоны в количестве, необходимом для их заполнения.

Протекание процесса обработки пищевого сырья во второй зоне шнека во многом определяется физико-химическими свойства-

ми содержащегося в нем крахмала, так как в процессе обработки материала происходит его клейстеризация.

Механизм клейстеризации крахмала – это комплекс процессов, включающих набухание, деструкцию зерен крахмала, их частичное растворение и образование трехмерной структуры в однофазной дисперсии. Клейстеризация крахмала в экструдере обусловлена тремя факторами: наличием значительных механических воздействий на обрабатываемый материал, низким содержанием влаги в нем, высокими температурами обработки.

При таких условиях процесса активизируется термомеханическая деструкция зерен крахмала и его полисахаридных молекул, тогда как их набухание и растворимость в воде будут весьма ограниченными. Под воздействием механических усилий, тепла и влаги крахмал и крахмалосодержащее сырье превращаются в гомогенную массу. Повышение температуры вызывает растяжение и перестройку некоторых структурных полимерных образований, белки при этом претерпевают существенные изменения, частично денатурируют [3].

На следующем этапе обработки материала (в третьей зоне) происходит его выпресовывание из экструдера через отверстия матрицы, в результате резкого перепада давления и температуры происходит мгновенное испарение влаги, находящейся в обрабатываемой массе. Это приводит к образованию новой высокопористой структуры и увеличению поперечных размеров экструдата. Размеры пор и толщина их стенок обусловлены разностью давлений и реологическими свойствами выпрессовываемой массы. При контроле состояния поверхности экструдата с помощью микроскопа обнаруживается ее сетчатость. Наличие складок у стенок пор позволяет сделать вывод о том, что толщина их неравномерна, а образование новой структуры сопровождается сложными процессами релаксации напряжений и тепломассообмена.

Заключение. Таким образом, изучение процесса экструзии и влияния различных факторов на качество экструдата представляет собой сложную, но весьма важную практическую задачу, поскольку ее решение указывает пути управления протекающим процессом.

Список использованных источников

1. Жушман А.И., Карпов В.Г., Иващенко П.А. Изменение свойств и структуры кукурузных крахмалов и муки при экструзионной обработке – М.: Сахарная пром., 1985. – № 3. – С. 39–42.

2. Кадыров Д.А, Гарзанов А.А. Журнал"Птицеводство" №7, 2008 г

3. Резник Е.И., Добрянцов Н. К. Переработка грубых кормов. Сельский механизатор. 1983 №2. – С. 20–22.

УДК 631.22.018

УДАЛЁННЫЙ КОНТРОЛЬ РОБОТА ДЛЯ УДАЛЕНИЯ НАВОЗА НА МОЛОЧНО-ТОВАРНОЙ ФЕРМЕ

Д.Д. Слимаков, магистрант

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

Аннотация: Рассматриваются вопросы удалённого контроля робота-навозоуборщика в коровнике. Приводится блок-схема системы удалённого контроля. Предлагается метод реализации системы удалённого контроля.

Abstract: The issues of remote control of a robotic manure cleaner in a barn are considered. A block diagram of the remote control system is given. A method for implementing a remote control system is proposed.

Ключевые слова: робот, навозоуборщик, навозоудаление, мониторинг, удалённый контроль.

Keywords: robot, manure cleaner, manure removal, monitoring, remote control.

Введение. Важным условием создания благоприятного микроклимата в животноводческих помещениях является бесперебойная работа системы навозоудаления. Система навозоудаления способствует созданию микроклимата на молочной ферме, а также является ее неотъемлемой частью, влияя на санитарно-гигиеническое состояние помещения.

Робот-навозоуборщик – это продукт технологии роботизации. По общему принципу работы имеет сходство с известными роботами-пылесосами. Представляет собой прямоугольную металлическую конструкцию на колесах, с емкостью для навоза, мешками для воды и две системы трубок по одной из которых циркулирует вода для распылителей воды, через другую поступает вычищаемый навоз.

Основная часть. Для очистки навозных проходов со сплошными полами используются роботизированные агрегаты, которые обеспечивают сбор навоза с их поверхности и транспортировку всей этой массы к поперечному сборному навозному каналу. Например, разработанный компанией Lely France робот для уборки навоза Lely Discovery 120 Collector убирает жидкую суспензию навоза быстрее, чем скреперная установка. Робот предназначен для работы на сплошных твёрдых полах, он вмещает до 340 литров жидкой фракции фекалий, и навоз может быть удален менее чем за 2 минуты на насосной станции. Каждые два часа можно очистить площадь до 500 м². Эффективность очистки также повышается с

помощью дополнительного источника воды. Применение робота обеспечивает повышение эффективности и экономию времени, улучшение состояния здоровья животных.

На основе проведённых исследований отмечается, что несмотря на дополнительные затраты времени на подготовку роботов к работе (перепрограммирование, очистка и т. п.) их применение обеспечивает создание гигиенических условий, которые положительно влияют на здоровье животных и позволяют снизить затраты труда. [1].



Рисунок 1 – Робот для уборки навоза

Контролируемым параметром является время начала и время длительности работы робота, которые можно устанавливать дистанционно с периферийного устройства или АРМ (автоматизированное рабочее место).

Использование систем удаленного мониторинга позволяют снизить непроизводственные затраты труда и средств. Кроме того, внедрение системы удаленного мониторинга в сельском хозяйстве позволяет значительно повысить качество и точность выполнения технологических операций. Причем подобные системы дают возможность полного контроля и мониторинга использования всех технических решений вне зависимости от их марочного состава и сложности конструкции. [2]

В нашем случае удаленный мониторинг будет проводиться с помощью периферийного устройства, такого как компьютер, панель оператора или смартфон.

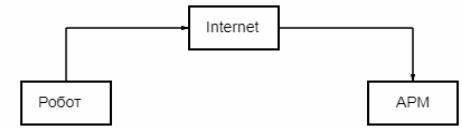


Рисунок 2 – Блок-схема работы мониторинга

Для этого создаём интерфейс программы мониторинга, на котором в полной мере будет отображаться текущее состояние робота, в том числе предупреждающие уведомления в случае возникновения каких-либо нарушений условий работы.

Заключение. Преимущества данной системы:

- Маршрут и частота очистки устанавливается персоналом
- Установка собственного времени начала работы с помощью удалённого устройства
- Обеспечение автоматического процесса уборки навоза без непосредственного участия персонала
- Благодаря применению метода транспортировки внутри резервуара самого робота, обеспечивается более качественная очистка без размазывания по половым поверхностям в отличие от классических скреперных роботов.
- Благодаря применению распылителей воды обеспечивается полноценное очищение полов.

Список использованной литературы

1. Казакевич, П.П. Технологическая концепция «умной» молочной фермы: монография / П.П. Казакевич, В.Н. Тимошенко, А.А. Музыка; рец.: Н.А. Садомов, А.Ф. Трофимов; РУП «Научно-практической центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2021. – 245 с.

2. Микропроцессорная техника систем автоматизации : учебно-методическое пособие / И.И. Гируцкий, А.Г. Сеньков. – Минск : БГАТУ, 2022. – 224 с.

УДК 637.072

КАЧЕСТВО ТВОРОЖНОГО ПРОДУКТА С СУХОФРУКТАМИ

П.К. Федорова, студент, О.Н. Пастух, канд. с.-х. наук, доцент

ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия

89165841852@mail.ru

Аннотация: в данной работе были использованы сухофрукты, как сладкая добавка к творожному сыру: изюм и курага измельченная. Эти компоненты содержат в себе малое количество сахара, который не вредит организму, а также витамины и минеральные вещества, макро- и микроэлементы, необходимые для слаженной работы организма и улучшения состояния здоровья человека, его самочувствия и обогащения организма питательными веществами.

Abstract: in this work, dried fruits were used as a sweet addition to curd cheese: raisins and crushed dried apricots. These components contain a small amount of sugar, which does not harm the body, as well as vitamins and minerals, macro- and microelements necessary for the smooth functioning of the body and improving human health, well-being and enriching the body with nutrients.

Ключевые слова: изюм, курага, творожный сыр, качество.

Key words: raisins, dried apricots, curd cheese, quality.

Введение. В последнее время довольно много людей начинают понимать важность здорового образа жизни и правильного питания. Одним из важных пунктов здорового питания является наличие в рационе кисломолочных продуктов и растительных компонентов [1,6]. Творожный сыр как раз относится к здоровым продуктам питания, которые могут обогатить организм так ему нужными веществами [2,3-5].

Сухофрукты – это фрукты и ягоды в непосредственно высушенном виде, в которых влага не превышает порог в 20%. Сухофрукты легче транспортировать, у них более длинный срок хранения, чем у свежих фруктов, они также богаты огромным количеством витаминов и элементов, которые благоприятно влияют на здоровье человека, особенно в зимний период времени, когда организм более ослаблен и нуждается в дополнительной защите иммунитета [1,2,6].

Материалы и методы. Целью научно-исследовательской работы являлось изучение качества творожного сыра с сухофруктами – изюмом и курагой, выработанного в условиях промышленного предприятия, как продукту здорового питания, а также обогащение его полезными для человека веществами. Основные исследования были выполнены на базе кафедры Технологии хранения и переработки продуктов животноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева и на перерабатывающем предприятии. Объект исследования: творожный сыр без добавок (контроль); творожный сыр с добавлением изюма и измельченной кураги. В образцах творожного сыра определяли показатели, характеризующие его качество.

Результаты исследований. Органолептические свойства молока были в пределах нормы. По результатам данных о качестве молочного сырья, делаем вывод, что молоко относится к высшему сорту и пригодно для изготовления творожного сыра (табл.1).

Таблица 1. Качество молока – сырья

Показатель	Результат
Массовая доля,%: - сухого вещества	12,9±0,10
- СОМО	8,9±0,05
- жира	4,0±0,03
- белка	3,5±0,03
Плотность, кг/м^3	1029±0,3
Кислотность, °Т	16,7±0,20
Чистота, количество посторонних включений	1 группа
Количество соматических клеток, тыс./см^3	240±7,05
Точка замерзания, °С	-0,58±0,004
Алкогольная проба, % этил. спирта	75,0±2,05

В опытных образцах готового творожного сыра определяли физико-химические показатели качества. Данные показатели находятся в пределах допустимых значений и соответствуют требованиям ГОСТ 33480-2015 СЫР ТВОРОЖНЫЙ. Общие технические условия (табл. 2).

Участниками дегустационной комиссии опытные партии творожного сыра без добавок и с изюмом и курагой были оценены и допущены в реализацию.

Таблица 2. Качество творожного сыра

Показатель	Творожный сыр		
	без добавок (контроль)	с добавками	
		изюм	курага
Массовая доля,%: - сухих веществ	36,0±0,30	37,5±0,24	37,8±0,26
- жира	24,0±0,32	24,8±0,29	24,4±0,31
- белка	8,21±0,03	8,32±0,03	8,39±0,03
Кислотность, °Т	150±3,26	160±0,97	165±1,37

Заключение. Рекомендуется к внедрению в производство творожный сыр с добавлением сухофруктов, таких, как изюм и курага, как качественного и полезного продукта.

Список использованной литературы

1. Жукова, Е. В. Теоретические основы питания. – Москва: ООО "Реарт", 2017. – 152 с.

2. Наумов, В. А. Особенности технологии сырного продукта // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2022. – С. 1170-1174.

3. Сидоренко, О. Д. Использование некоторых признаков природных штаммов лактобактерий для заквасок // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 8. – С. 94-98.

4. Шувариков, А.С. и др. Научные основы переработки продукции животноводства. Москва: Редакция «Механизация и электрификация сельского хозяйства», 2021. – 198 с.

5. Сидоренко, О. Д. Лактобактерии природных заквасок молока // Доклады ТСХА: Материалы международной научной конференции, Москва, 05–07 декабря 2017 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2018. – С. 122–124.

6. Shuvarikov, A. S. Development of formulation for soft cheese based on milk from animals of different species // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Omsk City, 29–30 марта 2021 года. – Omsk City, 2022. – P. 012070. – DOI 10.1088/1755-1315/954/1/012070.

УДК 631.171

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

А.В. Брусенков, канд. техн. наук, доцент,
И.И. Данилин, магистрант
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
г. Тамбов, Россия
aleksei_brusenkov@mail.ru

Аннотация: в статье проведен краткий анализ ресурсосберегающих технологий в животноводстве, представлена экономическая эффективность их использования в сельскохозяйственном производстве.

Abstract: the article provides a brief analysis of resource-saving technologies in animal husbandry, presents the economic efficiency of their use in agricultural production.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, животноводство, ресурсосбережение, сельхозпродукция, энергозатраты.

*Keywords*s: agro-industrial complex, animal husbandry, resource conservation, agricultural products, energy consumption.

Введение. Затраты трудовых и материальных ресурсов при производстве сельхозпродукции в России остаются высокими. Так, затраты труда на производство 1 тонны свеклы у нас составляют 7,5 чел.-час., а в США – 1,1, картофеля соответственно – 26,5 и 2,2, молока – 85 и 4,0, говядины – 580 и 22, свинины – 330 и 8 чел.-час [1]. Такую разницу можно объяснить многими причинами – это суровые климатические условия, отсутствие организационного и экономического механизма в реализации энергосберегающих мероприятий, недооценка роли энергетического анализа действующих и новых технологий и техники и другие.

Основная часть. В животноводстве наиболее оправданы такие способы экономии энергоресурсов, как применение энергосберегающих технологий при заготовке, хранении, приготовлении и раздаче различных кормов, использование «вторичного тепла» технологических операций – подогрева воды, сушки навоза, обогрева помещений, внедрение современных энергосберегающих технологий для первичной обработки животноводческой продукции.

Отклонение параметров микроклимата от установленных пределов приводит к сокращению удоев молока на 10…20 %, прироста живой массы – на 20…35, увеличению отхода молодняка – до 40, уменьшению яйценоскости кур – на 30…35 %, перерасходу кормов, сокращению срока службы оборудования, машин и зданий,

снижению устойчивости животным к заболеваниям [1]. Как подчеркивают датские специалисты, для поддержания оптимального микроклимата и получения высоких результатов в свиноводстве необходимо соблюдать правило «большого пальца», согласно которому суммарные значения температуры и относительной влажности воздуха в свинарниках должны составлять 90 единиц [2].

Расчеты специалистов ГНУ «ВИЭСХ» показали, что при применении системы теплообеспечения в телятнике на 150 голов с теплоутилизатором, по сравнению с системой, где используется электрокалорифер типа ЭКОЦ, показали экономию энергии от 48 до 75 %. Однако, проведенные исследования показали, что в условиях, когда температура наружного воздуха незначительно отличается от температуры внутреннего воздуха, применение теплоутилизаторов малоэффективно из-за высокой их стоимости [1].

Интенсивная промышленная технология производства мяса птицы предусматривает их выращивание в безоконных птичниках, при этом важное значение имеет режим освещения. Были проведены исследования по сравнительной оценке эффективности напольного выращивания бройлеров кросса «ИСА-JV»в птичниках, оснащенных обычными лампами накаливания и системой освещения «Gasolec ORION» (Нидерланды). Благодаря применению в птичнике системы освещения «Gasolec ORION» затраты на электроэнергию снизились на 31 %, падеж – с 5,7 до 3,6 %, на 1,7 % увеличились приросты, на 1386 кг больше было сдано мяса с птичника (по сравнению с предыдущим аналогичным периодом за один технологический оборот), экономия электроэнергии составила 13000кВт·ч [1].

Использование природного холода является одним из наиболее эффективных путей снижения затрат энергии на его производстве. По данным МЭИ, сравнительно небольшое понижение температуры компенсации в холодильном цикле может существенно экономить энергию на привод компрессора. Так, понижение этой температуры с 300 до 280 К дает при температуре охлаждаемого объекта 260 к экономию энергии в 2, а до 270 к – в 4 раза [1]. Ведущие отечественные (ОАО «МСКХО») и зарубежные фирмы («Грам», «Финкоил», «Геа», «Шмитц») и другие разработали широкий ряд воздушных конденсаторов для комплектации парокомпрессионных холодильных машин, применение которых позволяет снизить энергозатраты на производство молока, сократить расход воды и значительно уменьшить влияние на экологию.

Использование высокоинтенсивной тепловой обработки с использованием энергии электромагнитного поля СВЧ подтверждают эффективность процесса – обеспечивают качественное повышение усвояемости обработанного зерна на 14,8 %, что способствует повышению продуктивности поросят до 36 % и птицы до 5 % и снижению затрат корма в 1,1…1,5 раза.

Заключение. Таким образом, существующие на сегодняшний день технологии и применяемые технические средства не всегда удовлетворяют современным требованиям по затратам энергии и ресурсов. Поэтому, для выхода из сложившейся ситуации необходимо проведение энерго- и ресурсосберегающих мероприятий, оценки их эффективности, которые в конечном итоге должны способствовать достижению основных целей развития агропромышленного комплекса – это обеспечением продовольствием собственного производства и повышение качества жизни населения нашей стран.

Список использованной литературы

1. Федоренко, В.Ф. Ресурсосбережение в агропромышленном комплексе: инновации и опыт / В.Ф. Федоренко, В.С. Тихонравов. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. – 328с.

2. Коваленко, В.П. Промышленное производство молока и свинины в Дании / В.П. Коваленко, И.Г. Лысых. – Краснодар, «Советская Кубань», 2005. – 354с.

3. Синельников, В.М. Концептуальные подходы к инновационному обновлению кластера молочного скотоводства / В.М. Синельников, А.И. Попов, Н.М. Гаджаров // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2019. – №1(71). – С. – 86–94.

УДК 636.083

ПРАВИЛЬНО ОРГАНИЗОВАННАЯ КОРМОВАЯ БАЗА КАК ЗАЛОГ БУДУЩЕГО

А.В. Брусенков, канд. техн. наук, доцен,
В.А. Лутовинов, магистрант 2 курса

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, Россия
aleksei_brusenkov@mail.ru

Аннотация: в статье изложены проблемы организации кормовой базы на животноводческих фермах и комплексах.

Abstract: the article describes the problems of the organization of the fodder base on livestock farms and complexes.

Ключевые слова: животноводство, корма, содержание животных.

*Keywords*s: animal husbandry, feed, animal husbandry.

Введение. Выполнение планов производства сельскохозяйственной продукции и роста производительности труда возможно только при интенсификации и повышении технической оснащенности сельского хозяйства [1,2]. В валовой продукции сельского хозяйства удельный вес животноводческой продукции составляет свыше 53 %. По уровню механизации, энерговооруженности и фондовооруженности труда животноводство заметно отстает от полеводства. Наряду с мелкими размерами ферм, недостаточным обеспечением животных кормами, низкой продуктивностью скота это является главной причиной высоких затрат труда и себестоимости продукции. Комплексная механизация на ферме составляет техническую основу поточного производства. Поэтому ее необходимо внедрять в соответствии с прогрессивной технологией содержания животных и выполнением основных производственных процессов по хранению, заготовке и переработке кормов, кормораздачи так далее.

Основная часть. Федеральной научно-технической программой развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы были поставлены следующие задачи: создание и внедрение технологий производства высококачественных кормов, кормовых добавок для животных и лекарственных средств для ветеринарного применения; создание и внедрение современных технологий производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия; разработка современных методов контроля качества сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия и экспертизы генетического материала и другие. Данные направления научно-технологического развития Российской Федерации, позволят получить научные и научно-технические результаты и создать технологии, являющиеся основой инновационного развития внутреннего рынка продуктов и услуг и обеспечат устойчивое положение России на внешних рынках. Реализация мер по таким направлениям должна обеспечить переход к высокопродуктивному и экологически чистому агрохозяйству, разработку и внедрение систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений и животных, хранение и эффективную переработку сельскохозяйственной продукции, создание безопасных и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания. Программой предусмотрены эффективные меры по совершенствованию снабжения населения плодо-

овощной продукцией и картофелем путем дальнейшего увеличения производства и повышения их качества, а также резкого сокращения потерь продукции в цепи «поле-потребитель». Решающая роль в этом отводится и материально-технической базе села, и в частности аграрно-промышленным комплексам по хранению и переработке сочного растительного сырья (плодам, ягодам, овощам и фруктам). Особое внимание к сочному растительному сырью вызвано тем, что оно является скоропортящейся продукцией, потери при ее хранении и транспортировке значительны, а материально-техническая база для товарной обработки и хранения этого вида продукции в местах производства все еще далека от совершенства. В ближайшее время будут разработаны комплексные промышленные технологии возделывания и хранения сочных кормов. Это касается предуборочной и послеуборочной обработки сочных кормов, установления оптимальных сроков уборки, предварительного охлаждения продукции, совершенствования способов хранения и других с использованием новейших методов и оборудования.

Заключение. Темпы роста производства продукции на животноводческих комплексах в значительной степени определяются развитием кормовой базы. Существующие методы многофазной заготовки, хранения и переработки кормов (силоса, сена, соломы, корнеклубнеплодов и других) обеспечивают комплексную механизацию процесса. Однако они не отвечают последним достижениям науки и практики. Исследованиями установлено, что во многих хозяйствах в корм скоту попадает 50…60 % питательных веществ растений биологического урожая, а 40…50 % этих веществ теряется во время заготовки, хранения и переработки. Например, современная наука и практика рекомендуют при организации кормления молочных коров и откормочного молодняка крупного рогатого скота, наряду с использованием традиционных высококачественных кормов, также применять новые монокорма и монодиеты, получаемые путем увлажнения питательными растворами или искусственной сушкой. Поэтому решающими факторами укрепления кормовой базы животноводства являются резкое снижение потерь и приготовление полноценных кормов.

Список использованной литературы

1. Резник, Е.И. Механизация на фермах и комплексах крупного рогатого скота / Е.И. Резник, Ю.Н. Ковалев. – М.: Россельхозиздат, 1976. – 71с.

2. Ковалев, Ю.Н. Комплексы по производству молока и говядины / Ю.Н. Ковалев, Г.И. Архипов. – М.: Россельхозиздат, 1976. – 71с.

3. Синельников, В.М. Концептуальные подходы к инновационному обновлению кластера молочного скотоводства / В.М. Синельников, А.И. Попов, Н.М. Гаджаров // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2019. – №1(71). – С. 86–94.

УДК 631.363

ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ НА МИНИКОМБИКОРМОВЫХ ЗАВОДАХ

С.С. Блёскин, аспирант, Е.А. Пшенов, канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет», г. Новосибирск, Россия.

Аннотация: Рассмотрены основные проблемы оборудования для приготовления комбикормов на внутрихозяйственных предприятиях. Представлены существующие готовые решения мини-комбикормовых заводов. Показаны предложенные пути для решения выявленных проблем.

Abstract: The main problems of equipment for the preparation of compound feeds at on-farm enterprises are considered. The existing ready-made solutions of mini-feed mills are presented. The proposed ways to solve the identified problems are shown.

Ключевые слова: Мини-комбикормовый завод, комбикорм, эжектор, циклон, циклон разгрузитель.

Keywords: Mini feed mill, compound feed, ejector, cyclone, cyclone unloader.

Введение. Укрепление и развитие кормовой базы возможно путем внедрения прогрессивных технологий заготовки, приготовления и использование кормов, в которых основная роль принадлежит кормоизмельчительным и смесительным машинам. Качественные концентрированные корма, изготавливаемые из доступного сырья – первый и главный элемент решения многих проблем кормового производства.

В России в настоящее время малые комбикормовые заводы, функционирующие в рамках сельхозпредприятий, остаются наиболее консервативными отраслями промышленного производства. Большинство данных малых производств работают по прямоточной схеме приготовления кормов выполняя лишь основные операции приготовления кормовой смеси:

– Поочередное измельчение заготовленных компонентов;

– Смешивание и дозирование измельченного компонента;

При этом на внутрихозяйственных малых предприятиях почти не используются передовые, прогрессивные технологические опе-

рации, повышающие питательную ценность кормов, не следят за запыленностью цехов и потерь мелкодисперсных компонентов для использования полного потенциала зерновки [1], не эффективно используют технологическое оборудование для измельчения компонентов что ведет к быстрому износу рабочих органов и не качественному измельчению компонентов [2].

Основная часть. В настоящее время существует ряд готовых решений мини-комбикормовых заводов, представленных для внутрихозяйственных производств с разной производительностью от 200 до 5000 кг/час. В таблице 1 приведены основные характеристики готовых решений по производству комбикорма.

Данные миникомбикормовые заводы снабжены основными элементами приготовления рассыпных кормов: пневмодробилка, смеситель, дозатор. Так же может быть поставлено дополнительное оборудование различного рода: грануляторы, экструдеры и тд.

Одна из основных проблем всех миникомбикормовых заводов – недостаточная загрузка или перегрузка пневмодробилки подаваемым материалом.

Таблица 1 готовые решения

Компания	Название	Производительность т/час	Аспирационная система (пневмотранспорт)
Агромолтехника	Комбикормовый мини завод	500–4000	Фильтрующий мешок
Агроинжиниринг	КЗМ	500–1500	Циклон
Агродоза	КПК	500–5000	Фильтрующий мешок
Аграрные технологии и машины	Комбикормовый завод АТМ	300–5000	Фильтрующий мешок
Полымя	Мини-завод	3000	Фильтрующий мешок
Жаско	АК	2000–2500	Фильтрующий мешок

Для решения данной проблемы шланг пневмоприемника дробилки снабжают эжектором, открытием заслонки которого регулируется забор материала в дробилку. Контролируется процесс загрузки дробилки путем контроля силы тока на амперметре установленным непосредственно на пульте управления или дробилке. В связи с этим контроль нагрузки на дробилку вызывает не удобство,

так как присутствует необходимость в постоянной регулировке заслонки на удаленности от амперметра, что занимает продолжительное время, это введет к простою дробилки или её перегрузки в случае высокой подачи. В связи с этим недостаточная эффективность использования мощностей дробилки; вызывает недостаточную измельченость компонента; высокий износ рабочих органов.

В связи с данной проблемой запатентован пневматический эжектор дробилки заявка №2022107492. Преимуществом предлагаемой разработки является возможность дистанционной регулировки подачи транспортируемого материала путем изменения открытия заслонки по средствам «боуден-тросса».

Второй из основных проблем является очитка газовой смеси в пневмопотоке. Существует две системы пневмотранспорта с непосредственной подачей материла в смеситель и через циклон разгрузитель. Вторая система пневмотранспорта является наиболее перспективной в связи с сохранением мелкодисперсного компонента; пожаровзрыво безопасности предприятия; меньших выбросах в цеха.

С одной стороны, сохранение мелкодисперсного компонента в рассыпных кормах не должны превышать допустимую норму с другой при использовании дополнительного оборудования гранулятора, экструдера мелкодисперсный компонент является важнейшей питательной добавкой, что приводит к более эффективному использованию потенциала зерновки.

Для более эффективного очищение газовой смеси получен патент циклон [3]. В циклоне в осевом патрубке установлены отбойный конус и вихревая коническая воронка, формирующие дополнительную сепарационную камеру. Таким образом, образуется кольцевой канал, через который снисходящий поток вовлекается в данную сепарационную камеру. В дальнейшем, за счет действия центробежных сил происходит отделение мелкодисперсной среды от газового потока. А за счет конической вихревой воронки препятствует попаданию мелкодисперсных фракций в атмосферу.

Заключение. Таким образом при устранении данных проблем с нагрузкой на измельчающее оборудование, а также с качеством очистки газового потока можно обеспечить наиболее эффективное использование имеющегося оборудования на малых внутрихозяйственных предприятиях.

Список используемой литературы

1. Блескин, С. С. Эксплуатация циклонных пылеуловителей / С. С. Блескин, Е. А. Пшенов // Состояние и инновации технического сервиса машин и оборудо-

вания: Материалы XI региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 75-летию Инженерного института, Новосибирск, 11–12 ноября 2019 года. – Новосибирск: Издательский центр НГАУ «Золотой колос», 2019. – С. 38-41. – EDN UQZQDZ.

2. Блескин, С. С. Особенности эксплуатации молотковых дробилок / С. С. Блескин, Н. В. Машкова, Е. А. Пшенов // Состояние и инновации технического сервиса машин и оборудования: Материалы XII региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной памяти доцента М.А. Анфиногенова, Новосибирск, 11 ноября 2020 года. – Новосибирск: Новосибирский государственный аграрный университет, 2020. – С. 137-139. – EDN RFKXHG.

3. Патент на полезную модель № 208117 U1 Российская Федерация, МПК B04C 9/00, B01D 45/12. Циклон: № 2021106836: заявл. 15.03.2021: опубл. 03.12.2021 / Е. А. Пшенов, А. А. Мезенов, М. Л. Вертей [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Новосибирский государственный аграрный университет". – EDN EZWRGT.

УДК 638.25

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ ГРЕНЫ ТУТОВОГО ШЕЛКОПРЯДА НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТУТОВОГО ШЕЛКОПРЯДА

Д.А. Исматуллаева, д-р с.-х. наук, старший научный сотрудник,
Д.А. Азимова, докторант
«Научно-исследовательский институт шелководства»
г. Ташкент. Республика Узбекистан

Аннотация: В данной статье приводятся результаты воздействия ультрафиолетового облучения на грену тутового шелкопряда на разных расстояниях. Определены оптимальные параметры и установлено, что УФО не оказывает отрицательного влияния на эмбриональное развитие шелкопряда, а наоборот оказывает стимулирующее, обеззараживающее действие.

Abstrakt: This article presents the results of the impact of ultraviolet irradiation on silkworm grena at different distances. The optimal parameters have been determined and it has been established that UVR does not have a negative effect on the embryonic development of the silkworm, but, on the contrary, has a stimulating, disinfecting effect.

Ключевые слова: шелководство, тутовый шелкопряд, грена, жизнеспособность, оживляемость.

Key words: sericulture, silkworm, grena, viability, revitalization.

Введение. Как известно, успех борьбы с любым инфекционным заболеванием, в первую очередь зависит от использования различных приемов профилактики, в том числе и включающих применение химических средств. В шелководстве в качестве одного из профилактических приемов используется дезинфекция выкормоч-

ных помещений и инвентаря. Для дезинфекции используются различные химические средства. С их помощью проводятся дезинфекции различными способами – опрыскиванием, распылением (сухих порошков), газацией. А вот в птицеводстве для обеззараживания курятников и других помещений пользуются кварцевыми и бактерицидными лампами.

Во многих литературных источниках (А.К. Данилова, С.П. Бондаренко, А.Ф. Зипер) можно встретить данные по влиянию ультрафиолетовых лучей на качество инкубационных яиц и непосредственно на птицу, но эта информация имеет отношение лишь курам, индейкам и уткам, только в птицеводстве (А.С. Галстян, 2008). А вот работ по облучению грены тутового шелкопряда с целью обеззараживания оболочки от всяких патогенов микроорганизмов фактически не обнаружено. Исходя из этого, мы провели исследование грены тутового шелкопряда и разработали схему их облучения в период перед закладкой в инкубаторий для оживления.

Основная часть. Для опыта мы применяли 2 бактерицидные лампы с разными диапазонами марки ДРТ-240, которые характеризуются средней мощностью излучения (D.R.Yusupov, 2021). Опыт проводился на грене китайской и узбекской гибридов. Из подготовленных яиц сформировали 3 опытных варианта и 1 контроль. В каждый вариант брали по 2 пульки грены (примерно 1200 шт).

Во время проведения эксперимента в комнате поддерживалась температура 25^0С. Для снижения отрицательного действия ультрафиолета облучение проводили на расстоянии 20, 40, 60 см, в течение 2 минут на УФО с параметрами 280–320 нм на диапазоне В (инструкция Б. Юсупалиев, 2021).

Облученную грену поставили на инкубацию для её оживления. По количеству неожившей грены просчитали % оживления. Далее гусениц поместили в червоводни для выкормки тутового шелкопряда при этом учитывали биологические и продуктивные показатели.

Материалом исследований служили грена отечественного гибрида (Ипакчи 1 х Ипакчи 2) и китайского гибрида (Liangguangzhengjiao).

Показатели (среднее из 3-х повторностей) оживления грены тутового шелкопряда опытных и контрольных вариантов приведены в таблице 1.

Таблица 1. Оживляемость грены тутовго шелкопряда отечественного (Ипакчи 1 х Ипакчи 2) и китайского (Liangguangzhengjiao) гибридов после УФО диапазоном В с УБН 280-320 нм в течение 2 минут

Варианты	Продолжительность оживления грены, дни	Расстояние облучения, см	Общее количество грены, шт	Количество неожившей грены, шт	Оживляемость, %
Отечественный гибрид	5	20	100±1,73	7±0,6	93±0,6
Контроль	9		100±1,73	7±0,6	93±0,6
Китайский гибрид	6	20	100±1,73	0,3±0,3	99,0±0,3
Контроль	8		100±1,73	5±1,2	95±0,6
Отечественный гибрид	5	40	100±1,73	3,3±1,3	96,6±1,3
Контроль	9		100±1,73	7±0,6	93±0,6
Китайский гибрид	6	40	100±1,73	0,3±0,3	99,6±0,3
Контроль	8		100±1,73	5±1,2	95±0,6
Отечественный гибрид	5	60	100±1,73	1,6±0,3	98,6±0,3
Контроль	9		100±1,73	7±0,6	93±0,6
Китайский гибрид	6	60	100±1,73	0,6±0,6	99,3±0,6
Контроль	8		100±1,73	5±1,2	95±0,6

Ясно видно по данным таблицы, как в отечественной, так и в китайской грене оживляемость грены во всех вариантах выше, чем в контроле. После воздействия УФО на грену на расстоянии 20 см у отечественной гибрида показхатель оживления на уровне контроля 93,0 %, в то же время у китайского гибрида показатель выше на 4,0 %. А при облучении грены на расстоянии 40 см в опытных вариантах при сравнении с контролем выше на 3,6 % (отечественного гибрида) и 4,6 % (китайского гибрида). Такая же картина выслеживается при облучении ультрафиолетовыми лучами на расстоянии 60 см – разница между опытом и контролем составляет 5,6 % и 4,3 %.

Также учитывался ещё очень важный показатель в развитии шелкопряда – жизнеспособность (таблица 2).

Облучение грены тутового шелкопряда на фазе грены положительно повлияло и на постэмбриональное развитие

шелкопряда. Жизнеспособность гусениц в опытных вариантах китайского гибрида варьировало в пределах 89,9–93,3 %, а у гусениц отчественного гибрида 89,4–90,4 %. Жизнеспособность у контрольных вариантов составила 89,0 % и 88,6 %.

Таблица 2. Биологические показатели тутового шелкопряда

№	Варианты	Жизнеспособность гусениц, %			
		Хориж дурагайи Liangguangzhengjiao		Маҳаллий дурагайи Ипакчи 1 х Ипакчи 2	
		Жизнеспособность гусениц, %	Продолжительность личиночного периода, дни	Жизнеспособность гусениц, %	Продолжительность личиночного периода, дни
1	20 см	89,9±0,4	29	89,4±0,3	30
2	40 см	91,0±0,6	29	90,4±0,5	30
3	60 см	93,3±2,5	29	90,3±0,7	30
4	Контроль	89,0±0,3	30	88,6±0,3	31

Также надо отметить продолжительность личиночного периода, здесь разница составляет 1 день у обоих вариантов. Это тоже в какой степени способствует экономии корма и рабочей силы.

Заключение. Таким образом, в результате проведенных исследований определены оптимальные параметры ультрафиолетового облучения грены тутового шелкопряда. Также установлено, что УФО не оказывает отрицательного влияния на расстоянии 40 и 60 см на зародыш, находящийся внутри грены, а наоборот оказывает стимулирующее действие, что доказывается повышением оживляемости грены и жизнеспособностью гусениц.

Список использованной литературы

1. Галстян А.С. Влияние ультрафиолетового облучения на инкубационные качества яиц перепелов. //Птица и птицепродукты. – № 4. – Ереван, 2008. – С. 48–49.

2. Юсупалиев Б. Санитарные условия, нормы и нормативы гигиены ультрафиолетового облучения в производственных условиях //Инструкция. – Тошкент, 2021. – С. 7–8.

3. D.R.Yusupov, D.A.Ismatulaeva, T.M. Begmatov, Sh.A. Ruzmatov Application of new medicines against nosematosis of silkworm // Scientific and technical journal of NamIET. VOL 6 – Issue (1), 2021. – P. 15–19. (ISSN: 2181-8622).

УДК 631.354.2

ПРОИЗВОДСТВО БИОГАЗА НА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ РБ

Д.Ф. Кольга, канд. техн. наук, доцент,
С.А. Костюкевич, канд. с.-х. наук, доцент
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь
Kolga@tut.by

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы получения биогаза в анаэробных условиях, факторов влияющих на выход метана, температура, кислотность.

Abstract: The article discusses the issue of biogas production under anaerobic conditions affecting methane yield, temperature, acidity.

Ключевые слова: навоз, анаэробные условия, температура, кислотность, биогаз, метан.
Key words: manure, anaerobic conditions, temperature, acidity, biogas, methane.

Введение. Защита климата и ресурсов являются проблемами мирового масштаба. При условии обеспечения приоритетности производства продуктов питания, существенный вклад в решении этих проблем может быть осуществлен со стороны сельского хозяйства, посредством предоставления возобновляемых ресурсов для производства энергии и материалов. Биогаз и технологии его производства являются важной частью устойчивого энергоснабжения.

Основная часть. Биогаз образуется в ходе биологического процесса без доступа воздуха (т.е. в анаэробных условиях) из органической массы образуется газовая смесь. Образование газовой смеси можно представить схематически рис.1.

Образовавшая газовая смесь состоит преимущественно из метена (50–75 %) и углекислого газа (25–50 %). Вместе с тем в биогазе также содержатся незначительные количества водорода, сероводорода, аммиака и других газов. На состав, в основном, влияют используемые субстраты, технология ферментирования и различное техническое использование..

В сельском хозяйстве на животноводческих фермах и комплексах используется только мокрая ферментация Температура играет основную роль при производстве биогаза. Для участия в процессе обмена веществ для различных микроорганизмов существуют различные оптимальные температуры. Если эти оптимальные температурные диапазоны не соблюдаются, это может привести остановке или гибели жизнедеятельности соответствующих микроорганизмов.

Исходя из температурных оптимумов участвующих в процессе разложения микроорганизмов делятся на три группы. Различают психрофильные (в диапазоне менее 25 ^{0}C), мезофильные (в диапазоне от 37 до 42 ^{0}C) и термофильные микроорганизмы (в диапазоне температур от 50 до 60 ^{0}C. При термофильном процессе благодаря высокой рабочей температуре достигаются большая скорость разложения, а также уменьшается вязкость. Необходимо принимать во внимание, что разогревания в ходе процесса брожения необходимо больше энергии.

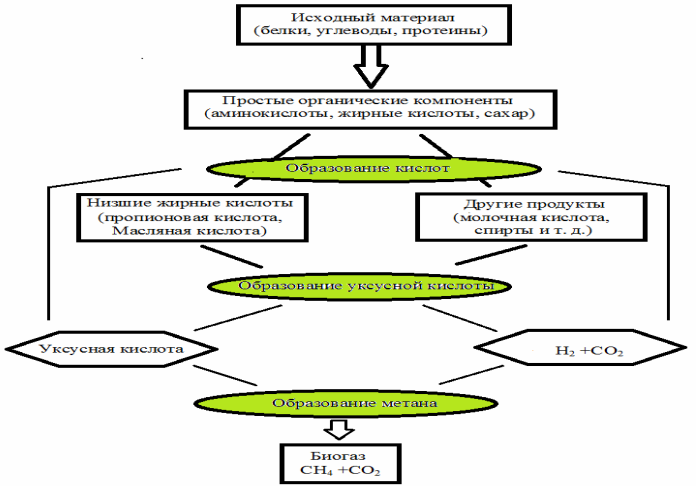


Рисунок 1 – Схема производства биогаза в анаэробных условиях

При термофильном процессе благодаря высокой рабочей температуре достигаются большая скорость разложения, а также уменьшается вязкость. Необходимо принимать во внимание, что разогревания в ходе процесса брожения необходимо больше энергии.

При брожении в этом температурном диапазоне процесс отличается большей чувствительностью к неполадкам, неравномерности подачи субстрата и режима эксплуатации. Для стабильности технологического процесса важна не так абсолютная температура, как в гораздо большей степени постоянство уровня температуры.

Важную роль в получении биогаза кроме температуры влияет кислотность pH. Так, оптимальное значение для гидролизирующих и окисляющих бактерий находятся в диапазоне pH от5,2 до 6,3. Но

они не жестко привязаны к этому диапазону и могут перерабатывать субстрат при незначительном увеличении показателей pH. Например, образующим уксусную кислоту бактериям и метаногенным археям обязательно нужен показатель pH в нейтральном диапазоне от 6,5 до 8.

Каждый вид микроорганизмов анаэробного разложения отличается специфической потребностью в микровеществах, микроэлементах и витаминах. Концентрация и доступность этих компонентов влияют на скорость роста и активность популяций. Чтобы получить из используемых субстратов как можно больше метана, следует обеспечить оптимальное снабжение микроорганизмов питательными веществами. Сколько метана можно получить из используемых субстратов, определяется содержанием в них белков, жиров и углеводов.

После углеродов больше всего требуется азота. Он нужен для образования энзимов, которые проводят обмен веществ. Поэтому важно соотношение C/N в используемых субстратах. Если (много C и мало N), вследствие недостаточного обмена веществ имеющийся углерод не может полностью перерабатываться. В обратном случае из-за избытка азота может образоваться слишком много аммиака (NH3), который даже в небольших концентрациях замедляет рост бактерий и даже может привести к полной гибели всей популяции микроорганизмов. Для обеспечения стабильности процесса соотношение C/N должно находится в диапазоне от10 до 30. На ряду с углеродом и азотом важными питательными веществами являются фосфор и сера. Для достаточного обеспечения микроорганизмов питательными веществами соотношение C:N:P:S в реакторе должно составлять 600:15:5:3. поэтому концентрация микроэлементов в реакторе является важной контрольной величиной

Заключение. Газовая смесь в биогазовых установках на животноводческих фермах образуется в анаэробных условиях.

В сельскохозяйственном производстве используется только мокрая ферментация с содержанием сухого вещества в реакторе 12 %

Оптимальная температура для сбраживания должна находиться в диапазоне температур от 50 до 60 ^{0}C.

Показатель pH для гидролизирующих и окисляющих бактерий находится в диапазоне от 2,2 до 6,3.

Список использованной литературы

1. Bischoff. M.: Erkenntnisse beim Einsatz von Zusatz- und Hilfsstoffen sowie Spurenelementen in Biogasanlagen; VDI Berichte Nr. 2057; «Biogas 2009 – Energietrgen der Zukunft“; BDI Verlag. Dusseldorf. 2009.

2. Preiler.D. :Die Bedeutung der Spurenelemente bei der Ertragssteigerung und Prozesstabilisierung; Tagungsband 18. Jahrestagung des Fachverbandes Biogas. Hannover. 2009.

3. Швед И.М.,Кольга Д.Ф. Выбор субстрата биогазовой установки. Техническое обеспечение в сельском хозяйстве. Международная научно-практическая конференция. Минск,22–24 ноября 017г. С. 361–364.

УДК 631.22.018

УСТАНОВКА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОМПОСТОВ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

Д.Ф. Кольга, канд. техн. наук, доцент,

С.А. Костюкевич, канд. с.-х. наук, доцент, С.В. Кишкевич, студент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

г. Минск, Республика Беларусь

d.kolga@mail.ru

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы повышения плодородия почвы за счет применения органических удобрений, производство компостов в полевых условиях и устройство компостноприготовительной установки.

Abstract: The article discusses the issue of increasing of increasing soil fertility with the help of organic fertilizers, the production of composts in the field conditions and compost preparation device.

Ключевые слова: навоз, компостирование, плодородие, гумус, транспортер, фреза, лопасти, смесительная камера, ПРТ-10.

Key words: manure, composting, fertility, humus, conveyor, milling cutter, blades, mixing chamber, ПРТ-10.

Введение. Урожайность сельскохозяйственных культур находится в прямой зависимости от почвенного плодородия, характеризуемого содержанием в почве органического вещества его основной составляющей – гумуса.

Важной причиной снижения плодородия почв является недостаточное внесение органических удобрений (ОУ) в почву. Для восстановления плодородия почв необходимо использовать все ресурсы органического сырья и, в первую очередь, навоза животноводческих предприятий и помета птицефабрик (полужидкого навоза, соломы и минеральных удобрений), поэтому практический интерес, т.к. позволяет увеличить объемы производимых качественных компостов, внесение которых будет.

Основная часть. Агрохимический мониторинг содержания гумуса дает ценную информацию о процессах эволюции плодородия почв в экологическом аспекте и позволяет своевременно разработать комплекс необходимых мер для предотвращения деградации плодородия почв. Потеря гумуса в пахотных почвах за анализируемые четыре года отмечена в 49 районах, ориентировочно, на 42 % обследованной пашни (рисунок 1). В результате процессы минерализации органических веществ преобладают над процессами синтеза гумуса.

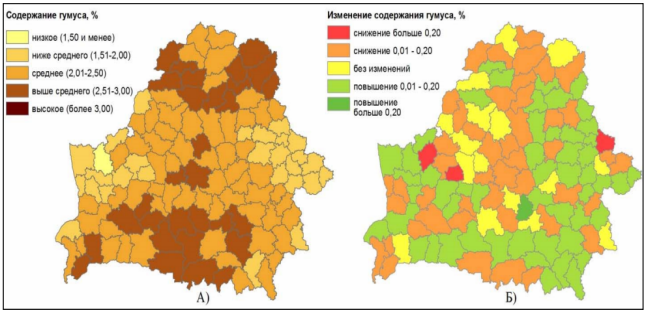


Рисунок 1 – Гумус в пахотных почвах:
А) – Содержание гумуса в почвах по данным 13 тура (2013-2015 гг.);
Б) – Изменение содержания гумуса
за период между 13 и 12 турами обследования.

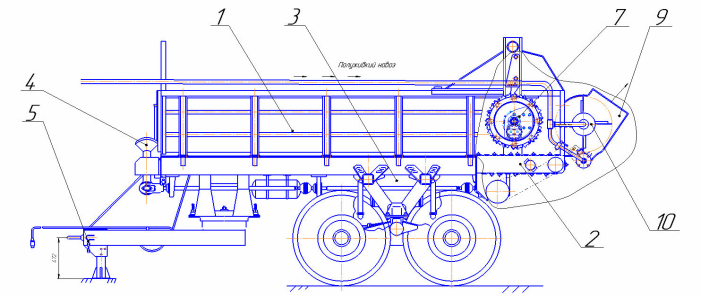
Для бездефицитного баланса гумуса необходимо организовать в каждом хозяйстве полное и рациональное использование всех имеющихся ресурсов органических и других местных удобрений, расширение объема работ по приготовлению компостов с использованием торфа, известковых материалов из фосфоритной муки и других материалов.

Компостная установка (рисунок 2).

Принцип работы установаки осуществляется в смешивании дозированного слоя соломы, подаваемого донным транспортером, с дозированной смесью полужидкогонавоза подаваемого насосом с укладкой полученной смеси в бурт лопастным барабаном через дефлектор.

Технологический процесс работы модернизируемой компостоприготовительной установки на безе ПРТ-10 заключается в следующем: тюки соломы загружается в кузов смесителя, посредством привода от ВОМ трактора, солома подается донным транспортером

к измельчающей фрезе, привод фрезы осуществляется от гидромотора с редуктором.



1 – кузов ПРТ, 2 – донный транспортер, 3 – колесный ход, 4 – карданный вал, 5 – прицепное устройство, 6 – нагнетательный трубопровод, 7 – фреза, 9 – смесительная камера, 10 – лопастной барабан,
Рисунок 2 – Компостоприготовительная установка

Солома измельчается посредством вращения фрезы с установленными ножами и подает слой соломы на донный транспортер. Для регулировки длины резки соломы установлен отбойник с ножами. С донного транспортера солома поступает в смесительную камеру. Одновременно из навозохранилища агрегат перекачки навоза по гибкому рукаву, подсоединенному к нагнетательной трубе, под давлением подается полужидкий навоз. При этом из нагнетательной трубы через отверстия навоз поступает в нагнетательную полость смесительного барабана и далее на лопатки. Одновременно из нагнетательной трубы через тройник и регулируемый дисковый затвор жидкий навоз подается во внутреннюю полость распределителя под давлением. При этом из распределителя навоз поступает через форсунки под слой соломы.

При вращении барабана его лопатки захватывают часть слоя измельченной соломы, подаваемой донным транспортером, смешивают ее с поступающим на лопатки и в форсунки распределителя полужидким навозом и через дефлектор смесительной камеры и выбрасывают с одновременной укладкой ее в бурт. Также одновременно в зоне вращения лопаток происходит дополнительное измельчение соломы.

Заключение. 1. Перспективной технологией переработки полужидкого навоза в высококачественное органическое удобрение является компостирование его с соломой в полевых условиях мобильным смесителем компонентов компоста. 2. Получение высококачественных компостов в мобильном смесителе возможно путем

измельчения, дозированной подачи соломы донным транспортером и полужидкого навоза через полый вал и лопасти в зону смешивания с одновременным формированием бурта компоста в процессе его выгрузки из камеры смешивания. 3. Указанная технология сокращает количество машин, участвующих в процессе, и не требует больших площадей для производства компостов и позволяет получать высококачественное удобрение с заданными физико- механическими свойствами.

Список использованной литературы

1. Кольга Д.Ф. Переработка навоза в экологически безопасные органические удобрения, монография/ Д.Ф.Кольга, А.С. Васько. – Минск: БГАТУ.2017. – 128с.

2. Агропромышленный комплекс: Сельское хозяйство / СБ. Шапиро [и др.]; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Т.1. – 2008. – 284 с

3.Агрохимические регламенты повышения плодородия почв и эффективного использования удобрений / ВВ. Лапа [и др.]. – Горки: БГСА, 2002. – 48 с.

УДК 631.354.2

БЕСПОДСТИЛОЧНЫЙ НАВОЗ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Д.Ф. Кольга, канд. техн. наук, доцент,
С.А. Костюкевич, канд. с.-х. наук, доцент, И.М. Тусиков студент
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь
d.kolda@mail.ru

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы получения бесподстилочного навоза, его химический состав и применение в растениеводстве.

Abstract: The article discusses the issue of obtaining manure without bedding, its chemical composition and its application in crop production.

Ключевые слова: навоз, азот, фосфор, калий, компостирование, внесение.

Key words: manure, nitrogen, phosphorus, kalium, composting, introduction.

Введение. Развитие земледелия неразрывно связано с систематическим увеличением производства всех видов удобрений и совершенствованием технологии их применения. Важную роль в подъеме урожайности сельскохозяйственных культур играют органические удобрения.

Дальнейшее развитие специализации и концентраций животноводства, переход к индустриальным методам производства мяса, молока и другой продукции потребовали коренных изменений не только в технологии содержания животных, но и в технологии применения навоза.

Основная часть. Бесподстилочный навоз – это смесь экскрементов животных с примесью воды, в зависимости от содержания которой различают полужидкий бесподстилочный навоз и жидкий.

На современном этапе все острее ставится вопрос разработки мероприятий по обеспечению положительного баланса питания и органического вещества в земледелии. Особое место в повышении плодородия почв должны занимать органические удобрения. Им отводится главная роль в обогащении почвы органическими веществами и пополнении запасов элементов питания. Актуальность этого вопроса еще более усиливается в условиях специализации и концентрации животноводства на крупных промышленных комплексах, где в большом количестве накапливается бесподстилочный навоз крупного рогатого скота, свиней, птичий помет, сточные воды [2].

Проектируя животноводческие комплексы, необходимо учитывать правильное соотношение поголовья скота и земельных угодий, пригодных для утилизации отходов.: Для комплекса по откорму 108 тысяч свиней требуется 5 тыс. га земельных угодий; по откорму 10 тысяч молодняка КРС - 2 тыс. га; по производству молока на 2 тысячи коров – 750 га. Нарушение этих соотношений приводит к загрязнению поверхности почвы и грунтовых вод [7].

Таблица I Химический состав полужидкого бесподстилочного навоза и помета, % [1]

Компоненты	Бычки	Коровы	Свиньи	Овцы	Куриный помет	
					сырой	термически высушенный
Сухое вещество	14,5	10,0	9,8	28,3	36,0	83,0
Общий азот	0,77	0,43	0,72	0,95	2,10	4,54
Фосфор /P2O5/	0,44	0,28	0,47	0,22	1,41	3,65
Калий /K2O/	0,76	0,50	0,21	0,75	0,64	1,74
N:P:K	1:0,6:1	1:0,7:1,2	1:0,7:0,3	1:0,2:0,8	1:0,7:0,3	1:0,8:0

Бесподстилочный навоз по ценности приравнивается к азотно-калийным удобрениям. В 1 т такого навоза содержатся 1–3 кг общего азота, примерно 1–2 кг калия, 0,2–0,5 кг фосфора [з].

Для рационального применения бесподстилочного навоза в растениеводстве важно знать содержание в нем питательных элементов.

Во время хранения и перед вывозом жидкий навоз следует хорошо перемешивать, чтобы на поверхности не образовалась проч-

ная корка, а внизу осадок. Если навоз при хранении не перемешивать, то лучше твердую и жидкую фракции выгружать из хранилищ отдельно: сначала жидкую, а затем твердую.

Одним из способов переработки полужидкого навоза является компостирование его с торфом и минеральными удобрениями. Компостирование навоза дает возможность повысить ценность органических удобрений и исключить загрязнение водных источников.

Высокоэффективным приемом является внесение навоза по измельченной соломе, оставляемой в поле после уборки урожая.

Эффективность действия полужидкого навоза по измельченной соломе в сравнении с подстилочным оказалась практически одинаковой как на урожай, так и на плодородие почвы.

Заключение. 1. Беоподотилочный навоз следует компостировать или вносить в почву вместе с соломой, торфом, минеральными удобрениямм. 2 Целесобразным является раздельное внесение жидкого навоза и подстилочного материала. На 1 т соломы нужно вносить не менее 6–8 т жидкого или полужидкого навоза. Раздельное внесение соломы и бесподстилочного навоза равноценно внесении подстилочного навоза.

Список использованной литературы

1. Кольга Д.Ф. Переработка навоза в экологически безопасные органические удобрения, монография/ Д.Ф. Кольга, А.С. Васько. – Минск: БГАТУ.2017. – 128с.

2. Агропромышленный комплекс: Сельское хозяйство / С.Б. Шапиро [и др.]; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Т.1. – 2008. – 284 с.

УДК 631.22.018

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЖИДКОГО НАВОЗА ПРИ ЕГО ХРАНЕНИИ

И.И. Скорб, старший преподаватель,
И.М. Швед, старший преподаватель

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь
skorbigor@mail.ru

Аннотация: приведены исследования по реологическим свойствам жидкого навоза при его хранении.

Abstract: studies on the rheological properties of liquid manure during its storage are given.

Ключевые слова: жидкий навоз, щелевые полы, расслоение, осадок.

Keywords: liquid manure, slatted floors, stratification, sediment.

Введение. Гидравлические системы удаления навоза в последние годы получают всё большее распространение как наиболее простые и надёжные в эксплуатации.

Применение гидравлических систем уборки навоза периодического действия, позволяют сократить затраты труда и материальные затраты на 10…30 %, по сравнению с механическими средствами уборки. Удельная металлоемкость гидравлических систем уборки и транспортировки навоза в 4...6 раз меньше.

Основная часть. С началом применения гидравлических способов уборки навоза связаны исследования реологических и физико-механических свойств жидкого бесподстилочного навоза.

Исследования гранулометрического состава показали, что в свином навозе при концентратном типе кормления частиц размером 0,5 мм и меньше содержится более 50 %, в навозе КРС частиц размером до 0,5 мм – около 50 %, частиц размером от 3 до 10 мм – около 30 % [1].

С.Д. Дурдыбаевым установлено, что в навозе КРС содержится более 55 % частиц размером до 0,25 мм, в свином навозе – около 58 % частиц размером 0,25…1,0 мм [2].

Во время хранения жидкого навоза происходят сложные биофизико-химические процессы, вызывающие изменения состава его по глубине. Интенсивность этих процессов зависит от вида навоза, его состояния, условий хранения, погодных условий и т.д.

Жидкий навоз при хранении подвержен расслаиванию (разделению), которое обусловлено разной плотностью жидкой и твердой фракций. Так исследованиями В.И. Якубаускаса установлено, что жидкий бесподстилочный навоз во время длительного хранения расслаивается на верхний слой влажностью 73…78 %, высотой до 0,7 м, средний слой влажностью 92…96,5 % – до 1 м и нижний слой – осадок влажностью 87…88,9 % до 0,5 м.

Навоз крупного рогатого скота имеет меньший удельный вес, содержит больше (примерно в пять раз) коллоидов, чем свиной, поэтому расслаивается медленнее.

Верхний слой представляет собой рыхлую массу из подстилки, остатков корма и волокнистой части твердых выделений животных. Нижний слой включает остатки корма, песок, ил, образуемый тяжелыми частицами твердых выделений животных. Замечено, что свиной навоз склонен образовывать очень плотный осадочный слой. Между верхним и нижним слоями находится более однородный средний слой, почти не содержащий твердых и волокнистых включений.

У свиного навоза осадок имеет плотность 1120...1180 кг/м^3, а у навоза крупного рогатого скота – 1050...1090 кг/м^3. По данным [1], влажность осадка навоза крупного рогатого скота 83–86 %, свиного навоза – 78–84 %, влажность среднего слоя – 94–98 %.

По агротехническим требованиям разность влажности жидкого навоза при вывозке по высоте резервуара не должна превышать 2–3 %. Установлено, что после 2…3 часов разница влажности между слоями превышает норму агротехнических требований. Следовательно, в период хранения и использования жидкий навоз необходимо гомогенизировать через определенные промежутки времени.

Осаждение твердых частиц в свином навозе начинается при влажности выше 88 %. Наибольшая скорость осаждения происходит в течение 2…3 часов и заканчивается через 3…6 суток.

Наиболее интенсивно свиной навоз расслаивается при влажности 90 % и выше, а навоз крупного рогатого скота – при влажности более 91 % [1].

Заключение. Зная скорость осаждения частиц различного диаметра в жидком навозе и время осаждения, можно оптимизировать функционирование гидравлических систем уборки навоза при решении технических задач связанных с удалением жидкого навоза из гидравлических каналов таких систем.

Список использованной литературы

1. Назаров С.И., Шаршунов В.А. Механизация и внесение органических удобрений. Для с.-х. вузов по спец. «Механизация животноводства». – Мн.: Ураджай, 1993. – 296 с.: ил. – (Учеб. пособие для с.-х. вузов).

2. Дурдыбаев С. Д., Данилкина В. С., Рязанцев В. П. Утилизация отходов животноводства и птицеводства: Обзор. М.: Агропромиздат, 1989. – 56с.

УДК 631.22.018

ВНЕДРЕНИЕ IT ТЕХНОЛОГИЙ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

И.И. Скорб, старший преподаватель,
И.М. Швед, старший преподаватель

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь
skorbigor@mail.ru

Аннотация: в статье рассмотрены вопросы применения IT-технологий в животноводстве.

Abstract: the article deals with the application of IT-technologies in animal husbandry.

Ключевые слова: животноводство, IT технологии, корма, молоко, продуктивность.

Keywords: animal husbandry, IT technologies, feed, milk, productivity.

Введение. Внедрение IT-технологий в животноводстве позволяет сэкономить ресурсы (от комбикормов до трудовых затрат) и увеличить прибыль за счет повышения продуктивности каждого животного и эффективного планирования операций.

Основная часть. В результате использования IT-решений для контроля жизненных показателей поголовья и анализа полученной информации можно сократить затраты на корма, добиться большей продуктивности скота, уменьшить заболеваемость и увеличить эффективность лечения. Причем мониторинг показателей осуществляется непрерывно, а данные доступны в режиме 24/7. На сегодняшний день существуют решения, позволяющие на 20–22% увеличить выход телят в хозяйстве, на 20% увеличить выход молока при сокращении затрат на корма на 30%, а также продлить период продуктивной жизни коров на 2–3 года.

Существует программное обеспечение, которое помогает отследить зависимость между рационом скота и состоянием здоровья, улучшить схемы кормления, оптимизировать рационы.

На основе показаний датчиков можно проводить дистанционную диагностику животных. Постоянный мониторинг показателей здоровья скота позволяет заметить изменения на ранних стадиях и принять меры для предотвращения эпидемии. Количество антибиотиков, используемых при лечении поголовья, можно сократить за счет мониторинга показателей здоровья на 10%, а на оказание ветеринарной помощи затратить вдвое меньше времени. Круглосуточный контроль за показателями (например, весом и ростом скота) дает возможность для анализа динамики и оценки влияния различных факторов – температуры, влажности, рациона. Мониторинг изменений позволяет не только фиксировать результаты, но и улучшить прогнозирование.

Автоматизировать можно рутинные задачи – например, кормление и доение. Автоматика может запускать процесс по расписанию, без вмешательства управляющего персонала.

В животноводстве в первую очередь проще всего внедрить ПО, которое решает общие для смежных отраслей задачи.

Программы для автоматических уведомлений используются во всех сферах деятельности. К примеру, можно настроить напоминания о необходимости проведения профилактики, или вызова ветеринара.

Стоимость внедрения IT-технологий зависит не только от сложности задачи. К цене самого продукта добавляются затраты на оборудование – датчики, камеры, мониторы.

Влияет на стоимость и модель производства решения. Готовое программное обеспечение «из коробки» – серийный продукт. Компания-разработчик, единожды создав решение типовой задачи, поставляет его многим клиентам. Коробочное ПО обычно дешевле индивидуальной разработки.

Альтернативная модель внедрения IT-технологий – SaaS. В этом случае компания или фермер «арендуют» доступ к сервисам по автоматизации задач животноводства. Схема оплаты использования сервиса (как правило, с бесплатным пробным периодом) позволяет протестировать возможности решения с минимальными вложениями.

Большинство SaaS-решений принадлежит иностранным компаниям, набор функций базируется на потребностях зарубежного животноводства, которые не всегда совпадают с задачами белорусского животноводства.

Индивидуальная разработка программного обеспечения – эффективный, но достаточно дорогой метод внедрения IT-решений. Процесс разработки может длиться месяцы, но программный комплекс в результате четко соответствует особенностям конкретного сельскохозяйственного предприятия.

Что мешает повсеместному внедрению IT-технологий в животноводстве. Дело не только в деньгах. Да, для частного фермера стоимость разработки IT-решений в хозяйстве достаточно высока, однако в большинстве случаев посильна. Ключевую роль играет уровень развития в районах инфраструктуры и наличие персонала, способного работать с таким IT продуктом. Многие хозяйства только-только начинают автоматизироваться. Одна из основных преград это плохое качество интернета в некоторых районах. Международный рынок подобных разработок все больше ориентируется на небольшие и средние сельхозпредприятия. Таких компаний в мире достаточно много, и принятие решений о закупке происходит быстрее и проще, чем у крупных игроков.

Заключение. Ускорению внедрения таких IT-продуктов в животноводстве могли бы способствовать как услуги по схеме SaaS, так и программы кредитования закупок подобных решений банками и финансовыми организациями.

Один из первых шагов по устранению проблем, стоящих на пути внедрения новых технологий в животноводстве будет развитие высокоскоростного интернета в удаленных от крупных городов районах.

Список использованных источников

1. Informatsionnye tekhnologii v zhivotnovodstve [Электронный ресурс]. https://panor.ru/articles /2022/10/04/37882/

УДК 621.929:636(476)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ СТРУИ НА УДАЛЕНИИ ОТ СОПЛА

И.М. Швед, старший преподаватель,
И.И. Скорб, старший преподаватель
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
terechovich@mail.ru

Аннотация: в статье приведены результаты теоретических исследований по определению площади поперечного сечения струи при размыве осадка навоза.

Abstract: the article presents the results of theoretical studies to determine the cross-sectional area of the jet during the erosion of manure sediment.

Ключевые слова: размыв осадка, площадь, сопло, кожух, жидкий навоз.

Key words: sediment erosion, area, nozzle, casing, liquid manure.

Введение. Исследованиями авторов [1, 2] установлено, что производительность оборудования, выполняющего работу по размыву осадка, зависит от стабильного состояния струи, а именно чем компактнее струя в поперечном сечении, тем большей размывающей способностью она обладает.

Для формирования стабильного состояния струи и увеличения ее мощности, миксер оборудуют кожухом с коническим соплом.

Основная часть. Разрушение свода осадка навоза в процессе размыва определяется влиянием следующих факторов: кавитационного воздействия струи на осадок, действием усилия приложенного от воздействия давления струи, ударного воздействия струи на осадок, уменьшения прочности осадка под влиянием усталостных напряжений, вызываемых пульсирующей нагрузкой, размывающего воздействия от скорости струи, а также от физико-механических свойств осадка [3].

Сила сопративления размыву осадка навоза будет численно равна силе, которую требуется приложить для перемещения струи в осадке. Перемещение струи в осадке будет до тех пор, пока сила давления струи остается больше силы сопративления размыву, а следовательно будет справедливым условие:

$$\rho_{\text{с}} S_{\text{с}} V_{\text{н}}^2 \sin\alpha \geq \rho_{\text{о}} S_L V_L^2 \sin\alpha. \quad (1)$$

где $\rho_{\text{с}}$ – плотность навозной массы выходящей из кожуха, кг/м^3; $S_{\text{с}}$ – площадь поперечного сечения струи истекающей из сопла, м^2; $V_{\text{н}}$ – скорость истечения навозной массы в сжатом сечении струи, м/с; α – угол наклона струи жидкого навоза, град; $\rho_{\text{о}}$ – плотность осадка навоза, кг/м^3; S_L – площадь поперечного сечения струи на расстоянии L от сопла, м^2; V_L – скорость струи на расстоянии L от сопла, м/с.

С учетом сжимаемости, площадь поперечного сечения струи истекающей из сопла кожуха определится по формуле:

$$S_{\text{с}} = \varepsilon \frac{\pi d_{\text{с}}^2}{4}, \quad (2)$$

где ε – коэффициент сжатия струи, $d_{\text{с}}$ – диаметр отверстия сопла кожуха, м.

Размыв осадка характеризуется критической размывающей скоростью потока жидкого навоза, при которой начинается разрушение отдельных частиц осадка и продолжается до момента, когда струя жидкой фракции навоза распадается, так как ее скорость движения стремится к нулю.

Скорость истечения навозной массы в сжатом сечении струи определяется по формуле [4]:

$$V_{\text{н}} = \mu\sqrt{2gH}, \quad (3)$$

где μ – коэффициент расхода жидкости; g – ускорение свободного падения, м/с^2; H – напор навозной массы, м.

Скорость размыва, когда струя жидкой фракции навоза распадается, можно определить по формуле А. Я. Миловича [5]:

$$V_L = \varphi \frac{V_{\text{н}} d_{\text{стр}}}{L}, \quad (4)$$

где φ – опытный коэффициент; $d_{\text{стр}}$ – диаметр струи в начальном сечении, м; L – расстояние от сопла кожуха до участка размыва, м.

Учитывая, что $d_{\text{стр}}^2 = \varepsilon d_{\text{с}}^2$ преобразуем формулу (1) подставив в нее выражения (2), (3) и (4) и выразим площадь поперечного сечения струи на расстоянии L от сопла:

$$S_L = \frac{\pi \rho_{\text{с}} L^2}{4\varphi^2 \rho_{\text{о}}}. \quad (5)$$

Формула (5) позволяет определить площадь поперечного сечения струи на удалении от выходного отверстия сопла кожуха.

Заключение. Анализ формулы (5) показал, что площадь поперечного сечения струи пропорционально увеличивается с увеличением расстояния от сопла кожуха до участка размыва. Расстояние от сопла кожуха до участка размыва можно изменить углом наклона миксера.

Таким образом, увеличивая длину струи потока жидкого навоза можно целенаправленно формировать необходимый участок размыва осадка в навозохранилище.

Список использованной литературы

1. Александров, В. Н. Совершенствование систем предотвращения накопления донных нефтяных отложений в резервуарах большой вместимости / В. Н. Александров, В. А. Галканов, Б. Н. Мастобаев [и др.] // Нефтяное хозяйство. – Москва, 2001. – № 2. – С. 70–72.
2. Штеренлихт, Д. В. Гидравлика : Учеб. для вузов. – в 2-х кн. : Кн. 2. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1991. – 367 с.
3. Артемьева, Т. В. Гидравлика, гидромашины и гидропневмопривод / Т. В. Артемьева, Т. М. Лысенко, А. Н. Румянцева, С. П. Стесин. – 2-е изд., стер. – М. : Академия, 2006. – 336 с.
4. Плановский, А. Н. Процессы и аппараты химической технологии / А. Н. Плановский, В. М. Рамм, С. З. Каган. – М. : Издательство «Химия», 1967. – 848 с.
5. Милович, А. Я. Вихревая теория направляющего аппарата и камеры турбины / А. Я. Милович. – М. : Типография Русского Товарищества, 1912. – 62 с.

УДК 631.116.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА ВОЗДУХА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВАКУУММЕТРИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ В ДОИЛЬНОМ АППАРАТЕ

С.Н. Бондарев, ассистент,

А.В. Китун, д-р техн. наук, профессор

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

seregabondarev1991@yandex.ru

Аннотация: В статье рассматривается вариант исключения реверсивного движения молока в доильном аппарате при машинном доении коров за счет изме-

нения вакуумметрического давления в подсосковой камере доильного стакана во время такта «сжатие» и определен потребный расход воздуха для его исключения.

Abstract: The article considers the option of eliminating the reversible movement of milk in the milking machine during machine milking of cows due to a change in the vacuum pressure in the suction chamber of the milking cup during the "compression" stroke and determines the required air consumption to exclude it.

Ключевые слова: доильный аппарат, сосковая резина, реверсивное движение, молоко, воздух, давление.

Keywords: milking machine, nipple rubber, reverse movement, milk, air, pressure.

Введение. В процессе машинного доения, во время такта «сосание», в межстенной и подсосковой камерах доильного стакана создается вакуум и за счет разности давлений между подсосковой камерой и соском вымени коровы извлекается молоко, которое в дальнейшем транспортируется по молочной трубке в коллектор [1, 2].

В момент откачки воздуха из межстенной и подсосковой камер доильного стакана, происходит разжатие стенок сосковой резины и резкое увеличение объема подсосковой камеры, приводящее к скачкообразному повышению в ней вакуумметрического давления. В этом случае, выдоенное молоко из коллектора, реверсивным движением, перемещается в подсосковую камеру доильного стакана. Для эвакуации вернувшегося из подсосковой камеры выдоенного молока обратно в молокопровод дополнительно затрачивается энергия, что приводит к увеличению удельной энергоемкости процесса машинного доения.

Исключить реверсивное движение молока в доильном аппарате в процессе машинного доения коров возможно снижением величины вакуумметрического давления в подсосковой камере доильного стакана во время такта «сжатие». Решить данную задачу можно поступлением воздуха из межстенной камеры в подсосковую через шлюзовые каналы, выполненные в стенке сосковой резины, которые во время такта «сжатие» будут соединять межстенную и подсосковую камеры [3].

Основная часть. Процесс изменения вакуумметрического давления при поступлении воздуха в подсосковую камеру доильного стакана через шлюзовые каналы можно описать с помощью уравнения состояния реального газа [4]:

$$\Delta p V_{\text{сж}} = \frac{Q_{\text{шл}} \rho_{\text{в}} t_D}{M} RT \,, \qquad (1)$$

где Δp – величина снижения вакуумметрического давления в подсосковой камере доильного стакана во время такта «сжатие», Па; t_{D} –

продолжительность такта «сжатие», с; $\rho_в$ – плотность воздуха при вакуумметрическом давлении, кг/м^3; $Q_{шл}$ – потребный расход воздуха через шлюзовые каналы, м^3/с; M – молярная масса воздуха, кг/моль; $V_{сж}$ – объем подсосковой камеры во время такта «сжатие», м^3; R – универсальная газовая постоянная, Дж/(моль·К); T – температура воздуха, К.

Выразив значение $Q_{шл}$ из выражения (1), получим формулу для определения потребного расхода воздуха через шлюзовые каналы:

$$Q_{шл} = \frac{(p_{п.к.} - p_в)V_{сж}M}{\rho_в t_D RT}. \qquad (2)$$

Анализ формулы (2) показал, что потребный расход воздуха из межстенной камеры в подсосковую зависит от размеров сосковой резины, величины вакуумметрического давления в доильном аппарате, продолжительности такта «сжатие» и физико-механических свойств воздуха.

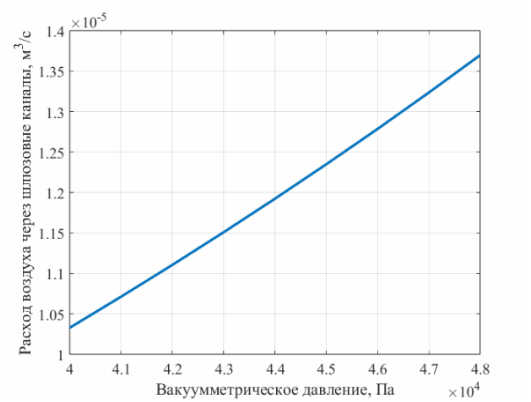


Рисунок 1 – Зависимость расхода воздуха через шлюзовые каналы ($Q_{шл}$) от величины вакуумметрического давления в доильном аппарате ($p_в$)

Подставив численные значения: $p_в$=40000…48000 Па; $p_{п.к.}$= 64167…77000 Па; $V_{сж}$=9,19□10^{-6} м^3; M=0,029 кг/ моль; $\rho_в$=0,771 кг/м^3; t_D=0,3 с; R=8,314 Дж/(моль·К); T=293 ^{0}С в формулу (2) и проведя расчеты, результаты которых отображены в виде графической зависимости, отображенной на рисунке 1.

При анализе графической зависимости на рисунке 1установлено, что потребный расход воздуха через шлюзовые каналы во время такта «сжатие» составляет $Q_{шл}$=1,033·10^{-5}…1,369·10^{-5} м^3/с при величине вакуума в доильном аппарате $p_в$=40…48 кПа. Обеспечить который возможно при суммарной длине шлюзовых каналов $l_{шл}$=0,0095…0,016 м и высоте их расположения относительно присоска сосковой резины $h_{шл}$=0,04…0,09 м.

Заключение. 1. Исключить реверсивное движение молока из коллектора в подсосковые камеры доильных стаканов возможно снижением величины вакуумметрического давления в подсосковой камере доильного стакана во время такта «сжатие» поступлением воздуха из межстенной камеры.

2. Расход воздуха из межстенной камеры в подсосковую через шлюзовые каналы во время такта «сжатие» должен составлять $Q_{шл}$=1,033·10^{-5}…1,369·10^{-5} м^3/с при величине вакуума в доильном аппарате $p_в$=40…48 кПа и зависит от размеров сосковой резины, величины вакуумметрического давления в доильном аппарате, продолжительности такта «сжатие» и физико-механических свойств воздуха.

3. Обеспечить потребный расход воздуха через шлюзовые каналы во время такта «сжатие» возможно при суммарной длине шлюзовых каналов $l_{шл}$=0,01…0,017 м и высоте их расположения относительно присоска сосковой резины $h_{шл}$=0,04…0,09 м, что позволит исключить реверсивное движение молока из коллектора в подсосковую камеру доильного стакана и дополнительные затраты энергии на процесс машинного доения.

Список использованных источников

1. Григорьев Д.А., Король К.В. Технология машинного доения коров на основе конвергентных принципов управления автоматизированными процессами: монография – Гродно: ГГАУ, 2017. – 216 с.

2. Передня В.И., Шарнунов В.А., А.В. Китун. Технологии и оборудование для доения коров и первичной обработки молока: пособие / под общ. ред. чл-кор. НАН Беларуси, д.т.н., профессора В.А. Шаршунова. – Минск.: Минсанта, – 2016. – 975 с.

3. Доильный стакан: пат. 22689 Респ. Беларусь, МПК A 01J5/08 / С.Н. Бондарев, В.И. Передня, А.В. Китун, Н.Н. Романюк; заявитель Белорусский гос. аграрн. техн. ун-т. – № 20180057, заявл. 14.02.2018; опубл. 02.07.2019 // Офиц. бюл. / Нац. Центр интел. собственности. – 2019. – № 4. С. 5.

4. Википедия [Электронный ресурс]: Уравнение состояния идеального газа. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/ Уравнение_состояния_идеального_газа. – Дата доступа: 21.04.2022.

УДК 631.333/82

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Д.Г. Зубович, старший преподаватель, В.Д. Зубович, студент

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

Введение. Проблема энергосбережения в сельском хозяйстве становится все более актуальной, так как доля затрат на энергоре-

сурсы в себестоимости продукции возрастает, а производство конкуретноспособной продукции без решения таких задач невозможно.

Основная часть. Сельскохозяйственный электропривод тесно связан с жизнедеятельностью биологических объектов, и от качества его работы во многом зависит продуктивность данного производства, а цена продукции может во много раз превышать стоимость оборудования.

В настоящее время без электрического привода не смогут происходить производственные процессы в растениеводстве, животноводстве, птицеводстве, орошении, послеуборочной обработке и переработке сельскохозяйственной продукции. Электропривод имеет существенные преимущества перед другими видами приводов.

Ряд электрических двигателей промышленного исполнения не может использоваться в сельскохозяйственном производстве из-за значительных перепадов температур, большой влажности, химически агрессивных сред, существенных колебаний напряжения в сети, больших пусковых масс и ряда других причин. Поэтому в сельском хозяйстве применяются асинхронные электродвигатели единой серии А2 и А02 для работы в сельскохозяйственных помещениях и на открытом воздухе. Работа этих двигателей возможна в следующих условиях: температура окружающей среды от -45^0 до $+45^0$С; повышена влажность воздуха с содержанием агрессивных газов; повышена запыленность воздуха; значительные отклонения напряжения питающей сети от номинального значения. В таких условиях электродвигатели устойчивы к воздействиям дезинфицирующих растворов и аэрозолей. Для работы во взрывоопасной среде эти электродвигатели не пригодны.

Аппаратура управления и защиты электродвигателей – составная часть электропривода – предназначена для пуска и остановки двигателя, изменения частоты и направления вращения вала двигателя, а также для обеспечения работы электродвигателя в заданных режимах в соответствии с требованиями технологического процесса и для защиты его от ненормальных режимов работы.

Аппаратура ручного управления приводится в действие обслуживающим персоналом. К этой аппаратуре относятся включатели и переключатели, рубильники, пусковые резисторы, кнопочные станции, магнитные пускатели, автоматические выключатели.

Для автоматического управления электроприводом наибольшее распространение получила релейно-контакторная аппаратура, в

которой используются контакторы, магнитные пускатели с кнопочными станциями, конечные и путевые выключатели, различные реле и т.п. Получают распространение бесконтактные способы управления электроприводами, основанные на применении тиристоров и симисторов.

Для сельскохозяйственного водоснабжения получили распространение башенные и безбашенные автоматические водокачки, использующие подземные воды.

Основными частями башенной водокачки являются электродвигатель, приводящий в действие водяной насос, автоматический выключатель, магнитный пускатель, реле уровня, электродный датчик уровней (верхнего и нижнего уровней).

Безбашенные водокачки с воздушно-водяным котлом управляются при помощи реле давления, реагирующего на изменение давления воздуха внутри котла.

Водокачки комплектуют погружными центробежными электронасосными агрегатами. Особенность погружных электронасосов состоит в том, что приводной электродвигатель непосредственно соединен с рабочим колесом насоса. Обмотка статора электродвигателя выполняется со специальной изоляцией, допускающей работу электродвигателя в воде.

Электропривод применяют для вентиляции различных животноводческих и птицеводческих помещений, для хранения и сушки сельскохозяйственных продуктов.

Специально разработанные низконапорные осевые вентиляторы используются с электродвигателями типа Д8ОА4П химостойкого исполнения, частоту вращения которых можно ступенчато регулировать в пределах 5:1, изменяя подводимое напряжение от 70 до 380В.

Корма на животноводческих и птицеводческих фермах готовят в кормоцехах и кормокухнях, используя для этого специальные машины и агрегаты, приводимые в действие трехфазными электродвигателями.

В комплексе производственных процессов на животноводческих фермах затраты труда на уборку навоза и помета составляют свыше 30 %. Поэтому электромеханизация уборки навоза имеет высокую эффективность.

Широко используется электропривод для послеуборочной очистки и искусственной сушки зерна в стационарных зерноочисти-

тельно-сушильные пунктах. Для слаженной работы поточных линий агрегаты и комплексы хорошо электрифицированы и автоматизированы.

Заключение. Электропривод имеет существенные преимущества перед другими видами приводов: экологичность и гигиеничность, быстрый и простой пуск электродвигателя, способность выдерживать большие перегрузки, возможность работать в воде и безвоздушном пространстве, большой срок службы, меньшие габариты и металлоемкость. Электроприводы просты в обслуживании и надежны в эксплуатации.

Список использованной литературы

1. Бородин И.Ф., Судник А.С. Автоматизация технологических процессов. – М.: «КолосС», 2006. – 352 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для средних специальных учеб. заведений).

2. Воробьев, Виктор Андреевич. Электрификация сельскохозяйственного производства : [По агр. и экон. спец.] / В. А. Воробьев. - Москва : Агропромиздат, 1985. – 208 с. : ил.; 20 см. – (Учеб. и учеб. пособия для высш. с.-х. учеб. заведений).

УДК 631

ОТ ТРУДОСБЕРЕГАЮЩЕГО К ЗЕМЛЕСБЕРЕГАЮЩЕМУ И «УМНОМУ» СЕЛЬСКОМУ ХОЗЯЙСТВУ

Д.У. Камбарова, ассистент, Р.З. Олимжонов, ассистент

Ташкентский государственный технический университет имени И. Каримова, г. Ташкент, Республика Узбекистан

kdu.317@mail.ru, arostu-kenguru@mail.ru

Аннотация: Статья посвящена исследованию по развитию сельского хозяйства, внедрению в сельское хозяйство современных инновационных технологий, которые предусматривают сокращение (экономию) затрат труда в сфере сельского хозяйства и повышения продуктивности земли, её плодородия, то есть землесбережение.

Abstract: The article is devoted to research on the development of agriculture, the introduction of modern innovative technologies into agriculture, which provide for the reduction (saving) of labor costs in agriculture and the increase in land productivity, its fertility, that is, land conservation.

Ключевые слова: трудосберегающий, землесберегающий, «умное» сельское хозяйство.

Key words: labor-saving, land-saving, "smart" agriculture.

Введение. Сегодня, наблюдается активное использование цифровых технологий во всех сферах экономики. Не является исключением и аграрная отрасль, играющая одну из ключевых ролей в повышении благосостояния государства.

В Узбекистане в последние годы принимаются весьма серьезные и действенные меры по развитию сельского хозяйства, внедрению в сельское хозяйство современных инновационных технологий. Дальнейшие успехи в этом направлении позволят повысить конкурентоспособность сектора и превратить имеющийся вызов в новые возможности. Но для этого необходимы освоение и внедрение в Узбекистане уже существующего спектра сельскохозяйственных технологий и инноваций, применяемых сегодня в других странах мира [1].

В настоящий период в отрасли сельского хозяйства прослеживаются следующие общие тенденции. Это, во-первых, сокращение численности работников, занятых в сельском хозяйстве, во-вторых, сокращение доли сельхозпроизводства в общем объеме производимой в стране продукции.

Основная часть. В научной литературе описываются два направления развития сельского хозяйства – это трудосберегающий и землесберегающий технологические способы производства (ТСП).

Первый способ – трудосберегающий, предусматривает сокращение (экономию) затрат труда в сфере сельского хозяйства и перетекание высвобождаемых там трудовых ресурсов в другие сферы экономики. По такому направлению развивается сельское хозяйство в большинстве западных стран, в которых наблюдается значительный рост числа рабочих мест в промышленности, торговле, предоставлении услуг и одновременно сельское хозяйство обеспечивается необходимой техникой, которая повышает производительность труда и высвобождает лишние трудовые ресурсы. Таким образом, доля занятых в сельском хозяйстве уменьшается, то есть происходит трудосбережение, а за счет его механизации повышается производительность труда и обеспечивается производство необходимого количества сельхозпродукции. Например, во многих европейских странах в сельском хозяйстве занято не более 2% трудоспособного населения, которые помимо обеспечения внутреннего рынка производят также в больших объемах сельхозпродукцию на экспорт.

Второй способ – землесберегающий, характерен для стран, в которых трудовые ресурсы в сфере сельского хозяйства были в изобилии и мотивации их сокращения путем увеличения производительности труда не было, так как практически отсутствовала возможность их перетекания в другие сферы экономики в связи с медленными темпами их развития, в частности промышленного сектора. В связи с этим, инвестиции вкладываются не в механизацию, увеличивающую произ-

водительность труда, а в системы, улучшающие плодородие почвы, ирригацию, широкое использование удобрений. Таким образом, при землесберегающем способе на первый план выдвигается задача повышения продуктивности земли, её плодородия, то есть землесбережение, а повышение производительности труда за счет механизации отодвигается на второй план [2].

Страны с трудосберегающим ТСП на определенном этапе сталкиваются с проблемой нехватки земельных ресурсов и приходят к необходимости перехода к наукоемкому этапу развития сельского хозяйства, предусматривающему создание т.н. «smart» (умного) сельского хозяйства.

«Умным» называют сельское хозяйство, базирующееся на современных способах производства продукции и продовольствия с использованием передовых технических и цифровых решений (в том числе комплексной автоматизации и роботизации производства, систем обработки больших объемов данных, искусственного интеллекта), обеспечивающих рост производительности труда, снижение затрат производства и повышение устойчивости аграрного сектора [3].

При этом, применять опыт развитых стран по внедрению «умного» сельского хозяйства придется с учетом специфики сложившегося технологического способа производства сельхозпродукции, а также желания и готовности фермеров к внедрению инноваций.

Заключение. Таким образом, умное сельское хозяйство, значительно повышает урожайность сельхозкультур и продуктивность животноводства, снижает издержки и себестоимость продукции.

Список использованной литературы

1. Э. Романов. Журнал «Экономическое обозрение» №3 (231) 2019. С. 28.
2. Ю. Кутбитдинов. Журнал «Экономическое обозрение» №3 (231) 2019. С. 40.
3. http://rus.sectsco.org/news/20220726/906923.html.

УДК 637.1

СПОСОБЫ ОХЛАЖДЕНИЕ МОЛОКА

Л.П. Швец, студент, Ф.И. Назаров, канд. техн. наук, доцент
«Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь
windor@mail.ru

Введение. С целью сохранения первоначального качества молока, предотвращения развития микроорганизмов, торможения ферментативных и физико-химических изменений, а также созда-

ния необходимых условий для его дальнейшей технологической переработки на молочных предприятиях, необходимо как можно быстрее после доения снизить температуру молока до 4 °С. От условий охлаждения молока зависит качество производимых молочных продуктов. Около 30 % затрат электроэнергии на современной молочно-товарной ферме приходится на охлаждение молока и нагрев воды, снизить затраты энергии на данные процессы можно, объединив их в единой технологической линии.

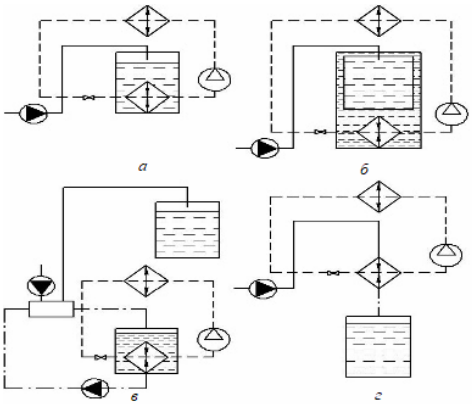
Основная часть. Охлаждение молока – процесс понижения температуры молока путем отвода от него теплоты. Выделяют следующие основные способы охлаждения молока:

1. Объемное охлаждение молока реализуется в танках-охладителях молока которые подразделяются:

- непосредственного охлаждения (рисунок 1а). Испаритель холодильной установки смонтирован так, что находится в прямом контакте с корпусом молочного резервуара;
- косвенного охлаждения (рисунок 1б). Для переноса тепла от холодильной установки к молоку применяется промежуточный носитель (вода или рассол).

2. Охлаждение в потоке:

- с помощью промежуточного хладоносителя в теплообменных аппаратах (рисунок 1в);
- в проточном испарителе, вынесенном за объем резервуара. Молоко охлаждается до необходимой температуры за счет кипения фреона с непосредственной теплопередачей через стенку испарителя (рисунок 1г).



а) – объемное охлаждение в резервуаре со встроенным (погружным) испарителем;
б) – охлаждение в потоке с помощью промежуточного хладоносителя в теплообменном аппарате;
в) – охлаждение в проточном испарителе, вынесенном за объем резервуара;
Рисунок 1 – Способы охлаждения молока

Все представленные способы охлаждения подразумевают передачу тепла от молока охлаждающему агенту (хладагенту, воде, антифризы на основе этиленгликоля и т.д.). Получаемое холодильными агентами тепло на фемах может применятся повторна (рекуперация).

Заключение. Способы охлаждения молока сильно отличаются между собой, поэтому в дальнейшем необходим рассмотреть какой из них более эффективен.

Список использованной литературы

1. Котзаогланиан, П. Пособие для ремонтников. / пер. с фр. д.т.н., профессора В.Б. Сапожникова. – АНОО «Учебный центр Остров». – М., 2007. – 850 с.

2. Ф.Д. Сапожников. Охлаждение молока и техническое обслуживание установок: практикум / Ф. Д. Сапожников, В. М. Колончук, Ф. И. Назаров. – Минск: БГАТУ, 2016. – 84 с.

УДК: 631.22

К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ КОМПЛЕКСА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ В ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ

С.Б. Бекбосынов, канд. техн. наук,
А.Б. Токмолдаев, канд. техн. наук,
А.Е. Байболов, канд. техн. наук, А. Омаров магистрант
НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», г.Алматы, Республика Казахстан
amanzhol.tokmoldai@kaznaru.edu.kz

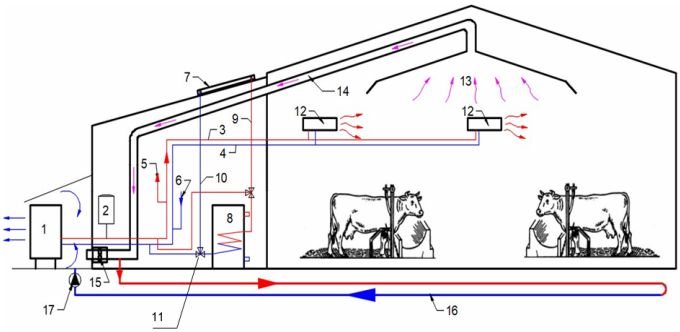
Аннотация: Приводится технологическая схема теплоснабжения и создания нормированного микроклимата коровника Предложена энергосберегающая система создания нормированного микроклимата, на базе использования реверсивного теплового насоса чиллер-фэнкойлы.

Ключевые слова: микроклимат, вентиляция, воздухообмен.

Введение. Причиной несоответствия параметров микроклимата к нормативным являются недостаточно продуманные инженерные решения при создании системы микроклимата. Как обычно, на стадии формирования микроклимата в качестве основного параметра учитываются воздухообмен и освещенность.

Основными факторами, влияющих на физиологическое состояние и продуктивности животных является температурно-влажностный режим помещения. Температура воздуха оказывает значительное влияние на уровень теплопродукции животных и процессы теплообмена организма с окружающей средой (воздуха и окружающих поверхностей) [1, 2].

Основная часть. Используя изложенные основы расчета системы создания нормированного микроклимата, а также с учетом параметров состояния погодно-климатических условий юго-восточного региона республики, нами разработана система автономного теплоснабжении и охлаждения животноводческого помещения.. Технологическая схема предлагаемой системы обеспечения нормированного микроклимата представлена на рисунке 1.



1 – тепловой насос York Amichi; 2 – расширительный бак; 3 – подводящая труба теплоносителя к двухтрубным фанкойлам; 4 – отводящая труба отработанного теплоносителя; 5 – подводящая труба теплоносителя к «теплому полу» родильного отделения и телятника; 6 – отводящая труба отработанного теплоносителя от «теплового пола» родильного отделения и телятника; 7 – солнечный коллектор ECONRG3 с тепловыми вакуумными трубками; 8 – вертикальный бойлер для нагрева и хранения воды «KOSPeL SW-300»; 9 – труба для подводе нагретого в солнечном коллекторе теплоносителя к вертикальному бойлеру; 10 – труба для отвода охлажденного теплоносителя к солнечному коллектору через трёхходовой переключающий клапан; 11 – трехходовой переключающий клапан; 12 – высоконапорный 2-х рядный теплообменник-фэнкойл; 13 – воздухозаборник отработанной газовоздущной смеси; 14 – воздухоотводящая труба; 15 – осевой вентилятор для отвода отработанной газовоздущой смеси; 16 – грунтовая теплообменная труба; 17 – осевой вентилятор грунтового теплообменника.

Рисунок 1 – Технологическая схема системы теплоснабжения и охлаждения животноводческого помещения

В качестве основного источника отопления и охлаждения животноводческого помещения, выбрали реверсивный тепловой насос чиллер марки York Amichi–S, работающей в режиме «воздух-вода», вентилятором-теплообменником выбрано высоконапорный 2-х рядный фэнкойл. Для эффективного использования потенциала солнечной энергии выбрали вакуумный коллектор ECONRGTM, работающие по принципу тепловых вакуумных трубок.

Основываясь на данные геологических изысканий, проведенных в условиях в учебно-опытного хозяйства «Саймасай» Казахского национального аграрного исследовательского университета [1, 2].

Для контроля и автоматического управления технологическими параметрами температуры и относительной влажности в заданных зонах животноводческого помещения, разработан алгоритм функционирования системы управления (рисунок 2).

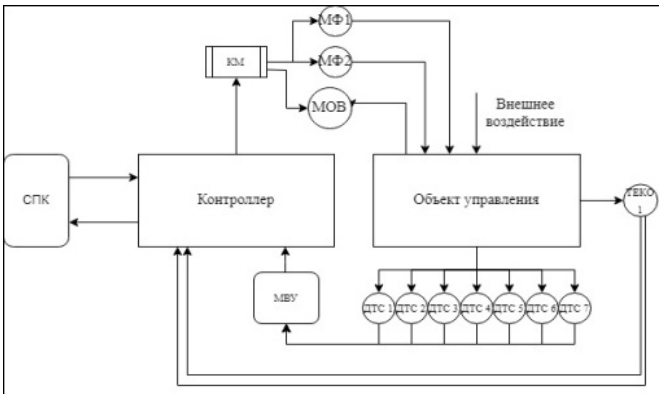


Рисунок 2 – Структурная схема системы управления

СПК – сенсорная панедь управления, Контроллер – програмируемый логический контроллер управления, Объект управления – коровник, МВУ – аналоговый модуль ввода, КМ-электромагнитное реле, МФ1,2 – электродвигатели вентиляторов фанкойлов, МОВ – электродвигатель осевого вентилятора, ТЕКО 1 – датчик влажности и температуры, ДТС (1,2,..., 7) – датчики температуры, Внешнее воздействие – изменение температуры и влажности воздуха от стороннего воздействия.

Принцип работы системы управления воздухообменом заключается в следующем: в считывание значений температуры и влажности производится с помощью датчика ТЕКО, а регистрация изменения температуры в различных зонах коровника (ДТС 1, ДТС 2, ДТС 3, ДТС 4, ТЕКО) и телятника (ДТС 5, ДТС 6, ДТС 7), датчик ДТС 6 регистрирует температуру на уровне пола. Датчик ТЕКО-1 передаёт на контроллер данные об изменении температуры и влажности. В случае отклонения действительных значений температуры, или относительной влажности воздуха от заданных вели-

чин, контроллер формирует сигнал, который передается на реле, которое своим разомкнутым контактом запускает электродвигатель осевого вентилятора вытяжной системы, и одновременно отключает электродвигатели фэнкойлов приточной системы.

Заключение. Предложенная технологическая схема теплоснабжения и создания нормированного микроклимата коровника. Разработанная энергосберегающая система создания нормированного микроклимата, на базе использования реверсивного теплового насоса чиллер-фэнкойлы интегрированных с возобновляемыми источниками энергии, позволяет снизить потребление энергетических ресурсов по сравнению с существующими системами создания микроклимата в животноводческих помещениях.

Список использованных источников

1 Сыдыков, Ш.К., Байболов, А.Е., Алибек, Н.Б., Токмолдаев, А.Б. Энергосберегающая система формирования нормированного микроклимата на базе применения чиллера с фэнкойлами интегрированных с возобновляемыми источниками энергии (Рекомендации). Алматы, 2022 г. – 68 с.

2. РД-АПК 1.10.01.01-18. Методические рекомендации по технологическому проектированию ферм и комплексов крупного рогатого скот. Москва, 2018 – С. 172 с.

УДК 621.9.048.6

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ УПРОЧНЕНИЯ НОЖЕЙ КОРМОСМЕСИТЕЛЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКИ

И.Н. Кадин, аспирант,

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

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», п. Майский, Россия

ivan.kadin@mail.ru

Аннотация: В статье рассматриваются факторы, влияющие на снижение энергоемкости измельчения кормов в кормосмесителе. Целью является повышение долговечности рабочих органов, а именно ножей кормосмесителя. Проведен анализ и приведена технология упрочнения ножей кормосмесителя.

Abstract: The article discusses the factors influencing the reduction in the energy intensity of feed grinding in a feed mixer. The goal is to improve the skills of the working bodies, namely the mixer blades. The analysis was carried out and technologies for hardening the knives of the feed mixer were included.

Ключевые слова: интенсификация, корм, кормосмеситель, нож, повышение долговечности, электроискровая обработка.

Keywords: intensification, feed, feed mixer, knife, increase in durability, electrospark treatment.

Введение. Одним из главных направлений в развитии агропромышленного комплекса является интенсификация сельскохозяйственного производства.

Большое значение придается развитию ремонтной базы, так как важнейшей задачей любого сельскохозяйственного предприятия является поддержание техники в работоспособном состоянии.

В сельскохозяйственном производстве, а именно в выращивании крупного рогатого скота одной из важных ролей играет кормление. Основной задачей работников фермы является приготовление кормов в соответствии с рационом. В процессе приготовления кормов важное место занимает дозирование и смешивание кормов.

Основная часть. В процессе эксплуатации ножи кормосмесителей изнашиваются, что приводит к необходимости их замены. Для увеличения срока службы ножей необходимо упрочнение поверхностного слоя или нанесение покрытия с высокими физико-механическими свойствами.

Основным способом в совершенствовании средств механизации для производства кормов является разработка и создание энергосберегающих высокоэффективных измельчающих машин с модернизированными рабочими органами [1, 2].

В связи с этим изучение и совершенствование кормосмесителей и повышение долговечности их рабочих органов является актуальной и важной задачей.

Нами был проведен анализ технической и патентной литературы, в ходе которого мы выяснили, что существуют различные виды упрочнения ножей кормосмесителей, такие как объемная закалка + отпуск, скоростное ТВЧ-борирование + объемная закалка + отпуск, ТВЧ-наплавка твердого сплава ПГ-УС25, модифицированного 5 % карбида бора + объемная закалка + отпуск [3].

Сравнив существующие способы нанесения покрытий [4, 5] по технологическим и технико-экономическим параметрам, мы решили предложить свой вариант упрочнения ножей кормосмесителя электроискровой обработкой (легированием).

Электроискровая обработка металлов отличается высокой точностью и производительностью. Ее суть заключается в том, что искровой разряд непосредственно воздействует на поверхность металла. Данный вид обработки позволяет наносить покрытие заданного качества, не изменяя структуру базового материала детали.

Упрочнение рабочей поверхности проводили по следующей технологии. Переднюю поверхность нового ножа очищали от загрязнений и заводских покрытий с применением абразивного инструмента и при помощи установки сверхзвукового напыления ДИМЕТ-405 активировали потоком порошка оксида кремния. Первый слой материала наносили комплексом БИГ-4 на режиме с коэффициентом энергии 0,8 с минимальной амплитудой колебания электрода (амплитудный ток 200 А, длительность импульса 80 мкс, частота импульсов 600 Гц, энергия импульсов 0,29 Дж). Затем наносили основной слой покрывающего материала на режиме с коэффициентом энергии 1,0 (амплитудный ток 200 А, длительность импульса 170 мкс, частота импульсов 420 Гц, энергия импульсов 0,61 Дж) с максимальной амплитудой.

Заключение. Выбранные параметры технологического процесса позволяют получить покрытия с минимальной пористостью и микротвердостью в диапазоне 650-850HV.

Список использованных источников

1. Халимов, Р.Ш. Модернизация измельчителя кормов / Р.Ш. Халимов, Н.П. Аюгин, Л.Г. Татаров, К.Р. Кундротас [Электронный ресурс] // research-journal : [сайт]. – URL: https://research-journal.org/archive/11-6 5-2017-november/modernizaciya-zmelchitelya-kormov (дата обращения: 06.10.2022).

2. Кравченко, И. Н. Основы организации технического сервиса в агропромышленном комплексе : Учебник / И. Н. Кравченко, Ю. А. Кузнецов, А. В. Коломейченко [и др.]. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "КноРус", 2022. – 452 с. – (Бакалавриат и магистратура). – ISBN 978-5-406-08940-8.

3. Кривочуров, Н. Т. Об эффективности различных вариантов упрочнения ножей измельчителя-разбрасывателя соломы зерноуборочного комбайна / Н. Т. Кривочуров, В. В. Иванайский, А.В. Ишков, А. В. Щеголев [Электронный ресурс] // cyberleninka : [сайт]. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ob-effektivnosti-razlichnyh-variantov-uprochneniya-nozhey-izmelchitelya-razbrasyvatelya-solomy-zernouborochnogo-kombayna (дата обращения: 07.10.2022).

4. Коломойченко, А. В. Теория и практика электроискрового упрочнения режущих деталей машин аморфными и нанокристаллическими сплавами [Текст] / А. В. Коломойченко – монография. – Орел: ФГБОУ ВПО Орел ГАУ, 2015. – 174 с.; ISBN 978-5-93382-250-9.

5. Романенко, Е. Ю. Инжиниринг в современном строительстве / Е. Ю. Романенко, Н. В. Водолазская // ВГД Серия конференций: Материаловедение и Машиностроение – 1083 (1). – 2021. – с. 012055, дои: 10.1088/1757-899X/1083/1/012055.

Секция 5 «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ АПК»

УДК 001.9: 327.7: 378.147:63

ПРОБЛЕМАТИКА АДАПТАЦИИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ К ТРЕБОВАНИЯМ СОВРЕМЕННОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО УКЛАДА

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

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

NS.MiP@bsatu.by

Аннотация. В статье рассматривается проблематика соответствия инженерного образования требованиям современного экономического уклада. На основе анализа особенностей инженерной деятельности формируются подходы к модернизации инженерного образования.

Abstract. The article deals with the problem of compliance of engineering education with the requirements of the modern economic structure. Based on the analysis of the features of engineering activity, approaches to the modernization of engineering education are formed.

Ключевые слова: инженерное образование, технологический уклад, образовательные стандарты, бакалавриат, магистратура.

Key world: engineering education, technological structure, educational standards, bachelor's degree, master's degree.

Введение. На современном этапе возрастает роль продовольственной отрасли и уровень ее значимости становится сравнимым с традиционно ведущими отраслями экономики, такими как энергетика или добыча ископаемых. Данное обстоятельство обосновано принципиальной ограниченностью природных ресурсов, являющихся основой сельского хозяйства и одновременным расширением мирового спроса на сельхозпродукцию. Таким образом, в настоящее время объемы производства продовольствия напрямую зависят от эффективности сельскохозяйственного производства, которая, в свою очередь, определяется качеством трудовых ресурсов. Соответственно, проблематика подготовки специалистов для сельского хозяйства имеет государственную значимость.

Основная часть. Экономика и образование находится в непрерывном диалектическом взаимодействии, имеющем определенную направленность связей, которая характеризуется следующим порядком. На некотором этапе развития цивилизации существует

экономический уклад со своим уровнем развития технологий и социальных отношений. В рамках функционирования экономики производится некоторая инженерная деятельность, характер которой соответствует особенностям уклада.

Специфика соответствующей историческому времени инженерной деятельности однозначно формирует требования к инженерам или специалистам. Отсюда неизбежно следуют требования к инженерному образованию и, далее, необходимость регулярной адаптации образования в соответствии с требованиями экономики.

Современный экономический уклад характеризуется развитием нано- и биотехнологий, инженерией живых тканей и организмов, индивидуализацией производства, снижением энергоемкости и материалоемкости, но, прежде всего, расширенным использованием цифровых технологий.

Инженерная деятельность на современном этапе характеризуется следующими сущностными признаками:

- смещением функциональных обязанностей в направлении созидания и управления;
- повсеместным применением в производственных процессах цифровых и информационных технологий;
- сокращением периода смены и обновления технологий и инструментария;
- прогрессирующим увеличением объема информации, вовлеченной в экономические процессы;
- развитием и быстрым обновлением средств доступа к информации и работы с ней;
- обязательными требованиями к постоянному обучению и расширению инженерных знаний.

Комплекс перечисленных признаков говорит о радикальном изменении не только содержания инженерной деятельности, но также о требованиях к специалисту, набору и характеру его компетенций, и даже самом понятии инженерных знаний, умений и их развитии.

Качественные изменения характера современной инженерной деятельности требуют соответствующих изменений в инженерном образовании, которые не могут ограничиться поступательной модификацией, а требуют принципиальной модернизации.

Особенности проектирования подготовки специалистов вытекают из специфики объекта и состоят в следующем:

- для достижения некоторых свойств, декларированных в образовательном стандарте, требуется иерархия технологических опера-

ций, т.е. обучение некоторой дисциплине требует в качестве входных данных результаты, полученные при предыдущей подготовке;

– перечисленные в стандарте компетенции должны иметь такую степень конкретики и определенности, чтобы можно было обеспечить прямое соответствие заявленного свойства и списка конкретных операций, посредством которых предполагается его достичь, т.е., каждый элемент результата должен быть представим в виде некоторой линейной композиции произведенных для достижения результата операций.

Основным принципом формирования образовательного стандарта специальности должен быть сбор данных и исследование потенциального типового потребителя. В соответствии с принципом «продвинутого заказчика» образовательные стандарты должны ориентироваться не на общий массив потребителей, а на ту его часть, которая воспринимает экономику осознанно и стремится к максимальной эффективности. Остальная же часть рынка потребителей предположительно будет подтягивать свой уровень. Во всяком случае, система образования должна создать возможность для роста общего уровня участников экономики.

Список использованной литературы

Гурский, А. С. Использование баз данных для хранения и анализа информации в системах дистанционного диагностирования / А. С. Гурский // Автомобиле- и тракторостроение: Материалы Международной научно-практической конференции. В 2-х томах, Минск, 24–27 мая 2019 года. – Минск: Белорусский национальный технический университет, 2019. – С. 65–69.

УДК 378.1

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАМОТНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СПЕЦИАЛИСТА АПК

А.И. Попов, канд. пед. наук, доцент
Г.В. Мозгова, канд. техн. наук, доцент
Тамбовский государственный технический университет
г. Тамбов, Российская Федерация
olimp_popov@mail.ru

Аннотация: показана значимость развития человеческого капитала и выделены направления совершенствования инженерного образования; сформулированы ключевые способности конкурентоспособного инженера АПК и дано понятие инженерной грамотности; описаны действия, выполняемые при наличии инженерной грамотности.

Abstract: the importance of the development of human capital is shown and the directions of improving engineering education are highlighted; the key abilities of a competitive engineer of the agro-industrial complex are formulated and the concept of engineering literacy is given; the actions performed in the presence of engineering literacy are described.

Ключевые слова: технические системы, человеческий капитал, инженерное образование, грамотность, интеллектуальная способность.

Keywords: technical systems, human capital, engineering education, literacy, intellectual ability.

Необходимость повышения эффективности АПК предполагает интенсификацию технического перевооружения отрасли и развитие человеческого капитала, работающего в ней [1]. Конкурентоспособный технический специалист, занятый в сельском хозяйстве, должен быть готов и к выполнению актуальных сегодня трудовых функций, и к освоению новых видов деятельности, внедрению передовых технических систем и технологий, участию в прикладных научных исследованиях. Реализация программ бакалавриата и специалитета в соответствии с действующими образовательными стандартами не всегда позволяет готовить профессионалов, отвечающих современным требованиям к человеческому капиталу АПК [2].

Требованием времени является формирование у обучающегося фундаментальной базы инженерной деятельности, на которой в рамках дополнительного образования и самостоятельного развития, возможно было бы создать в кратчайшие сроки любую профессиональную настройку, востребованную рынком труда. Ключевой характеристикой специалиста, готового решать конструкторские и технологические задачи в АПК, будет инженерная грамотность.

Всестороннее исследование понятия грамотности вообще, и математической грамотности в частности было проведено А.В. Боровских [3]. Взяв за основу его методологический подход, была предложена модель инженерной грамотности технических специалистов АПК. В деятельности инженера агропромышленного комплекса главным будет разрешение проблемных ситуаций, возникающих при проектировании, изготовлении и эксплуатации технических систем сельскохозяйственных предприятий на основе использования знания базовых инженерных дисциплин.

Выделен ряд умений и соответствующих им учебных областей, определяющих успешность инженерной деятельности.

1. Умение абстрагировать технические системы в схемы и чертежи для их последующего анализа, моделирования деятельности и изготовления («Инженерная графика»).

2. Способность выбирать оптимальный конструкционный материал для каждого элемента технической системы («Материаловедение»).

3. Знание основных законов развития технических систем, принципов конструирования, методов решения творческих задач («Основы конструкторской деятельности»).

4. Владение навыками теоретического анализа функционирования различных конструкций и моделирования процессов с ними («Теоретическая механика», и как следствие «Теория механизмов и машин»).

5. Способность определять характеристики и анализировать процесс, протекающий в конструкционных материалах при эксплуатации («Сопротивление материалов»).

Инженерная грамотность является синергией всех перечисленных предметных областей, и позволяет на основе специальных знаковых средств отражать и оперировать информацией о технических системах. Ведь грамотность в общем виде – это владение знаковыми средствами. Не всегда можно говорить о чистом знаке, когда отсутствует связь между морфологией знака и морфологией объекта, который он обозначает. Но для ряда предметных областей знак связан с технической системой достаточно явно. Например, схема кривошипно-шатунного механизма имеет общую морфологию с соответствующей технической системой, но достаточно абстрагирована от нее. Основной функцией знаковых средств является абстрагирование.

Инженерная грамотность может пониматься как интеллектуальная способность, состоящая во владении специальными знаковыми средствами указанных предметных областей и проявляющаяся в выполнении трудовых функций по совершенствованию технических систем с использованием этих средств.

Она предполагает выстраивание отношений между задачей экономической (в форме необходимости обеспечения соответствия свойств технической системы требованиям и возможностям времени) и задачей инженерной.

Наличие инженерной грамотности позволяет выполнять следующие действия:

– анализ проблемы и выделение модели с требуемыми данными;

– схематизация основных отношений между этими данными;
– формулировка инженерной задачи;
– решение задачи математическими средствами;
– формулирование ответа и исследование зависимости его от условий и ограничений;
– оценка соответствия ответа поставленной проблеме.

Инженерная грамотность опирается на математическую грамотность, позволяющую оперировать как математическими знаками, так и другими характеристиками элементов технической системы.

Основным способом развития инженерной грамотности является вовлечение обучающихся в решение творческих задач, основанных на реальных проблемных ситуациях инженерной деятельности и предполагающих комплексное восприятие технических систем. Задача в некоторых случаях позволит перейти к рефлексии деятельности.

Свобода в проектировании образовательных программ, предоставленная стандартом, привела к ситуации, когда во многих вузах указанные дисциплины сведены к минимуму или интегрированы в одну. Это делает инженерную грамотность выпускников технических специальностей недостаточной для активного участия в проектах инновационного преобразования АПК.

Список использованной литературы

1. Тетеринец, Т.А. Теоретические основы управления человеческим капиталом в условиях инновационных преобразований агропромышленного комплекса: монография / Т.А. Тетеринец, А.И. Попов. – Тамбов, Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2021. – 216 с.

2. Букин, А.А. Аксиологические аспекты организации профессионального образования / А.А. Букин, А.И. Попов, Н.В. Майстренко // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Лингвистика и педагогика. – 2020. – Т.10. – №2. – С. 150–161.

3. Боровских, А.В. Деятельностная педагогика: Схемы пе-дагогического мышления / А.В. Боровских. – Москва, 2020. – 352 с.

4. Гурский, А. С. Исследование влияния программы управления двигателем на эксплуатационные свойства автомобиля / А. С. Гурский // Транспорт и транспортные системы: конструирование, эксплуатация, технологии: сборник научных статей / Министерство образования Республики Беларусь; Белорусский национальный технический университет. – Минск: Белорусский национальный технический университет, 2020. – С. 111–124.

УДК 378.1

ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНОВЛЕНИЯ ПРИ СМЕШАННОЙ ФОРМЕ ОБУЧЕНИЯ

А.И. Попов, канд. пед. наук, доцент
Н.В. Майстренко, канд. техн. наук, доцент
Тамбовский государственный технический университет
г. Тамбов, Российская Федерация
olimp_popov@mail.ru

Аннотация: проанализированы тенденции образования и выявлены причины слабой результативности цифровых технологий; обоснована аксиологическая, методическая и финансовая целесообразность реализации модели смешанного обучения; описана модель организации смешанного обучения по заочной форме.

Abstract: the trends of education are analyzed and the reasons for the weak effectiveness of digital technologies are identified; the axiological, methodological and financial feasibility of implementing a mixed learning model is substantiated; the model of organizing mixed learning by correspondence is described.

Ключевые слова: непрерывное образование, заочная форма обучения, цифровой компетентностный профиль, смешанное обучение.

Keywords: continuing education, distance learning, digital com-petence profile, blended learning.

Динамично меняющийся рынок труда, необходимость уже на начальном этапе жизненного пути самостоятельно решать финансовые проблемы предопределяют востребованность форм организации обучения, не требующих постоянного присутствия в учебном заведении. Период пандемии показал, с одной стороны, актуальность развития дистанционных образовательных технологий и электронного обучения, с другой, слабую методическую готовность как педагогического состава, так и обучающихся качественно их использовать. Это было дете-минировано следующими факторами:

– недостаточной сформированностью у обучающихся навыков саморазвития и самоменеджмента, необходимых в случае цифрового обучения;

– отсутствием у значительного количества обучающихся осознанного профессионального самоопределения и сформированных ценностных ориентиров при получении профессионального образования; во многом это определяется отсутствием опыта деятельности по выбранной профессии;

– слабой методической проработанностью как образовательного контента, используемого в цифровом обучении, так и применяемого механизма активизации мышления обучающихся;

– недостаточной развитостью в некоторых регионах технических средств, а также санкционными ограничениями на использование ряда информационных технологий.

В этих условиях предпочтительным будет смешанный формат непрерывного образования, когда начальный уровень профессиональной готовности формируется очно в средних профессиональных учебных заведениях, в выход на профессиональное мастерство обеспечивается использованием информационных технологий при заочной форме обучения в цифровом пространстве. В этом случае можно максимально индивидуализировать процесс профессионального становления.

Усиление внимания к среднему профессиональному образованию, внедрение программ профессионалитета привело к значительному увеличению молодежи, имеющей профессию (что позволяет финансово себя обеспечивать), при этом они не хотят останавливаться на достигнутом и стремятся к дальнейшему развитию своих способностей. Наличие части сформированных профессиональных и универсальных компетенций обеспечивает им возможность осваивать образовательную программу в сокращенные сроки [1]. Но построение индивидуального учебного плана для каждого такого обучающегося на основании его цифрового следа приводит к возникновению множества малых студенческих групп (даже из одного человека), что делает финансово затруднительным реализацию обучения в очном формате.

Модель смешанного обучения предполагает, что во множестве индивидуальных учебных планах формируется инвариантная основа, которая может быть освоена в рамках объединенного пока студентов с традиционным распределением контактной аудитории и самостоятельной работы. Фрагменты учебного плана, которые относятся только к конкретному студенту, предлагается осваивать в рамках электронного обучении в цифровом пространстве.

Предлагается модель организации смешанного обучения по заочной форме, включающая следующие этапы:

1. Формирование цифрового компетентностного профиля абитуриента, имеющего среднее профессиональное образование, учитывающего как количественные характеристики освоенных компетенций, так и качественные.

2. Разработка индивидуального плана, включающего перезчтенные дисциплины и объем и виды учебной деятельности, необходимые к выполнению.

3. Анализ всех индивидуальных планов по данной специальности, выделение общей части и синхронизация по времени ее освоения.

4. Выявление фрагментов, которые предполагают создание электронного образовательного контента для индивидуального обучения.

5. Разработка модульных электронных курсов учебных дисциплин, которые встречаются в индивидуальных учебных планах в различном объеме.

Индивидуализация профессионального становления на основе анализа цифрового компетентностного профиля посредством организации смешанной формы обучения позволит при оптимальных финансовых затратах повысить качество обучения [2].

Список использованной литературы

1. Попов, А.И. Методика индивидуальной подготовки инженерных кадров в условиях цифровизации образования / А.И. Попов, Н.В. Майстренко, А.А. Букин // Научно-педагогическое обозрение. Pedagogical Review. – 2020. – №3(31). – С. 135–143.

2. Краснянский, М.Н. Оценка эффективности педагогических инноваций в высшем образовании / М.Н. Краснянский, А.И. Попов, А.Д. Обухов // Экономика образования. – 2019. – №2 (111). – С. 57–68.

3. Гурский, А. С. Разработка стенда модели электронной системы управления роботизированной коробкой передач / А. С. Гурский // Автотракторостроение и автомобильный транспорт: материалы Международной научно-практической конференции, Минск, 26–29 мая 2020 года. – Минск: Белорусский национальный технический университет, 2020. – С. 16–18.

УДК 378.1

МУЗЕЙНАЯ ПЕДАГОГИКА В ПРОЦЕССЕ ВОСПИТАНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ АПК

А.И. Попов, канд. пед. наук, доцент

Г.А. Соседов, канд. пед. наук, доцент

Тамбовский государственный технический университет

г. Тамбов, Российская Федерация

olimp_popov@mail.ru

Аннотация: Обоснована важность интенсификации воспитания в современных условиях и показан потенциал музеев при организации воспитывающего обучения. Выявлена специфика воспитания посредством музеев при подготовке специалистов агропромышленного комплекса и сформулированы психолого-педагогические условия включения музейной педагогики в образовательную программу.

Abstract: The importance of the intensification of education in modern conditions is substantiated and the potential of museums in organizing educational training is shown. The specificity of education through museums in the training of specialists of the

agro-industrial complex is revealed and the psychological and pedagogical conditions for the inclusion of museum pedagogy in the educational program are formulated.

Ключевые слова: деятельностная педагогика, духовно-нравственное воспитание, профессиональное образование, аксиологическая основа профессиональной деятельности.

Keywords: activity pedagogy, spiritual and moral education, vocational education, axiological basis of professional activity.

В условиях сложной внешнеполитической ситуации проблема становления национальной идентичности и духовной культуры молодежи приобретает все большую актуальность. В соответствии с нормативной базой образования воспитание становится приоритетным направлением в работе педагогического коллектива, внедряются новые формы воспитывающего обучения.

Воспитание в процессе становления специалиста в системе профессионального образования имеет специфические черты и требует проведения дополнительных исследований и разработки специальных технологий, позволяющих интегрировать духовно-нравственное и гражданско-патриотическое развитие личности с получением профессии [1]. Это обусловлено, прежде всего, сформированной эго- и групповой идентичностью студентов, наличием у них устоявшейся системы ценностей и целевых ориентиров, приобретенным жизненным и профессиональным опытом. Основной проблемой является некоторая оторванность воспитания от получаемой профессии, когда духовность и нравственность рассматриваются как некие идеализированные характеристики, не связанными с будущими трудовыми функциями обучающихся.

Интенсификация процесса воспитания при подготовке специалистов АПК в условиях внешних угроз приобретает значимость в контексте обеспечения продовольственной безопасности. Перспективным направлением воспитывающего обучения при подготовке специалистов является обращение к исторической памяти, изучение жизненного пути работников отрасли и соответствующих АПК областей научных исследований. Важную роль в становлении духовно-нравственных качеств играют музеи, и для понимания своей гражданской позиции как защитника Родины, и для развития личностных качеств (например, для эстетического развития используются художественные музеи). Приоритетным является реализация деятельностного подхода [2], когда обучающиеся не просто пас-

сивно воспринимают информацию музея, а активно участвуют в её нахождении и систематизации.

Достаточно часто потенциал музейной педагогики используется случайным образом или применительно к какой-либо дате, что не позволяет на высоком уровне достичь поставленных целей воспитания. В контексте получения среднего образования, музеи систематически могут использоваться для изучения истории или при освоении факультативных дисциплин, связанных с общим эстетическим воспитанием [3]. В системе высшего образования музеи используются достаточно редко, в основном это университетские музеи, которые знакомят студентов с традициями учебного заведения без соотнесения с получаемой профессией. В профессиональном образовании целесообразно активнее использовать музеи хозяйствующих субъектов, которые наряду с профессиональными знаниями формируют лояльность к предприятию и профессии.

Использование музейной педагогики затруднено при подготовке специалистов АПК тем, что у значительной части хозяйств своих музеев просто не существует. На основе анализа результатов педагогов-новаторов, опыта собственной педагогической деятельности по воспитанию духовности у специалистов и развитию их качеств как участников инновационных преобразований сформулированы психолого-педагогические условия включения музейной педагогики в образовательную программу.

1. Получение знаний о становлении и развитии сельскохозяйственных предприятий и осознание значения каждой подотрасти АПК осуществляется в ходе взаимодействия с действующими работниками в ходе практической подготовки. При этом обеспечивается актуализация профессиональных знаний для успешности деятельности.

2. Формирование патриотических качеств и ценностных ориентиров происходит в процессе знакомства с историей предприятия, профессиональной деятельностью лучших его работников.

3. Необходимо активное вовлечение обучающихся в создание цифровых музеев предприятий АПК своего региона.

4. Целесообразно использовать собранную музейную информацию при выполнении самостоятельных заданий по профильным дисциплинам, что позволит на деятельностном и рефлексивном уровнях закрепить профессиональные компетенции.

5. Для развития творческих качеств по данным о развитии отдельных компонентов сельского хозяйства региона формулировать проблемные ситуации для дальнейшего исследования.

Реализация сформированных психолого-педагогических условий позволит реализовать на практике принципы воспитывающего обучения при подготовке специалистов АПК.

Список использованной литературы

1. Попов, А.И. Развитие духовности в техническом образовании / А.И. Попов, Н.П. Пучков // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2020. – №2(76). – С. 154–166.

2. Боровских, А.В. Деятельностная педагогика: Схемы педагогического мышления / А.В. Боровских. – Москва, 2020. – 352 с.

3. Пищик, О.Г. Взаимодействие «музей – школа» в образовательном процессе: взгляд на проблему воспитания человека культуры / О.Г. Пищик // Деятельностная педагогика и педагогическое образование. – Воронеж, 2022. – С. 179–181.

4. Серебрякова, Н. Г. Формирование стандартов инженерного образования нового поколения / Н. Г. Серебрякова // Вышэйшая школа: навукова-метадычны і публіцыстычны часопіс. – 2022. – № 2(148). – С. 42–46.

УДК 378.14

КЕЙС-МЕТОД В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ

С.А. Костюкевич, канд. с.-х. наук, доцент
Д.Ф. Кольга, канд. техн. наук, доцент
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь
kostiukievich@mail.ru

Аннотация: В статье представлены подходы к реализации кейс-метода как одного из ведущих методов обучения при работе со студентами. Для достижения этой цели был проведен анализ научной литературы, который позволил выявить возможности, достоинства и преимущества данного метода, цели его применения, приведена классификация и этапы кейсов.

Abstract: This article proposes approaches to the implementation of the case method as one of the leading methods of teaching when working with students. To achieve this goal, the analysis of scientific literature was carried out, which allowed to identify the possibilities, advantages and benefits of this method.

Ключевые слова: обучение студентов, кейс-метод, профессиональные компетенции, деятельностный подход.

Keywords: training students, case-method, professional competence, activity approach.

Введение. В настоящее время одним из наиболее активно применяемых преподавателями методов обучения студентов является кейс-метод. В педагогической литературе он также имеет и другие

варианты названия: «кейс-стади», «кейс-технология», – которые являются производными от английского названия «case-study».

По своей сути данный метод предполагает анализ конкретных ситуаций (кейсов) предназначен для обучения анализу разных видов информации, её обобщению, навыкам формулирования проблемы и выработки возможных путей ее решения в соответствии с установленными критериями [3].

Основная часть. Вовлечение студентов в процесс работы над конкретными ситуациями способствует повышению их ответственности за конечные результаты обучения и более чёткому пониманию требований, предъявляемых к ним. При этом студенты становятся соучастниками процесса приобретения знаний. Это отвечает задачам современного обучения – исследовательского, основанного «не только на самостоятельном получении, отборе, анализе, систематизации информации, но и на проявлении инициативы в получении нового знания» [2].

Основные этапы кейс-метода:

– этап поиска информации предусматривает использование умений формулировать запросы, структурировать их, сопоставлять информацию из разных источников;

– этап критического анализа и оценки информации требует реализации умений выявлять в нескольких источниках факты, данные и сведения, дополняющие или противоречащие друг другу;

– этап преобразования и интерпретации информации требует использования умений обнаруживать в тексте аргументы, доводы в подтверждение выдвинутых тезисов, формулировать выводы, применять информацию в новой ситуации.

Кейс-метод является своего рода индикатором сформированности профессиональных компетенций: аналитических, творческих, коммуникативных, социальных.

Кейс-метод всё чаще становится одним из основных методов обучения, используемых при проведении учебных занятий [4].

Для полноценного использования всех преимуществ данного метода у студентов необходимо последовательно формировать умение «решать кейсы». Поэтому для кейсов должны быть характерны большая степень вариативности решений, широкий объём информативной базы, возможность использования при решении интернет-источников, большое число заданий, позволяющих орга-

низовывать исследовательскую деятельность и групповую форму работы над кейсом [5].

Структура кейса:

– вводная часть кейса должна быть представлена общая, но краткая информация о сути и содержании кейса (*Аннотация*), которая должна вызвать интерес к решению предлагаемой проблемы (включают вопросы, на которые нужно ответить в процессе решения кейса);

– основная часть кейса включает сведения, которые необходимы для решения кейса: иллюстративный материал, статистические данные, фрагменты документов, отчётов и др.;

– заключительная часть включает дополнительные сведения, которые способствуют более чёткому пониманию рассматриваемой проблемы: словари, справочные материалы, ссылки на источники информации для расширения информационного поля кейса.

Заключение. Кейс-метод становится одним из основных методов обучения студентов. Наибольший интерес представляют кейсы, в которых предлагается решать ситуации, максимально приближенные к реальной профессиональной деятельности. Кейс-метод является индикатором сформированности профессиональных компетенций: аналитических, творческих, коммуникативных, социальных.

Список использованной литературы

1. Гац И. Ю. Деятельностное формирование компетенций магистрантов педагогического образования / И.Ю. Гац // Aktualni pedagogika. 2021. № 1. – С. 45–49.

2. Гац И. Ю. Образовательно-технологическая система учебных занятий в высшей школе / И.Ю. Гац – М., 2019. – 192 с.

3. Добротин Д. Ю. Использование кейс-технологии для подготовки учителя к организации исследовательской деятельности младших школьников /Д.Ю. Добротин // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Педагогика и психология. 2015. № 4 (34). – С. 47–53.

4. Смирнова М. С. Кейс-технологии в преподавании естественнонаучных дисциплин: учебно-методическое пособие / М.С. Смирнова. – М., 2018. – 43 с.

5. Dobrotina I. N. Students information culture development in the process of cognitive activity / I. N. Dobrotina, E. L. Erokhina // The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences (EpSBS). 2017. – P. 243–249.

6. Мобильный клиент системы управления учебным процессом под операционную систему Android / Ю. Б. Попова, Е. А. Янский // Математические методы в технике и технологиях - ММТТ. – 2017. – Т. 10. – С. 115–119.

УДК 371.315:004:53

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИН УЧЕБНОГО ПЛАНА В АГРАРНОМ ВУЗЕ

В.В. Баскакова, ст. преподаватель, А.В. Голочалова, ассистент

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина», пос. Майский, Россия

baskakova_vv@bsaa.edu.ru

Аннотация. Современные стандарты образования требуют применения инновационных технологий. К таким технологиям можно отнести электронные образовательные ресурсы. На примере Белгородского государственного аграрного университета им. В.Я. Горина будет показано как устроены курсы учебного плана для студентов направления подготовки Агроинженененерия.

Abstract: Modern education standards require the use of innovative technologies. Such technologies include electronic educational resources. On the example of the Belgorod State Agricultural University named after V.Ya. Gorin, it will be shown how the curriculum course is arranged for students of the Agroengineering training direction.

Ключевые слова: электронные образовательные ресурсы, изучаемые дисциплины, курс физики, модульная система.

Key words: electronic educational resources, physics course, modular system.

На базе Белгородского государственного аграрного университета им. В.Я. Горина активно применяется система электронной поддержки учебных курсов (СЭПУК). В данной системе студенты в дистанционном формате изучают курсы в соответствии с их учебным планом. Так же в электронной образовательной среде есть возможность изучать дополнительный материал по дисциплинам, реализовывать удаленное взаимодействие студента и преподавателя.

Использование электронных образовательных ресурсов не противоречит применению балльно-рейтинговой системы оценки обучения (БРС), что позволяет контролировать студента в течение всего процесса обучения.

Электронные курсы по дисциплинам, для студентов направления подготовки Агроинженерия рассчитаны как на один, так и на несколько семестров, в зависимости от количества часов на изучение данного материала.

Если рассмотреть процесс обучения студентов на примере дисциплины «Физика», то можно конкретно обозначить, что дисциплина изучается 1 семестр. За это время студенты должны сформировать понятия о фундаментальных законах классической и совре-

менной физики, приобрести необходимые навыки для дальнейшего изучения профильных дисциплин. Проведение лекционных, практических и лабораторных занятий проводится как в традиционном, так и в дистанционном форматах с применением электронных образовательных ресурсов.

Структурно, дисциплины в электронной среде могут быть разбиты на модули, включающие в себя как лекционные материалы, так и лабораторно-практические. В процессе изучения лекций студент приобретает теоретические знания, необходимые, для решения практических и лабораторных работ. Особенностью изучения лекционного материала в системе электронной поддержки учебных курсов является то, что при изучении лекции самостоятельно, студент оставляет «след» в системе в виде ответа на контрольный вопрос. Это дает возможность получить дополнительный балл в балльно-рейтинговую систему и понимание того, что материал был изучен и проработан студентом. Кроме того, такая же система работает с практическими и лабораторными занятиями [3]. Студенту предлагается загрузить на сайт ответ на задание, преподаватель даст ему оценку, которая затем переведется в баллы.

По завершению изучения каждого модуля, студент проходит тестирование. Тестирование дает качественную оценку знаниям, полученным при освоении материала, а также дает возможность обучающимся объективно оценить себя в вопросе изучения материала. Студент проходит определенное количество вопросов за выделенный промежуток времени. Согласно системе оценивания, успешно сданным, считается тест, с результатом более 51%.

Разбалловка устанавливается преподавателем курса, но не может противоречить положению о балльно-рейтинговой системе оценки обучения в ФГБОУ ВО Белгородского ГАУ.

Кроме этого, электронный курс дает возможность студенту получать в течение семестра консультации по общим вопросам курса, текущие консультации курса, тем самым обеспечивая постоянную связь преподавателя и студента. Так же к элементам курса относятся дополнительная литература, глоссарий. Для студентов размещен перечень вопросов к экзамену и разбор типовых задач [1].

Система электронной поддержки учебных курсов эффективно показала себя во время дистанционного обучения при пандемии [2].

В настоящие время наличие электронных образовательных ресурсов является необходимым критерием для успешного получения аккредитации ВУЗа.

Таким образом, использование электронных образовательных ресурсов позволяет получать качественное образование вне зависимости от места положение студента, а также дает возможность создания единого образовательного пространства.

Список использованной литературы

1. Акупиян А.Н. Применение технологий электронного обучения в вузе на примере преподавания общей физики // Педагогический журнал. 2019. Т.9. №4А. С. 208–214. DOI: 10.34670/AR.2019.44.4.002.

2. Семернина М.А., Скрипина И.И. Использование облачных служб и сервисов в информационно-образовательной среде вуза // Материалы Национальной научно-практической конференции «Цифровые и инженерные технологии в АПК». Решение проблем взаимодействия науки и бизнеса Майский: Издательство ФГБОУ Белгородский ГАУ, 2022. – С. 320.

3. Шаршанова М.А. Методика проведения лабораторного практикума по физике в сельскохозяйственном вузе // Проблемы и решения современной аграрной экономики: Материалы Международной научно-производственной конференции. Том 2 – Майский: Издательство ФГБОУ Белгородский ГАУ, 2017. – С. 156–157.

4. Серебрякова, Н. Г. Принципы проектирования стандартов системы инженерного образования / Н. Г. Серебрякова // Образовательные технологии (г. Москва). – 2022. – № 1. – С. 52–63.

УДК 37.047

РЕАЛИЗАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ПРОЕКТОВ В РАМКАХ ПРОФОРИЕНТАЦИОННОЙ РАБОТЫ ВУЗА

А.В. Голочалова, ассистент, В.В. Баскакова, ст. преподаватель

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина», пос. Майский, Россия

golochalova_av@bsaa.edu.ru

Аннотация: Одним из важных направлений профориентационной работы является создание и реализация научных проектов с будущими абитуриентами. На примере Белгородского государственного аграрного университета им. В.Я. Горина будет показано взаимодействие между учениками старшей школы и преподавателями высшей школы при реализации научно-проектной деятельности.

Abstract: One of the important areas of career guidance is the creation and implementation of scientific projects with future applicants. On the example of the Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin will show the interaction between high school students and high school teachers in the implementation of research and design activities.

Ключевые слова: профориентационная работа, научно-проектная деятельность, автоматизированная система, сенсоры, научный результат.

Keywords: career guidance, research and development activities, automated system, sensors, scientific result.

В современной образовательной среде одним из важнейших направлений деятельности высших учебных заведений является профориентационная работа. Каждый ВУЗ заинтересован в абитуриентах, которые четко понимают особенности и нюансы выбранной им специальности. В то же время будущий студент должен иметь четкое представление о значимости его профессии и дальнейшем трудоустройстве [1].

В рамках профориентационной работы Белгородский ГАУ им. В.Я. Горина активно сотрудничает с учебными заведениями, как Белгородской области, так и других регионах страны. Так же проводится международная профориентация, осуществляемая как в электронном пространстве, так и при личном посещении сотрудниками Университета дружественных государств (учебные заведения, конференции).

Особое внимание уделяется вовлечению школьников в научно-исследовательскую деятельность. Каждый ученик может выбрать ту область, которая ему наиболее интересна и получить консультацию, а также помощь в реализации своего научного проекта. Основная мысль таких проектов заключается в возможности реализовать идею школьника при помощи материально- технической базы Университета, тем самым ознакомиться с возможностями и выбрать действительно желаемые методы и способы реализации задуманного.

Наиболее актуальными являются проекты в области информационных технологий и их применения в секторе агропромышленного комплекса (АПК) [2]. На кафедре прикладной информатики и математики ведется разработка методической документации для ряда научно-исследовательских проектов для школьников. Одним из таких является проект по созданию автоматизированной системы выращивания овощных культур.

Суть проекта заключается в создании замкнутого контура, обеспечивающего оптимальные условия для выращивания выбранной овощной культуры. Проект состоит из трех частей:

1) Изучение теоретической информации и подготовка рабочего пространства.

2) Создание управляющей программы для контроллера.

3) Эксплуатация системы и получение обратной связи.

На первом этапе ученик должен изучить подходящие условия при которых происходит наиболее быстрый рост выбранной овощ-

ной культуры. На этом же этапе происходит знакомства с аппаратными и программными средствами.

Второй этап включает в себя подключение и настройку оборудования, датчиков и исполнительных механизмов. В данном проекте в качестве управляющего контроллера экономически целесообразно использовать одноплатный микрокомпьютер Raspberry Pi или Arduino. Для получения обратной связи от системы задействованы сенсоры: датчик температуры воздуха, датчик влажности воздуха, датчик влажности почвы, датчик освещенности. В качестве исполнительного механизма применяется капиллярная система микрополива. Система может быть оборудована модулем передачи данных с подключением веб-камеры, что позволяет наблюдать за функционированием миниплантации из любой точки мира.

На третьем этапе в процессе эксплуатации в управляющий алгоритм могут вноситься изменения для улучшения целевых показателях эффективности. Ведется анализ проделанной работы, подводятся промежуточные результаты.

Главным итогами проделанной работы является то, что преподаватель и школьник находятся в постоянном взаимодействии и имеют возможность непрерывно совершенствовать предложенный алгоритм, дополнять и корректировать его по мере необходимости в процесса реализации проекта, выявлять сильные и слабые стороны задуманного действия, вносить поправки в составленный изначально алгоритм. Это помогает не только в данном конкретном моменте, но и дает почву для работы по проектам для дальнейшей работы с выпускниками школ на перспективу.

Результаты научного проекта будут опубликованы в виде научной статьи в сборнике трудов Белгородского ГАУ им. В.Я. Горина.

Список использованной литературы

1. Патрахина Т.Н., Вялкова К.С. Профориентационная работа в вузе: проектный подход // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2018. – №4 (апрель). – С. 271–281. – URL:http://e-koncept.ru/2018/181024.htm.

2. Семернина М.А., Скрипина И.И. Использование облачных служб и сервисов в информационно-образовательной среде вуза // Материалы Национальной научно-практической конференции «Цифровые и инженерные технологии в АПК». Решение проблем взаимодействия науки и бизнеса Майский: Издательство ФГБОУ Белгородский ГАУ, 2022. – С. 320.

3. Шабека, Л.С. Интеграция дисциплин естественнонаучного и профессионального циклов учебного плана технического вуза / Л. С. Шабека, Е. В. Галушко // Профессиональное образование. – 2017. – № 2(28). – С. 19–23.

УДК 159.9.07

ОЦЕНКА МЕЖЛИЧНОСТНЫХ ОТНОШЕНИЙ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ

И.Ф. Толкач, канд. искусствоведения, доцент

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

Аннотация: Статья посвящена изучению межличностных отношений студентов. Определены субъективные оценки по шкалам напряженности, отчужденности, конфликтности и агрессии в отношениях. Выявлен общий уровень удовлетворенности межличностными отношениями будущих инженеров.

Abstract: The article is dedicated to the study of interpersonal relations of students. Subjective assessments on the scales of tension, alienation, conflict and aggression in relationships are determined. The general level of satisfaction with interpersonal relations of future engineers is revealed.

Ключевые слова: межличностные отношения, будущие инженеры, студенты.

Key words: interpersonal relations, future engineers, students.

Введение. Инновационные технологии, активно используемые в современном образовании, предполагают большую активность участников образовательного процесса. Увеличение активности во время обучения в вузе подразумевается, в том числе, и в межличностных отношениях. От успехов либо неудач в межличностном взаимодействии складывается качество жизни в целом. Осознание и правильная оценка межличностных отношений на этапе профессионального и личностного становления позволяет скорректировать и, соответственно, улучшить характер коммуникации. В этой связи изучение межличностных отношений студентов представляется актуальным, своевременным и целесообразным.

Основная часть. Изучение особенностей межличностных отношений будущих инженеров проводилось с помощью методики С. В. Духновского «Субъективная оценка межличностных отношений» [2]. В исследовании приняли участие 19 студентов инженерных специальностей Белорусского государственного аграрного технического университета.

Данная методика позволяет изучить взаимодействие студентов по шкалам «Напряженность отношений», «Отчужденность в отношениях», «Конфликтность в отношениях», «Агрессия в отношениях», «Итоговая оценка отношений» и выявить высокие, средние и низкие значения по каждой из шкал. Согласно автору методики, данные шкалы являются индикаторами дисгармоничных межличностных отношений [1, с. 18].

Так, по шкале напряженности выясняется, насколько студенты восприимчивы к недопониманию, недосказанности, неудовлетворенности в отношениях. Чувствуют ли, когда отношения зашли в тупик, приближение завершения отношений. Испытывают ли внутреннее напряжение, думая о предстоящих встречах.

Шкала отчужденности дает информацию о близости и дистанции в отношениях студентов, формальности, искренности, откровенности отношений. Устанавливается, насколько студенты готовы обсуждать свои проблемы с другими людьми и проявляют ли чувства в отношениях.

По шкале конфликтности студенты высказывают свое мнение о стремлении всегда доказать свою правоту, готовности отстоять свою точку зрения, идти на уступки, компромиссы, склонности к ссорам и противостоянию либо согласию с другими людьми.

Выявляя собственную агрессивность, студенты определяют, насколько они бывают грубыми и раздражительными в отношениях сами и чувствуют ли грубость и раздражительность по отношению к себе. Устанавливают, часто ли бывают несогласными и неодобрительными, и насколько резко высказывают свое несогласие.

Данные результатов опроса представлены в таблице 1.

Как видно из таблицы, большинство студентов по всем шкалам показало результаты в пределах средних значений, что свидетельствует о достаточной гармоничности отношений. Высокие значения по некоторым шкалам, свидетельствующие о ярких проявлениях напряженности, конфликтности и агрессии в отношениях, демонстрируют лишь отдельные респонденты. Достаточно большое количество представленных низких значений по шкалам могут указывать на поверхностность межличностных отношений, конформность, страх отвержения, сокрытие агрессивных намерений.

Таблица 1. Субъективная оценка межличностных отношений (количество студентов, %)

	высокие значения	средние значения	низкие значения
Напряженность отношений	11	68	21
Отчужденность в отношениях	–	58	42
Конфликтность в отношениях	5	68	26
Агрессия в отношениях	5	74	21
Итоговая оценка отношений	11	58	31

При этом среднее значение по шкале напряженности составляет 5,37 балла, по шкале отчуждения – 4,21 балла, по шкале конфликтности – 4,95 балла, по шкале агрессивности – 5,32 балла. Общее среднее значение итоговой оценки отношений составляет 19,74 балла. При шкале средних значений по данному показателю от 17 до 28 баллов, очевидно тяготение респондентов к нижней границе показателей.

Заключение. Обобщая вышеизложенное, следует отметить, что большинство будущих инженеров по всем шкалам показали средние значения, что свидетельствует о достаточно благополучной ситуации в межличностных отношениях. Студенты хорошо себя чувствуют среди людей, стремятся устанавливать доверительные отношения, избегают конфликтов. Однако наличие низких значений показателей требует более детального изучения и корректироваки для построения гармоничных межличностных отношений.

Список использованной литературы

1. Духновский, С. В. Субъективная оценка межличностных отношений. Руководство по применению / С. В. Духновский. – СПб.: Речь, 2006. – 54 с.

2. Субъективная оценка межличностных отношений, СОМО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://psytests.org/family/somo.html. – Дата доступа: 26.04.2022.

УДК 372.881.1

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ

Н.В. Дакуко, старший преподаватель

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

Аннотация: В статье рассказывается о роле цифровых технологий, используемых в обучении иностранному языку.

Abstract: The article deals with the role of digital technologies used in teaching a foreign language.

Ключевые слова: цифровые технологии, использование цифровых технологий, иностранный язык, обучение.

Keywords: Digital technologies, using digital technologies, foreign language, teaching.

Введение. Современный специалист агротехнического профиля должен владеть не только профессиональными знаниями, но и иностранным языком как средством коммуникации с целью реше-

ния профессиональных задач. В настоящее время процесс обучения иностранному языку в учреждениях высшего образования агротехнического профиля невозможно представить без применения программных и технических средств.

Использование цифровых технологий в процессе обучения повышает эффективность преподавания иностранного языка. С их помощью происходит интенсификация и оптимизация образовательного процесса, а также адаптация обучающихся в информационном обществе.

Основная часть. При обучении иностранному языку наиболее перспективным направлением является технология «смешанного обучения» (blended learning), предполагающая интеграцию новейших технологий в традиционный процесс обучения для повышения эффективности преподавания иностранного языка.

Следует отметить, что одним из условий успешного использования цифровых технологий является наличие информационно-образовательной среды. При обучении студентов агротехнических специальностей иностранному языку кафедра практической лингвистики БГАТУ широко использует электронную образовательную среду Moodle, обладающую большим педагогическим потенциалом для реализации различных целей образовательного процесса. Используя Moodle, преподаватель может создавать курсы, наполняя их содержимым в виде текстов, вспомогательных файлов, презентаций, а также тестовых заданий. Преподавателями кафедры разработан электронный обучающе-контролирующий курс по английскому языку «Test Yourself» на онлайн-платформе LearningApps. Данное приложение содержит ряд шаблонов, которые можно условно поделить на непосредственно учебные и учебно-игровые. Учебно-игровые шаблоны позволяют преподнести учебный материал в игровой форме, что повышает интерес к изучению иностранного языка и переключает студентов на занимательный для них вид деятельности. Упражнения, созданные с помощью LearningApps, широко применяются преподавателями для введения и закрепления изучаемого лексического материала, проверки понимания прочитанного текста.

При работе с иностранным языком очень удобна в использовании онлайн-платформа Quizlet. Она позволяет работать как в аудитории, так и за ее пределами, с помощью интерактивных материа-

лов, упражнений и игр. Преподаватели кафедры используют ее как инструмент для запоминания и систематизации лексики. Данные образовательные платформы удобны тем, что их можно использовать практически на любом этапе занятия.

Одним из важных аспектов при изучении иностранного языка является умение применять в своей практике электронные онлайн-словари, которые также направлены на демонстрацию и закрепление языковых умений с целью поиска необходимой информации [1]. Очень популярны такие всем известные электронные словари, как Google Translate, ABBYY Lingvo, Multitran, Dictionary.com, Reverso. Благодаря доступности и простоте использования студенты предпочитают именно электронные словари. Одним из основных преимуществ онлайн-словарей является их функциональность.

Заключение. Применение цифровых технологий при обучении иностранному языку способствует модернизации образования и улучшению качества обучения. Внедрение цифровых технологий в контекст традиционного занятия позволяет сделать процесс обучения более интересным, разнообразным, интенсивным.

Список использованной литературы

1. Дигтяр, О. Ю. Современные образовательные технологии преподавания иностранных языков студентам неязыковых вузов в условиях реализации стандартов нового поколения и информатизации образования / О. Ю. Дигтяр // Мир педагогики и психологии. 2019. № 1 (30). – С. 49–57.

УДК 378.147.227

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

А.А. Нехайчик, старший преподаватель

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

chemistry@bsatu.by

Аннотация: показаны слабые и сильные стороны, возможности и угрозы дистанционного обучения.

Ключевые слова: дистанционное обучение, анализ, слабые стороны, сильные стороны, возможности, угрозы.

Abstract: showing strengths and weaknesses, opportunities and threats of distance learning.

Key world: distance learning, analysis, strengths, weaknesses, opportunities, threats.

Введение. Современные образовательные технологии дают возможность студентам проявлять как можно больше участия в

формировании знаний, умений, компетенций. При этом студент становится полноправным участником образовательного процесса, ориентируется на оптимальное усвоение учебного материала и практической деятельности. Одним из таких подходов в современном образовательном пространстве является дистанционное обучение.

Основная часть. Одна из задач модернизации образовательной системы: достижение нового, современного качества образования, которое в настоящее время становится главным геополитическим фактором в мире, так как именно оно позволяет в любой сфере деятельности ее участникам достичь максимально возможного результата. Приоритет качества образования нашел свое выражение в Кодексе Республики Беларусь об образования. Это обусловливает изменение требований к образовательному процессу, появление его новых качественных характеристик, что проявляется в постановке принципиально новых социально-педагогических задач, росте наукоемкости педагогического труда, в котором преобладают развивающие, стимулирующие, проективные, рефлексивные тенденции [1].

Одной из главных проблем следует назвать быстро развивающееся в нашей стране информационное общество, что привело к новому пониманию образования, отношению к знаниям. Сегодня обучение связывают не с объемом удерживаемых в памяти фактов из разных дисциплинарных областей, а с овладением общей системой ориентации в потоке информации, созданием четких способов ее отбора, формированием умений постоянно пополнять и достраивать свою личностную систему знаний. Формирование информационной культуры, информационной грамотности, информационной компетентности становятся одними из наиболее важных результатов обучения [1].

В Республике Беларусь все большее распространение получает дистанционное обучение (далее – ДО). Такое обучение направлено на обновление и углубление знаний, развитие профессиональных умений и навыков [1]. Однако неоднозначность применения ДО способствует возникновению необходимости выполнения анализа сильных (Strengths) и слабых (Weaknesses) сторон внутренней среды с точки зрения возможностей (Opportunities) и угроз (Threats) внешней среды (SWOT-анализ).

Сильные стороны:

1. Расширение масштабов подготовки кадров.

2. Доступность получения образования для населения.

3. Использование разнообразных методов донесения учебной информации.

4. Возможность рационального распределения времени в процессе обучения.

5. Наличие индивидуального подхода с учетом потребностей и психологических особенностей обучающихся.

6. Наличие обратной связи с преподавателем (в т.ч. индивидуальное общение).

7. Гибкость в отношении того, как и когда получать образование.

8. Сокращение издержек получения образования.

Слабые стороны:

1. Отсутствие очного общения между обучающимися и преподавателем.

2. Высокая трудоемкость разработки курсов дистанционного обучения.

3. Необходимость наличия ряда индивидуально-психологических условий (в т. ч. самодисциплина).

4. Высокая стоимость построения системы дистанционного обучения.

5. Отсутствие эффективных методов ориентирования в информационном пространстве Интернет.

6. Дистанционные программы не подходят для овладения профессиями, где необходимо много практики.

Возможности:

1. Повышение уровня образования населения за счет доступности получения образования.

2. Повышение экономических показателей страны за счет получения образования без отрыва от производства.

3. Возможность получения образования на базе ведущих учреждений образования.

4. Возможность реализации дополнительного образования взрослых, дополнительного образования детей и молодежи, специальное образование [2].

Угрозы:

1. Высокая конкуренция с зарубежными учреждениями образования, предоставляющими дистанционное обучение в свободном доступе в Интернете.

2. Появление дистанционного обучения «низкого качества» в регионах.

3. Недостаточное количество аккредитованных и сертифицированных профессиональных курсов.

Заключение. По результатам SWOT-анализа можно сделать вывод, что технологии, обеспечивающие получение ДО, еще не до конца подготовлены к его реализации в полном объеме. В настоящее время отсутствуют механизмы защиты электронных курсов, получения авторства, а также низка оплата разработки таких курсов, поэтому преподаватели слабо мотивированы на создание новых курсов [3].

Список использованных источников

1. Современные тенденции и проблемы развития профессиональной компетентности педагогов: материалы научно-практической конференции с международным участием, посвященной 75-летию Минского областного института развития образования, Минск, 8–9 октября, 2015 г. / Минск, 2015. – С. 11.

2. Концепция информатизации системы образования Республики Беларусь на период до 2020 г, утверждена Министром образования Республики Беларусь 24.06.2013.

3. Богатко А.В., Богатко М.П. SWOT-анализ применения дистанционного обучения в Республике Беларусь [Электронный ресурс] // http://elib.bsu.by/bitstream/123456789/195736/1/46-47(30.04.2022).

4. Карпович А.М. Образовательные стандарты подготовки инженеров-механиков /А. М. Карпович // Профессиональное образование. – 2018. – № 2(32). – С. 3–11.

5. Шабека, Л.С.. Интеграция дисциплин естественнонаучного и профессионального циклов учебного плана технического вуза /Л. С. Шабека, Е. В. Галушко // Профессиональное образование. – 2017. – № 2(28). – С. 19–23.

УДК 378.147.227

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА В ВУЗЕ В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИЙ

А.А. Нехайчик, старший преподаватель

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

chemistry@bsatu.by

Аннотация: рассматривается использование лабораторного практикума в вузе.

Ключевые слова: лабораторный практикум, эксперимент.

Abstract: considers the use of a laboratory workshop at a university.

Key world: laboratory workshop, experiment.

Введение. Для предметов естественно-научного цикла, в частности, по химии в образовательном процессе необходимым является использование лабораторного практикума. При этом логика и принципы экспериментальных работ меняются, приобретают вариативность в зависимости от типа высшего заведения, профиля обучения и т.п.

Основная часть. Условно можно выделить три перекрывающихся направления организации лабораторных занятий в вузе. Это, во-первых, практикум, как иллюстративное приложение к лекционному курсу, служащее средством практического углубления теоретических знаний. Второе направление связано с внедрением элементов образовательного информационного пространства в организацию лабораторных практикумов, с намечающейся тенденцией превращения учебных работ в научно-исследовательские, пусть даже и на уровне «открытия открытого». И, наконец, третье направление связано с выработкой у студентов приемов и способов получения знаний, формированием качеств, необходимых в последующей профессиональной деятельности [1]. При этом могут реализовываться различные формы организации работы студентов, например, такие, как лабораторно-семинарские занятия, методика проведения которых предлагается для студентов старших курсов, или лабораторно-практические занятия, реализуемые в основном для студентов первого курса при изучении химии и физики.

Химический эксперимент организует познавательную деятельность обучаемых в материальной форме, которая является первичной для всего процесса усвоения знаний, только через материальное чувственное взаимодействие вещей в практической деятельности открывается их объективная логика, их свойства и отношения, т.е. познаются объективные законы изучаемой дисциплины, и поэтому именно с этой формы деятельности начинается процесс усвоения в собственном смысле слова [1].

Учебный эксперимент отличается от научного тем, что результаты его известны, условия подобраны так, что в процессе проведения опытов или их наблюдения учащиеся должны обнаружить известные признаки реакций и прийти к ожидаемым результатам. В эксперименте заключены огромные дидактические возможности, он является важным условием усвоения теоретического материала, активизации познавательной деятельности и воспитания интереса к предмету [1].

В настоящее время в методической литературе акцентируется внимание на развивающей функции химического эксперимента. Использование развивающего эксперимента заставляет учащихся творчески, вовлекает их в активную познавательную деятельность, ставит новые проблемы и задачи.

Инновационные исследования, направленные на повышение эффективности лабораторного практикума, как следует из анализа литературы, в настоящее время ведутся в двух направлениях. Первое осуществляется в рамках дидактики и частной методики преподавания химии и направлено на:

- углубление или расширение научно-теоретических основ предмета;
- обучение современным инструментальным методам;
- введение элементов учебно-исследовательской работы [2,3];
- постановку учебных работ, связанных с научной тематикой работы кафедры [2,3].

Второе направление совершенствования лабораторного практикума связано с использованием психологических теорий учения.

Также есть необходимость корректировки лабораторного практикума в условиях дистанционного обучения.

В современных условиях важное значение имеет экологическая направленность лабораторного практикума по химии. Это связано не только с тем, что развитие химической промышленности создает часть экологических проблем, но и с тем, что именно химические процессы лежат в основе большинства методов очистки и улавливания веществ, загрязняющих окружающую среду. Экологическая составляющая в практикуме для студентов ряда специальностей может рассматриваться и как элемент формирования профессиональных умений [1].

Заключение. Использование лабораторного практикума при изучении химии дает возможность организовать качественное обучение в вузе. Для этого нужно грамотно подобрать перечень лабораторных работ, соответствующий некоторым принципам и отражающий различные направления организации практикума.

Список использованной литературы:

1. Василевская, Е.И. Теория и практика реализации приемтсвенности в системе непрерывного химического образования/ Е.И. Василевская. – Мн.: БГУ, 2003. 124 с.

2. Василевская Е.И., Логинова Н.В., Свиридов В.В Реализация исследовательского принципа при организации учебных занятий студентов младших курсов// ТехноОБРАЗ,99: Технологии непрерывного образования и творческого саморазвития личности. Ч.1. Гродно: ГродГУ, 1999. С. 257–259.

3. Волькин В.В. О введении элементов УИР в лабораторный практикум по неорганической химии//Сб. науч.-метод. статей по химии. М.: Высш. шк., 1977. Вып. 6. С. 92–94.

4. Серебрякова, Н. Г. Современные концепции инженерного образования: анализ в рамках компетентностного подхода / Н. Г. Серебрякова // Вышэйшая школа: навукова-метадычны і публіцыстычны часопіс. – 2017. – № 6(122). – С. 23–27.

5. Кецко, В.Н. Фундаментализация и профессионализация инженерного образования на основе непрерывной информационной подготовки / В. Н. Кецко // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 21–23 ноября 2018 года. – Минск: Белорусский государственный аграрный технический университет, 2018. – С. 578–582.

УДК 001.9: 327.7: 378.147:63

ОБЗОР МИРОВОГО ОПЫТА ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ

О.Ю. Дегтярева, юрисконсульт, Н.В. Болбас, студент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье рассматриваются системы инженерного образования КНР, США, Германии, Франции.

Abstract. The article deals with the systems of engineering education in China, USA, Germany, France.

Ключевые слова: инженерное образование, технологический уклад, образовательные стандарты.

Key world: engineering education, technological structure, educational standards.

В силу того, что проблема подготовки инженерных и научно-технических кадров является одним из определяющих компонентов развития любой страны на многие годы, коротко обобщим опыт ряда стран по подготовке инженеров.

Принятый «План мер по возрождению образования в XXI веке» и совместное решение ЦК КПК и Госсовета КНР «Об углублении реформы образования и всестороннем содействии продвижению качественного образования» явились основой правового регулирования системы национальных вузов КНР. Все государственные вузы были разделены на две основные категории – центрального и местного подчинения. Находящиеся под управлением централь-

ных ведомств университеты превращались в площадки апробации различных моделей организации обучения для повышения качества образования с ориентиром на достижение лучших мировых стандартов. Приведем миссии ведущих китайских университетов [1]:

«продвижение университетов и учебных дисциплин, обладающих соответствующим потенциалом, в число высоко котирующихся на мировом уровне;

ускорение развития системы управления высшим образованием и модернизация возможностей управления;

повышение уровня инноваций в подготовке кадров, научных исследований, социальных услуг и культуры в структурах высшего образования;

трансформация институтов высшей школы в важный источник исследовательских и технологических инноваций, передовых идей и культуры, основы по воспитанию талантливых граждан во всех сферах».

Проект выделяет три этапа реализации установленных целей:

- сформировать группу университетов мирового уровня и учебных дисциплин, отвечающих наивысшим образовательным стандартам.

- к 2030 г. увеличить число университетов и учебных дисциплин, признанных лучшими в мире (включение не менее 6 из 9 лучших китайских университетов в топ-15 лучших в мире), добиться существенного повышения качества национального высшего образования.

- к 2050 г. превратить китайское высшее образование в мирового лидера.

Несмотря на то, что в США существует множество университетов с инженерными специальностями, некоторые из них выделяются среди остальных. Согласно всем международным рейтингам, Массачусетский технологический институт, Стэнфордский университет, Калифорнийский технологический и Калифорнийский университет в Беркли возглавляют мировые рейтинги.

Техническое образование в Германии существует с XVII века. Наиболее значимые технические университеты Германии: Рейнско-Вестфальский технический университет г. Ахена, Берлинский Технический университет, технический университет Брауншвейга, технический университет Дармштадта, Технический университет Дрездена, Ганноверский технический университет им. Г.В. Лейб-

ница. В числе основных условий развития экономики Германии – зависимость от импорта сырья и энергоносителей, рост цен на сырье и энергоносители, нестабильность импорта сырья и энергоносителей, жесткие требования Киотского протокола, рост заработной платы и социальных расходов, повышение спроса на инновационные технологии на мировом рынке. Основой государственной инновационной политики Германии «является создание условий для активизации науки и инновационных технологий за счет внедрения рыночных принципов управления. Доля занятых в сфере инновационных технологий: Германия – 27,7 %, Япония – 23,5 %, Италия – 20,4 %, США – 15,5 %, а доля прибавочной стоимости сегмента инновационных технологий составляет в Германии – 27,9 %, Японии – 25 %, Италии – 20,7 %, США — 18 %» [1].

Франция имеет самую большую пропорцию выпускников научных и технологических специальностей в Европе: на 10 тыс. выпускников приходится 207 выпускников технических специальностей (в Великобритании – 175, в Германии – 114).

Инженерно-технологический сектор вносит значимый вклад в экономику Великобритании – 27,1 % от ВВП.

Таким образом, следует обратить внимание на мировые тенденции развития инженерной деятельности и современные международные требования к профессиональным инженерам.

Список использованной литературы

1. Фиговский О. Л., Современное инженерное образование в странах мира. Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. 2021;10.

2. Серебрякова, Н. Г. Современные концепции инженерного образования: анализ в рамках компетентностного подхода / Н. Г. Серебрякова // Вышэйшая школа: навукова-метадычны і публіцыстычны часопіс. – 2017. – № 6(122). – С. 23–27.

3. Касабуцкий, А. Ф. Фундаментализация и профессионализация инженерного образования на основе непрерывной информационной подготовки / А. Ф. Касабуцкий, В. Н. Кецко // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 21–23 ноября 2018 года. – Минск: Белорусский государственный аграрный технический университет, 2018.

4. Программный модуль администратора для системы управления обучением / А. П. Мириленко, Р. И. Фурунжиев, В. С. Кацуба // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 21–23 ноября 2018 года. – Минск: Белорусский государственный аграрный технический университет, 2018. – С. 559–563.

УДК 796.012

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ

А.В. Григоров, канд. пед. наук, профессор, заслуженный тренер БССР,
Ю.В. Старовойтова, старший преподаватель
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье рассматриваются особенности использования информационно-коммуникационных технологий в повышении эффективности управления тренировочным и образовательным процессами.

Abstract. The article discusses the features of the use of information and communication technologies in improving the efficiency of managing the training and educational processes.

Ключевые слова: информационно-коммуникационные технологии, автоматизация, тренировочный процесс.

Index terms: information and communication technologies, automation, training process.

Использование средств компьютерных технологий в области физической культуры и спорта направлено на то, чтобы повысить эффективность деятельности преподавателя, и наряду с традиционными средствами, обеспечить качественное ведение образовательного процесса и, впоследствии, дальнейшую практическую деятельность выпускников УВО.

Направления использования современных технологий в физической культуре и спорте связаны с:

- подготовкой специалистов к реальной жизни в условиях современного технологического уклада;
- реализацией социального заказа на специалистов в области физической культуры и спорта, обусловленного информатизацией указанной сферы;
- интенсификацией всех уровней учебно-воспитательного и тренировочного процессов.

Дополнительно выделяем следующие направления использования современных информационных технологий в физической культуре и спорте:

- средство обучения и средство информационно-методического обеспечения и управления учебно-воспитательным и тренировочным процессами;
- средство автоматизации процессов контроля, коррекции результатов учебно-воспитательной и тренировочной деятельности;

– средство компьютерного тестирования и мониторинга физического состояния занимающегося, методов психологической и функциональной диагностики;

– средство автоматизации процессов статистической обработки итогов соревнований;

– средство организации интеллектуального досуга;

– средство популяризации физкультуры и спорта;

– средство создания программ контроля знаний по дисциплинам;

– средство создания обучающего контента;

– тренажер компьютерных соревнований и педагогического процесса.

Несмотря на значительные потенциальные возможности современных информационно-коммуникационных технологий, они еще не нашли должного применения в сфере физкультурного образования.

Заключение. Обеспечение необходимого уровня информационной культуры требует определенного уровня профессиональной подготовки преподавательского состава, его знакомства с потенциальными возможностями указанных технологий, умением использовать данные возможности в педагогической и научной деятельности.

Список использованной литературы

1. Педагогические составляющие веб-ресурса учебной дисциплины в учреждениях высшего аграрного образования / И. В. Бацуровская, Е. А. Горбенко [и др.]// Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: Сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 26–27 ноября 2020 года. – Минск: Белорусский государственный аграрный технический университет, 2020. – С. 504–509.

2. 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.

3. Попов, А.И. Проектирование системы обучения будущих инженеров сельскохозяйственного производства инновационной деятельности / А.И. Попов, В.М. Синельников// Исследования и результаты. 2017. № 3. – С. 413–420.

УДК 502.1

УПРАВЛЯЕМАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ОСНОВ ЭКОЛОГИИ

Н.А. Близнюк, канд. с.-х. наук, доцент

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

bna.agr@bsatu.by

Аннотация: в статье обсуждается организация управляемой самостоятельной работы студентов при изучении дисциплины «Основы экологии», рассматривается ее значение в подготовке будущего специалиста.

Abstract: the article discusses the organization of controlled independent work of students in the study of the discipline "Fundamentals of Ecology" as well as its importance in the training of a future specialist.

Ключевые слова: управляемая самостоятельная работа студентов, организация самостоятельной работы, реферат.

Key words: controlled independent work of students, the organization of independent work.

Введение. Основная задача высшего образования заключается в формировании творческой личности специалиста, способного к саморазвитию, самообразованию, инновационной деятельности. Эту задачу невозможно решить, передавая студентам только готовые знания. Необходимо научить самостоятельно приобретать их, уметь формулировать проблему и находить пути ее решения [1]. В связи с этим в Белорусском государственном аграрном техническом университете при изучении дисциплины «Основы экологии» часть ее содержания отводится на управляемую самостоятельную работу студентов (далее – УСРС).

Основная часть. УСРС представляет собой организованную и управляемую преподавателем деятельность студента, которая направлена на формирование у него умений и навыков самостоятельного приобретения и обобщения знаний и их практического применения. Данный вид самостоятельной работы позволяет значительно активизировать познавательную деятельность студентов и повысить их исследовательский потенциал. Помимо этого, важнейшей задачей УСРС можно считать формирование готовности к самообразованию в течение всей жизни.

УСРС позволяет не только снизить аудиторную нагрузку преподавателей и студентов, но и разгрузить их от рутинных (нетворческих) форм и видов деятельности.

Организация УСРС по дисциплине «Основы экологии» включает:

1) определение тем и заданий, 2) определение форм контроля, 3) установку сроков выполнения.

Студенты самостоятельно изучают литературу и собирают информацию по следующим темам: «Учение В.И. Вернадского о биосфере», «Особенности взаимодействия общества и природной среды», «Особо охраняемые природные территории Республики Беларусь и их характеристика», «Проблема качества сельскохозяйственной продукции».

При составлении заданий для выполнения УСРС предусмотрено возрастание их сложности. Например, при изучении первых двух тем студентам выдается детальный план, что значительно облегчает им выполнение работы. В дальнейшем они должны сами

его продумать, используя взаимосвязь содержания материала, изученного на лекционных и практических занятиях, с материалом для самостоятельной работы.

Материалы УСРС по основам экологии представляются в виде рефератов и мультимедийных презентаций. Реферирование – это один из наиболее подходящих видов самостоятельной работы по данной дисциплине, который представляет собой лаконичное изложение содержания источника информации. Составление рефератов позволяет студентам научиться осмысливать текст, извлекать из него самую важную информацию, анализировать ее и создавать новый текст посредством синтеза.

Для организации УСРС немаловажным является учебно-методическое обеспечение, которое включает учебную, методическую, справочную литературу и электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) по изучаемой дисциплине. УСРС с указанием тем, заданий и форм контроля знаний включена в учебную программу по основам экологии как отдельный вид занятий.

Заключение. Таким образом, УСРС направлена на повышение мотивации студента к изучению дисциплины «Основы экологии», на формирование навыков получения новых знаний и их дальнейшего использования, а также на развитие способности непрерывного самообразования. От этого во многом зависит конкурентоспособность выпускника на рынке труда.

Список использованной литературы

1. Зубрицкая, Л.С. Организация управляемой самостоятельной работы при изучении иностранных языков в техническом вузе / Л.С. Зубрицкая, Е.В. Чайковская // Психология, социология и педагогика. 2015. №6 [Электронный ресурс]. URL: https://psychology.snauka.ru/2015/06/5141

УДК 159.9

ОСОБЕННОСТИ СТУДЕНЧЕСКОГО ВОЗРАСТА

Н.Г. Серебрякова, канд. пед. наук, доцент,
Д.С. Праженик, старший преподаватель,
В.В. Носко, старший преподаватель,
Т. М. Чумак, старший преподаватель

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

Аннотация: самовоспитания будущего специалиста путем раскрытия перед ним поля возможных выборов и их последствий.

Abstract: self-education of the future specialist by revealing to him the field of possible choices and their consequences.
Ключевые слова: студент, преподаватель, высшая школа.
Keywords: student, teacher, high school.

Введение. Часто преподаватели руководствуются индифферентными представлениями о студентах как об устройствах по переработке информации, которые слушают лекции, читают учебники, выполняют задания и, когда это требуется, демонстрируют их. Иногда это приводит к безличным и неадекватным требованиям. Для того чтобы учесть возможности и потребности студентов, нужно их знать. Но особенности познавательной сферы личности прямо связаны со всеми другими ее подструктурами и личностью в целом. Успешная учебная деятельность студента зависит не только от степени владения приемами интеллектуальной деятельности; она обусловлена также личностными параметрами учебной деятельности – устойчивой системой отношений студента к окружающему миру и к самому себе.

Основная часть. Особенно бурно в период вузовского обучения идет развитие специальных способностей. Студент впервые сталкивается со многими видами деятельности, являющимися компонентами будущей профессии, поэтому на старших курсах необходимо уделять особое внимание диалоговым формам общения со студентами, в частности, в процессе выполнения ими курсовых и дипломного проектов, прохождения практик и т.п. Передача личностного знания возможна, как правило, только в диаде преподаватель – студент.

Эмоциональная сфера в студенческом возрасте приходит к уравновешенному состоянию, успокаиваясь после своего бурного развития в подростковый период. Но определенные отголоски прошедших бурь иногда дают о себе знать, особенно у студентов, страдающих инфантилизмом. Часто может наблюдаться гипертрофированная и несколько абстрактная неудовлетворенность жизнью, собой и другими людьми. При неадекватном педагогическом воздействии такие состояния могут стать причиной деструктивных тенденций в поведении. Но при обращении энергии этого эмоционального состояния на решение сложной и значимой для студента задачи неудовлетворенность может стать стимулом к конструктивной и плодотворной работе.

Выраженный и часто подчеркнутый рационализм в обращении преподавателей со студентами негативно сказывается на развитии их эмоциональной сферы в целом. Поэтому преподавателю необходимо сознательно следить за тем, не переходит ли опасную черту почти неизбежный дисбаланс рационального и эмоциональною в стиле его общения со студентами. В этом случае без некоторой эмоциональной теплоты эффективность его работы со студентами может сильно снизится даже при ее очень высоком содержательном уровне. Без принятия таких мер у преподавателя самого могут возникнуть эмоциональные перегрузки, еще более усиливающие трудности нахождения верного эмоционального тона в общении со студентами.

Потребность в достижении, если она не находит своего удовлетворения в основной для студента учебной деятельности, закономерно смещается на другие сферы жизни – в спорт, бизнес, общественную деятельность, хобби или в сферу интимных отношений. Но человек обязательно должен найти для себя область успешного самоутверждения, в противном случае ему грозит уход в болезнь, невротизация или уход в криминальную жизнь. Потребность в достижении часто входит в конфликт с потребностью в общении, и разрешение этого конфликта в пользу той или иной потребности приводит к личностным изменениям.

Заключение. Подводя итог обсуждению условий успешной воспитательной работы, следует напомнить общие положения о сущности воспитания как создании благоприятных условий для самовоспитания человека путем раскрытия перед ним поля возможных выборов и их последствий, при том что окончательное решение все же должен принимать сам воспитуемый. Важнейшим условием внимания студента к тому, что раскрывает перед ним преподаватель, выступает «принятие» студента преподавателем и признание за студентом права на любой выбор.

Список использованной литературы

1. Артемьева, С.М. Применение модульного подхода в проектировании образовательных программ высшего образования / С.М. Артемьева, Ю.Э. Белых, С.И. Романюк, Л.М. Хухлындина // Вышэйшая школа. – 2016. – № 5. – С. 9–13.

2. Макаров, А.В. Особенности проектирования универсальных компетенций в белорусских стандартах высшего образования поколения 3+ / А.В. Макаров // Вышэйшая школа. – 2016. – № 5. – С. 3–8.

УДК 378.146

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ДЛЯ ЦИФРОВОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

А.И. Попов[1], канд. пед. наук, доцент,
Т.А. Непарко[2], канд. техн. наук, доцент,
Е.И. Подашевская[2], преподаватель

[1]ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, Российская Федерация;
[2]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация: обеспечение качественной подготовки будущих специалистов требует постоянного совершенствования процесса обучения. Студенты должны научиться принимать взвешенные решения и анализировать производственные ситуации. Это в свою очередь, требует от преподавателя постоянного саморазвития.

Abstract: Ensuring quality training of future specialists requires continuous improvement of the learning process. Students must learn to make informed decisions and analyze production situations. This, in turn, requires constant self-development from a teacher.

Ключевые слова: процесс обучения, информатизация, принятие решений, экономико-математическое моделирование, качество подготовленности.

Key words: learning process, informatization, decision making, economic and mathematical modeling, quality of training.

Введение. В современных условиях обеспечение качественной подготовки специалистов сельского хозяйства требует существенных изменений. Если ранее мерилом качества служила сумма полученных знаний, то в быстро меняющемся мире скорость обновления информации требует усовершенствования процесса обучения.

Основная часть. Базовые знания остаются и будут оставаться важнейшей частью подготовки в сельскохозяйственном вузе, но необходимо так строить образовательный процесс, чтобы сосредоточиться на принципах действия и природе вещей.

Обязательной составляющей образовательного процесса является информатизация. Компьютер должен стать главным помощником в работе, освобождая от рутинных действий. Современный специалист не обязан проводить дифференцирование вручную – для этого существуют специальные программы, например Mathcad. Обязанность специалиста – понимать смысл производимого действия и иметь навыки работы с программами и основные принципы

их использования, чтобы при необходимости работать не только с вышеупомянутой программой Mathcad, но и с ее аналогами.

Следующим базовым принципом является обеспечение подготовки к принятию решений. Если мы хотим выпустить будущего качественного специалиста, значит, он в своей производственной деятельности будет развиваться, работая с людьми, обеспечивая производственный процесс, решая производственные задачи. При этом неважно, готовим ли мы механика, или специалиста технического сервиса, или переработчика, будет ли он работать в поле или будет связан с логистической деятельностью. Для того, чтобы спланировать порядок ремонта оборудования, закупки или распределение объемов работ, требуется выработать логический склад ума и способность анализировать ситуацию.

Для обеспечения требуемых качеств оптимально использовать целый комплекс действий. Следует, во-первых, при изучении любого предмета внедрять активные формы обучения, дискуссии, уделять внимание анализу ситуаций, использовать деловые игры. Во-вторых, следует вводить в учебный процесс предметы, ориентированные на развитие способности логически мыслить. Одним из таких предметов является экономико-математическое моделирование, причем нам нет нужды готовить специалиста. способного создать модель действующего сельскохозяйственного предприятия, эта задача была бы нереальной или дорогостоящей. Наша цель – обучить логике производственных связей, и экономико-математическое моделирование выступит в роли своеобразного тренажера.

И наконец, одним из краеугольных камней обеспечения качества подготовки специалиста является качество подготовленности его преподавателей, ведь для того чтобы стать лучшим, надо учиться у лучших. Современный преподаватель должен адаптироваться к быстро меняющемуся миру, развивать у студентов способность планировать и анализировать свои действия. При этом процесс усвоения знаний будет наиболее эффективным, если применять соответствующие предмету активные формы обучения.

Заключение. Обеспечение качественной подготовки специалиста требует постоянного поиска способов активизации образовательнного процесса, что в свою очередь требует от преподавателя постоянного развития.

Список использованной литературы

1. Молоткова Н.В. Педагогическое сопровождение творческого саморазвития студента в условиях цифровизации образования : учебное пособие / Н. В. Молоткова. А. И. Попов. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2019. – 80 с.

2. Подашевская Е.И., Попов А.И. Возможности применения экономико-математического моделирования при подготовке инженеров-технологов // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции : сборник статей V Международной научно-практической конференции (Минск, 25–26 марта 2021 года) / под общ. ред.: В.Я. Груданова. – Минск : БГАТУ, 2021. – 280 с.

3. Подашевская Е.И., Непарко Т.А. Принципы использования методов математического моделирования при подготовке специалистов технического сервиса / Состояние и инновации технического сервиса машин и оборудования: материалы XIII международной научно-технической конференции, посвященной 70-летию кафедры Надежности и ремонта машин ФГБОУ ВО Новосибирского ГАУ / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т. – Новосибирск, 2021. – 394 с. С.71–74.

Научное издание

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Сборник научных статей
Международной научно-практической конференции

(*Минск, 24–25 ноября 2022 года*)

Ответственный за выпуск *В. Б. Ловкис*
Компьютерная верстка *Ф. И. Назарова*
Дизайн обложки *Д. А. Пекарского*

Подписано в печать 23.11.2022. Формат $60\times84^{1}/_{16}$.
Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 38,36. Уч.-изд. л. 30,0. Тираж 70 экз. Заказ 828.

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, 220023, Минск.