

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

РЕСПУБЛИКАНСКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ  
«БЕЛАГРОСЕРВИС»

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ НОВОЙ ТЕХНИКИ, ТЕХНОЛОГИЙ, ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК**

*Материалы Международной научно-практической конференции,  
посвященной 60-летию Белорусского государственного аграрного  
технического университета  
и памяти первого ректора БИМСХ (БГАТУ),  
доктора технических наук, профессора  
В. П. СУСЛОВА*

*(Минск, 4-6 июня 2014 г.)*

В двух частях

Часть 2

Минск  
БГАТУ  
2014

**Современные** проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию Белорусского государственного аграрного технического университета и памяти первого ректора БИМСХ (БГАТУ), доктора технических наук, профессора В. П. Сулова (Минск, 4-6 июня 2014 г.). В 2 ч. Ч.2 / под общей ред. И. Н. Шило, Н. А. Лабушева. – Минск : БГАТУ, 2014. – 400 с. – ISBN 978-985-519-574-1 (ч.2).

Сборник содержит результаты теоретических и экспериментальных исследований, представленные учеными Беларуси, России, Украины, Казахстана, Молдовы, Польши и др. стран, по проблемам технического сервиса машин и оборудования, разработке и внедрению инновационных технологий производства сельскохозяйственной продукции, рационального использования машинно-тракторного парка и топливно-энергетических ресурсов, безопасности технологических процессов и производств, современных образовательных технологий подготовки инженерных кадров для АПК.

Под общей редакцией ректора БГАТУ, доктора технических наук, профессора *И. Н. Шило*, генерального директора РО «Белагросервис» *Н. А. Лабушева*

Редакционная коллегия:

*Миклуш В. П.*, канд. тех. н., проф. (научный редактор),  
*Тарасенко В. Е.*, канд. тех. н., доц.,  
*Акулович Л. М.*, д-р тех. н., проф.,  
*Сайганов А. С.*, д-р экон. н., проф.,  
*Мисун Л. В.*, д-р тех. н., проф.,  
*Основин В. Н.*, канд. тех. н., доц.

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор *В. Н. Дашков*,  
доктор технических наук, доцент *В. В. Азаренко*

Ответственность за достоверность публикуемых материалов  
несут их авторы.

---

# СОДЕРЖАНИЕ

---

## Секция 2

### ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АПК

- 1 ИННОВАЦИОННОЕ ОБНОВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ**  
*Г.Е. Мазнев<sup>1</sup>, профессор, Waldemar Izdebski<sup>2</sup>, Dr hab. inż., Jacek Skudlarski<sup>3</sup>, dr inż., Stanisław Zajac<sup>4</sup>, Dr inż., <sup>1</sup>Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко, Украина, <sup>2</sup>Варшавский Политехнический Университет, <sup>3</sup>Варшавский Университет Естественных Наук-SGGW, <sup>4</sup>Государственная высшая профессиональная школа, г. Кросно, Польша* 12
- 2 ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ БЕЗОТВАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ, ГЛУБОКОГО ЧИЗЕЛОВАНИЯ С ВНЕСЕНИЕМ ОСНОВНОЙ ДОЗЫ УДОБРЕНИЙ**  
*С.О. Нукешев<sup>1</sup>, д.т.н., член-корр. НАН РК, Н.Н. Романюк<sup>2</sup>, к.т.н., доцент, <sup>1</sup>Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, г. Астана, Казахстан, <sup>2</sup>БГАТУ, г. Минск, РБ* 16
- 3 МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЬНОВОРОХА НА СЕМЕНА**  
*В.А. Шарипов<sup>1</sup>, д.т.н., профессор, В.Е. Круглень<sup>2</sup>, к.т.н., доцент, А.С. Алексеев<sup>2</sup>, к.т.н., доцент, А.Н. Кудрявцев<sup>2</sup>, к.т.н., доцент, В.И. Коцуба<sup>2</sup>, к.т.н., доцент, <sup>1</sup>УО «Могилевский государственный университет продовольствия», г. Могилев, <sup>2</sup>УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, РБ* 24
- 4 ОРИГИНАЛЬНОЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ОРУДИЕ ДЛЯ РЫХЛЕНИЯ ПОЧВЫ**  
*И.Н. Шило, д.т.н., профессор, Н.Н. Романюк, к.т.н., доцент, В.А. Агейчик, к.т.н., доцент, БГАТУ, г. Минск, РБ* 29
- 5 РЕЖИМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРЕСС-ПОДБОРЩИКОВ И ПЛОТНОСТЬ РУЛОНОВ ЛЬНОТРЕСТЫ**  
*В.А. Шейченко<sup>1</sup>, д.т.н., ст.н.с., А.С. Лимонт<sup>2</sup>, к.т.н., ст.н.с., В.М. Климчук<sup>3</sup>, к.т.н., ст.н.с., <sup>1</sup>НААНУ пгт. Глеваха, <sup>2</sup>ЖНАУ, <sup>3</sup>ИСХП НААНУ, г. Житомир, Украина* 33
- 6 ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МАШИН ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНО-СУШИЛЬНОГО КОМПЛЕКСА**  
*А.В. Новиков<sup>1</sup>, к.т.н., доцент, Т.А. Непарко<sup>1</sup>, к.т.н., доцент, В.П. Чеботарев<sup>2</sup>, к.т.н., доцент, <sup>1</sup>БГАТУ, <sup>2</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, РБ* 41

- 7 **К ИССЛЕДОВАНИЮ ДВИЖЕНИЯ МНОГОЭЛЕМЕНТНЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПОСЕВНЫХ АГРЕГАТОВ**  
*Р.В. Антощенко, к.т.н., доцент, докторант, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко, г. Харьков, Украина* 46
- 8 **ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СПОСОБОВ МЕХАНИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЗЕРНО ПРИ ЕГО ИЗМЕЛЬЧЕНИИ**  
*А.В. Нанка, к.т.н., доцент, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко, г. Харьков, Украина* 52
- 9 **ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛАСТИЧНОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА ДЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ КОРОБОЧЕК ЛЬНА**  
*В.Е. Кругленя, к.т.н., доцент, М.В. Левкин, ассистент, В.А. Левчук, ассистент, БГСХА, г. Горки, РБ* 56
- 10 **О ВОЗМОЖНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОГО ТРАВМИРОВАНИЯ ЗЕРНА ПРИ ЦЕНТРОБЕЖНОМ РЕЖИМЕ РАЗГРУЗКИ НОРИИ**  
*А.В. Богомолов, д.т.н., профессор, В.А. Белостоцкий, к.т.н., доцент, Р.В. Ридный, к.т.н., доцент, И.М. Лукьянов, ст. преподаватель, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко, г. Харьков, Украина* 61
- 11 **ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ И ВНУТРЕННИХ ФАКТОРОВ НА ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПОЛЯ В РУЛОНАХ СЕНАЖА**  
*И.В. Кокунова, к.т.н., доцент, А.А. Жуков, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВПО «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия», г. Великие Луки, РФ* 66
- 12 **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ДВУХСТАДИЙНОГО УПЛОТНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ**  
*Д.А. Милько, к.т.н., доцент, Таврический государственный агротехнологический университет, г. Мелитополь, Украина* 70
- 13 **МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИНАМИКИ СОШНИКА**  
*В.И. Мельник, д.т.н., Р.В. Антощенко, к.т.н., Аль-Фтиххат Моусаб Абдулвахид Моххамед, аспирант, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко, г. Харьков, Украина* 75
- 14 **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ВАЛКА ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ**  
*В.И. Мельник, д.т.н., А.А. Романащенко, доцент, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко, г. Харьков, Украина* 81
- 15 **О ПОВЫШЕНИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МАШИН-УДОБРИТЕЛЕЙ**  
*В.А. Рычков, д.т.н., С.С. Васильев, инженер, ГНУ ВНИМС, г. Рязань, РФ* 86

- 16 **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОРУДИЯ ДЛЯ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ**  
*В.А. Агейчик, к.т.н., доцент, Н.Н. Романюк, к.т.н., доцент, К.В. Сашко, к.т.н., доцент, Б.М. Астрахан, к.т.н., доцент, П.В. Клавсуть, БГАТУ, г. Минск, РБ* 90
- 17 **К ВОПРОСУ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОВЯЛИВАНИЯ СКОШЕННЫХ ТРАВ В ПОЛЕ**  
*И.В. Кокунова, к.т.н., доцент, О.С. Титенкова, аспирант, ФГБОУ ВПО «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия» г. Великие Луки, РФ* 94
- 18 **ВЛИЯНИЕ РАБОТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН НА НАВЕСНЫЕ И ПОЛУНАВЕСНЫЕ АГРЕГАТЫ**  
*В.Г. Кушнир, д.т.н., профессор, Н.В. Щербаков, к.т.н., доцент, А.А. Галямова, Костанайский государственный университет им. А. Байтурынова, г. Костанай, Казахстан* 99
- 19 **ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ОТКАЗОВ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ ПРИ ПОТОЧНО-ГРУППОВОМ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИИ**  
*Ю.И. Томкунас, к.т.н., доцент, А.А. Гончарко, ст. преподаватель, Г.И. Кошля, ассистент, БГАТУ, г. Минск, РБ* 104
- 20 **ИДЕНТИФИКАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ АДАПТИВНОЙ САУ ДОЕНИЕМ КОРОВ**  
*О.Б. Забродина, к.т.н., доцент, А.А. Машлякевич, аспирант, Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО Донской государственной аграрный университет, г. Зерноград, РФ* 108
- 21 **РЕГУЛЯТОР ВАКУУМА ПОД СОСКОМ ДЛЯ АДАПТИВНОЙ САУ ДОЕНИЕМ КОРОВ**  
*А.А. Машлякевич, аспирант, Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО Донской государственной аграрный университет, г. Зерноград, РФ* 112
- 22 **ВЛИЯНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ВЫМЕНИ И ТЕХНОЛОГИИ СОДЕРЖАНИЯ КОРОВ НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ**  
*С.А. Костюкевич, к.с.-х.н., доцент, БГАТУ, г. Минск, РБ* 120
- 23 **ОСОБНОСТИ ИЗВЕСТКОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**  
*О.Ф. Смянович<sup>1</sup>, к.с.-х.н., В.Н. Босак<sup>2</sup>, д.с.-х.н., профессор, <sup>1</sup>РО «Белагросервис», <sup>2</sup>БГТУ, г. Минск, РБ* 124
- 24 **ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ МАЛОГАБАРИТНОЙ ПЛИТНО-ВАЛЯЛЬНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА УТЕПЛИТЕЛЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ**  
*С.И. Павленко., к.т.н., доцент, В.В. Лиходед, к.т.н., Э.Б. Алиев, к.т.н., В.В. Излев, аспирант, Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства» НААН, г. Киев, Украина* 124

- 25 **МАЛОГАБАРИТНАЯ ТРЕПАЛЬНАЯ МАШИНА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ОВЕЧЬЕЙ ШЕРСТИ**  
*В.В. Полюсов, аспирант, Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства» НААН, г. Киев, Украина* 129
- 26 **ТЕПЛОНАПРЯЖЕННОСТЬ ДИЗЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ**  
*В.Е. Тарасенко, к.т.н., доцент, БГАТУ, г. Минск, РБ* 132
- 27 **ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ОЗИМОГО ТРИТИКАЛЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВЫХ ПРОДУКТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ КАЛИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА**  
*Л.Г. Шейко, к.с.-х.н., доцент, А.Ф. Станкевич, инженер, БГАТУ, г. Минск, РБ* 139
- 28 **УМЕНЬШЕНИЕ ХОЛОСТЫХ ПРОБЕГОВ КОМБАЙНА ПРИ УБОРКЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР**  
*Ю.Т. Антонишин, к.т.н., доцент, В.А. Сокол, студент, БГАТУ, г. Минск, РБ* 143
- 29 **СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ НОРМАТИВНО ЧИСТОЙ ПРОДУКЦИИ ВЫСОКОБЕЛКОВЫХ КУЛЬТУР (НА ПРИМЕРЕ КУЛЬТУРЫ СОЯ) ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ИХ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ**  
*Г.З. Гуцева, к.с.-х.н., А.Н. Никитин, к.с.-х.н., Н.В. Телицына, ГНУ «Институт радиобиологии НАН Беларуси», г. Гомель, РУП «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, РБ* 149
- 30 **ВЫБОР КОНСТРУКЦИИ ВИНТОВОЙ МЕШАЛКИ МИКСЕРА ДЛЯ НАВОЗА**  
*И.И. Скорб, ст. преподаватель, И.М. Швед, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, РБ* 153
- 31 **РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ВОДОПОДГОТОВКА ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК**  
*А.М. Миронов, к.т.н., доцент, М.А. Игнатенко-Андреева, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, РБ* 156
- 32 **ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ АГРЕГАТАХ**  
*А.В. Козаченко, д.т.н., профессор, О.В. Блезнюк, к.т.н., доцент, А.Н. Шкрегаль, к.т.н., доцент, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко, Украина* 160
- 33 **ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНОСТИ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ ФИНИШНОЙ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**  
*Н.К. Толочко, д.ф.-м.н., профессор, К.Л. Сергеев, аспирант, БГАТУ, г. Минск, РБ* 165

- 34 **МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПСЕВДООЖИЖЕННОЙ ЗЕРНОВОЙ СМЕСИ ПО НАКЛОННОЙ ЧЕШУЙЧАТОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПНЕВМОСЕПАРИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ**  
*С.А. Харченко, к.т.н., доцент, Ю.П. Борщ, инженер, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко, Украина* 169
- 35 **РЕЗУЛЬТАТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ ПСЕВДООЖИЖЕННОЙ ЗЕРНОВОЙ СМЕСИ НА ПЛОСКОМ СТРУКТУРНОМ ВИБРОРЕШЕТЕ**  
*С.А. Харченко, к.т.н., доцент, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко, Украина* 177
- 36 **ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СДВОЕННЫХ КОЛЕС В АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКЕ**  
*А.И. Бобровник<sup>1</sup>, д.т.н., ст.н.с., Т.А. Варфоломеева<sup>2</sup>, ст. преподаватель, <sup>1</sup>БНТУ, <sup>2</sup>БГАТУ, г. Минск, РБ* 182
- 37 **ОБОСНОВАНИЕ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ МАШИНЫ ДЛЯ КАЛИБРОВКИ КАРТОФЕЛЯ**  
*А.С. Воробей, к.т.н., Д.И. Комлач, зав. лаб., РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, РБ* 186
- 38 **ВОЛНОВАЯ ПЕРЕДАЧА В МЕХАНИЗМЕ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ МОСТОВОГО КРАНА**  
*Н.Н. Романюк, к.т.н., доцент, К.В. Сашко, к.т.н., доцент, П.В. Клавсуть, К.Г. Масальский, БГАТУ, г. Минск, РБ* 192
- 39 **ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА**  
*(В.Б. Ловкис, к.т.н., доцент, Е.С. Апенкин, магистрант, БГАТУ, г. Минск, РБ* 195
- 40 **ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА**  
*А.В. Ленский<sup>1</sup>, к.э.н., Е.И. Михайловский<sup>2</sup>, к.э.н., доцент, <sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», БГАТУ, г. Минск, РБ* 200
- 41 **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОРОШКОВЫХ ФИЛЬТРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ РЫБ В УСТАНОВКАХ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ**  
*А.Ф. Ильющенко<sup>1</sup>, д.т.н., профессор, член-корр. НАН Б, В.В. Тимошин<sup>2</sup>, Р.А. Кусин<sup>3</sup>, к.т.н., И.Н. Черняк<sup>1</sup>, Д.И. Жегзорин<sup>1</sup>, <sup>1</sup>ГНУ «Институт порошковой металлургии», <sup>2</sup>ООО «Фирма «Ремона», <sup>3</sup>БГАТУ, г. Минск, РБ* 204
- 42 **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИГОЛЬЧАТОГО ДВИЖИТЕЛЯ НА ПОСЕВАХ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ**  
*Н.Д. Янцов., к.т.н., доцент, БГАТУ, г. Минск, РБ* 210
- 43 **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЙ ДОЕНИЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА**  
*В.И. Рублёв, д.т.н., профессор, Е.С. Девятко, аспирант, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев, Украина* 214

44	<p><b>СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ СЕЯЛОК</b>  <i>В.И. Рублёв, д.т.н., профессор, В.Г. Опалко, ст. преподаватель, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев, Украина</i></p>	220
45	<p><b>РЕШЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ПУТЕМ РАЗРАБОТКИ НОВОГО НАВЕСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ МОТОБЛОКОВ</b>  <i>А.И. Шакирин, к.т.н., доцент, БГАТУ, г. Минск, РБ</i></p>	224
46	<p><b>НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МАШИН ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ</b>  <i>А.В. Ключков<sup>1</sup>, д.т.н., профессор, П.М. Новицкий<sup>1</sup>, к.т.н., доцент, А.Е. Маркевич<sup>2</sup>, к.т.н., доцент, <sup>1</sup>БГСХА, <sup>2</sup>ООО «РЕМКОМ», г. Горки, РБ</i></p>	229
47	<p><b>ОРГАНИЗАЦИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМБАЙНОВ И ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА УБОРКЕ ЗЕРНОВЫХ</b>  <i>В.Д. Лабодаев, к.т.н., доцент, Д.И. Криваль, магистрант, БГАТУ, г. Минск, РБ</i></p>	239
48	<p><b>ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ КОНСЕРВАНТОВ В ПНЕВМОКОРМОВОЙ ПОТОК НА КОРМОУБОРОЧНОМ КОМБАЙНЕ</b>  <i>Ю.М. Урамовский, к.т.н., П.В. Авраменко, к.т.н., В.Л. Лазарчик, студент, БГАТУ, г. Минск, РБ</i></p>	244
49	<p><b>ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ</b>  <i>В.Г. Кушнир, д.т.н., профессор, Н.В. Гаврилов, к.т.н., доцент, Н.К. Молдабек, Костанайский государственный университет им. А. Байтурсынова, г. Костанай, Казахстан</i></p>	247
50	<p><b>СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ НА ПАХОТУ</b>  <i>О.И. Мисуно, к.т.н., доцент, С.А. Легенький, инженер, А.И. Оскирко, инженер, БГАТУ, г. Минск, РБ</i></p>	252
51	<p><b>ОСОБЕННОСТИ ТЕНЗОМЕТРИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ</b>  <i>Д.Н. Колоско, к.т.н., доцент, А.С. Яцкив, студент, БГАТУ, г. Минск, РБ</i></p>	257
52	<p><b>АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ГУМИНОВЫХ УДОБРЕНИЙ</b>  <i>К.Н. Сорокин, проректор Российской Академии кадрового обеспечения АПК, г. Москва, РФ</i></p>	261
53	<p><b>ПОЛУЧЕНИЕ КОРМОВОГО БЕЛКА ПУТЕМ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ ДРОЖЖЕВЫМИ КУЛЬТУРАМИ</b>  <i>А.Ф. Ильющенко<sup>1</sup>, д.т.н., профессор, член-корр. НАНБ, Н.Н. Якимович<sup>2</sup>, к.т.н., И.В. Якимович<sup>2</sup>, Р.А. Кусин<sup>3</sup>, к.т.н., И.Н. Черняк<sup>1</sup>, Д.И. Жегздоринь<sup>1</sup>, К.М. Кудравец<sup>3</sup>, <sup>1</sup>ГНУ «Институт порошковой металлургии», <sup>2</sup>ГНУ «Институт физико-органической химии НАН Беларуси», <sup>3</sup>БГАТУ, г. Минск, РБ</i></p>	269

- 54 **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРЕБУЕМОГО КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОБОРОТНЫХ ПЛУГОВ С КАТКОВЫМИ ПРИСТАВКАМИ**  
*И.С. Крук, к.т.н., доцент, Ф.И. Назаров, аспирант, БГАТУ, г. Минск, РБ* 273
- 55 **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМЕ РЕЦИРКУЛЯЦИИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ**  
*Н.А. Поздняков<sup>1</sup>, зав. сектором, Т.А. Варфоломеева<sup>2</sup>, ст. преподаватель, <sup>1</sup>ОИМ НАН Беларуси, <sup>2</sup>БГАТУ, г. Минск РБ* 277
- 56 **ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА РАБОТЫ УСТРОЙСТВА ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ИНКРУСТИРУЮЩЕГО РАСТВОРА НА СЕМЕННОЙ МАТЕРИАЛ**  
*Н.Н. Романюк<sup>1</sup>, к.т.н., доцент, Б.М. Астрахан<sup>1</sup>, к.т.н., доцент, Т.М. Шмат<sup>2</sup>, ассистент, <sup>1</sup>БГАТУ, г. Минск, <sup>2</sup>УО «Мозырский государственный педагогический университет им. И.П. Шамякина», г. Мозырь, РБ* 283
- 57 **МАКРОГРЕБНИСТОСТЬ ПАХОТЫ: ПРИЧИНЫ, ПОСЛЕДСТВИЯ, ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ**  
*Я.У. Яроцкий<sup>1</sup>, к.т.н., директор, Б.В. Гейштовт<sup>2</sup>, инженер, директор, И.И. Могильницкий<sup>2</sup>, гл. конструктор, В.А. Маркушин<sup>3</sup>, инженер, директор, Г.В. Фалько<sup>4</sup>, инженер, директор, А.М. Лапатенков<sup>5</sup>, инженер, председатель, М.П. Придыбайло<sup>6</sup>, гл. инженер, Д.В. Ковалев<sup>7</sup>, зам. директора, <sup>1</sup>Центр повышения квалификации руководящих работников и специалистов комитета по сельскому хозяйству и продовольствию Могилевского облисполкома, г. Могилев, <sup>2</sup>Минойтовский ремонтный завод, <sup>3</sup>ООО «Агролайнклуб», <sup>4</sup>ОАО «Маяк Высокое», <sup>5</sup>СПК «Колхоз «Родина», <sup>6</sup>ОАО «1-я Минская птицефабрика», <sup>7</sup>УП «Автобис», РБ* 289

#### Секция 4

### **ИННОВАЦИОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ ДЛЯ АПК**

- 1 **ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ В ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ ДЛЯ АГРОТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК**  
*Н.Н. Романюк<sup>1</sup>, к.т.н., доцент, В.П. Миклуш<sup>1</sup>, к.т.н., профессор, Н.А. Лабушев<sup>2</sup>, генеральный директор, <sup>1</sup>БГАТУ, <sup>2</sup>«БЕЛАГРОСЕРВИС», г. Минск, РБ* 305
- 2 **СРЕДОВЫЙ ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ МНОГОСТОРОННЕЙ КОММУНИКАЦИИ В ПРОЦЕССЕ ИНОЯЗЫЧНОЙ ПОДГОТОВКИ АГРОИНЖЕНЕРА**  
*Л.В. Захарьева, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, РБ* 312
- 3 **ИНОЯЗЫЧНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ КОММУНИКАЦИЯ СТУДЕНТОВ АГРОТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА**  
*Л.И. Копань, к.филол.н., доцент, БГАТУ, г. Минск, РБ* 317

4	<b>ИНТЕРАКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫМ ЯЗЫКАМ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ</b> <i>С.В. Мисюк, преподаватель, БГАТУ, г. Минск, РБ</i>	320
5	<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ МУЛЬТИМЕДИА ПРИ ЧТЕНИИ ЛЕКЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ»</b> <i>Д.Н. Колоско, к.т.н., доцент, БГАТУ, г. Минск, РБ</i>	323
6	<b>ІНТЭРАКТЫЎНЫЯ МЕТАДЫ І ПРЫЁМЫ ПРАЦЫ ВЫКЛАДЧЫКА БЕЛАРУСКАЙ МОВЫ Ў ТЭХНІЧНАЙ УВА</b> <i>А.А. Смолянко, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, РБ</i>	328
7	<b>ОБ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСАХ В ПРЕПОДАВАНИИ РУССКОГО ЯЗЫКА КАК ИНОСТРАННОГО</b> <i>Т.И. Гринцевич, к.филол.н., доцент, БГАТУ, г. Минск, РБ</i>	330
8	<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ РКИ СТУДЕНТАМ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ</b> <i>Е.Б. Гурнович, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, РБ</i>	334
9	<b>НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРЕПОДАВАНИИ РУССКОГО ЯЗЫКА КАК ИНОСТРАННОГО</b> <i>Л.А. Костоюшкина, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, РБ</i>	337
10	<b>АКТИВНЫЕ ФОРМЫ И МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ В УВО</b> <i>И.С. Фокина, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, РБ</i>	341
11	<b>ГОТОВНОСТЬ СТУДЕНТОВ АГРОТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА К ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАК ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА</b> <i>Л.Г. Васильева, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, РБ</i>	343
12	<b>КОМПЬЮТЕРНОЕ 3D – МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК СРЕДСТВО САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРА</b> <i>С.А. Арнаут, к.т.н., доцент, О.В. Мулярова, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, РБ</i>	348
13	<b>ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ МАЛОГАБАРИТНЫХ АГРЕГАТОВ</b> <i>А.Г. Вабищевич, к.т.н., доцент, Н.Н. Стасюкевич, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, РБ</i>	352
14	<b>УПРАВЛЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТОЙ СТУДЕНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ОБЩЕИНЖЕНЕРНЫХ ДИСЦИПЛИН</b> <i>О.И. Мисуно, к.т.н., доцент, БГАТУ, г. Минск, РБ</i>	356
15	<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ И МОДУЛЬНОГО ПОДХОДА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ</b> <i>Н.В. Рутковская, ассистент, И.Г. Рутковский, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, РБ</i>	360
16	<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНЖЕНЕРОВ ДЛЯ АПК (Л.Д. Белехова, к.т.н., доцент, В.М. Раубо, к.э.н., доцент, А.А. Грук, студент, БГАТУ, г. Минск, РБ</b>	363

- 17 **К ПРОБЛЕМЕ ФОРМИРОВАНИЯ ЭСТЕТИЧЕСКОГО ВКУСА АГРОИНЖЕНЕРА НА КАФЕДРЕ «ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА И САПР»**  
*А.Н. Кудинович<sup>1</sup>, ассистент, Л.С. Шабека<sup>2</sup>, д.п.н., профессор, <sup>1</sup>БГАТУ, <sup>2</sup>БНТУ, г. Минск, РБ* 367
- 18 **ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНОГО АНАЛИЗА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**  
*А.Г. Вабищевич, к.т.н., доцент, Н.Н. Стасюкевич<sup>1</sup>, ст. преподаватель, А.В. Гуд, ассистент, А.Н. Стасюкевич, студент, БГАТУ, г. Минск, РБ* 372
- 19 **ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ ИНЖЕНЕРОВ ТЕХНОЛОГОВ**  
*Ю.И. Овсиенко, к.п.н., доцент, Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина* 377
- 20 **ИНТЕГРАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕСС ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ АПК**  
*А.В. Иванов<sup>1</sup>, ассистент, А.Н. Тузиков<sup>2</sup>, зам. начальника ТО, <sup>1</sup>БГАТУ, <sup>2</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» ГП «Экспериментальный завод» г. Минск, РБ* 382
- 21 **МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА КАК СРЕДСТВА АКТИВИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ**  
*Е.С. Якубовская, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, РБ* 386
- 22 **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДЫ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МАТЛАВ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ ДЛЯ АПК**  
*Н.М. Матвейчук<sup>1</sup>, к.ф.-м.н., доцент, Е.Е. Мякинник<sup>1</sup>, ст. преподаватель, <sup>1</sup>БГАТУ, г. Минск, РБ* 390
- 23 **ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ТЕМЫ «ЦЕПНЫЕ ПЕРЕДАЧИ» КУРСА «ДЕТАЛИ МАШИН»**  
*К.В. Сашко, к.т.н., доцент, Н.Н. Романюк, к.т.н., доцент, П.В. Клавсуть, ст. препод., А.Н. Демиденко, БГАТУ, г. Минск, РБ* 395

## **СЕКЦИЯ 2 ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АПК**

---

УДК 631.1.016

### **ИННОВАЦИОННОЕ ОБНОВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ**

**Г.Е. Мазнев<sup>1</sup>, профессор, Waldemar Izdebski<sup>2</sup>, Dr hab. Inż,  
Jacek Skudlarski<sup>3</sup>, dr inż, Stanisław Zając<sup>4</sup>, Dr inż**

*<sup>1</sup>«Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко», Украина, <sup>2</sup>«Варшавский Политехнический Университет», <sup>3</sup>«Варшавский Университет Естественных Наук-SGGW», <sup>4</sup>«Государственная высшая профессиональная школа в г. Кросно», Польша*

*Проанализированы мировые тенденции развития техники и технологий для села. Освещены сущность инновационных технологий и особенности их применения в сельскохозяйственном производстве. Приведен опыт использования и преимущества по сравнению с традиционными технологиями. Определены основные условия успешного внедрения инновационных технологий в производство.*

#### **Введение**

Технологии выращивания сельскохозяйственных культур определяют эффективность аграрного производства, конкурентоспособность его продукции. Важнейшей составляющей технологий являются машины и оборудование. От уровня обеспеченности машинами, их эксплуатационных характеристик, соответствия экологическим требованиям зависит своевременность и качество выполнения технологических операций, урожайность и качество полученной продукции.

Формированию технического потенциала агропроизводства, эффективности использования техники, внедрению современных ресурсосберегающих технологий и определению эффективности последних много внимания уделяют известные украинские ученые: Билоусько Я.К., Бурилко А.В., Галушко В.П., Головки А.М., Денисенко П.А., Иванишин В.В., Лобас М.Г., Лузан Ю.Я., Пидлисецкий Г.М., Питулько В.А., Товстопят В.Л., Шибанін В.С., а также польские: Kowalski S., Michałek R., Wójcicki Z., Szeptycki A., Roszkowski A., Ziętra W., Sobierajewska J. и др.

Однако тенденции и механизм инновационного технико-технологического обновления сельского хозяйства требует дальнейших исследований.

Целью статьи является изучение тенденций и условий формирования технического потенциала агропредприятий и разработка предложений по инновационному обновлению технологий производства сельскохозяйственной продукции.

### **Основная часть**

За годы экономических преобразований в аграрном секторе Украины произошло катастрофическое уменьшение количества тракторов и сельскохозяйственных машин. Тракторный парк сравнительно с дореформенным периодом уменьшился в 3,3 раза. Объемы закупок сельскохозяйственной техники в 2012 году по сравнению с 1990 годом уменьшились: по тракторам в 10 раз, по зерноуборочным комбайнам - в 6, кормоуборочным комбайнам - в 50 раз.

Обеспеченность агрохозяйств основными сельскохозяйственными машинами не достигает и половины технологической необходимости. Следует подчеркнуть, что коэффициент технической готовности техники в агропредприятиях Украины не превышает 0,6-0,7 [6], то есть каждая третья машина не работоспособна.

Сельское хозяйство Польши не имеет таких проблем, как сельское хозяйство Украины. В течение 10 лет количество тракторов и сельскохозяйственных машин в стране в основном увеличилось. Только уменьшилось на 14 % количество свеклоуборочных комбайнов и на 2 % - картофелеуборочных. Хотя в большей степени польские земледельцы располагают прстарелой техникой и старыми технологиями производства. Многие польские ученые считают, что надо принимать разные меры для повышения эффективности производства.

Опыт стран с развитой рыночной экономикой свидетельствует, что наука, наукоемкие технологии, активная инновационная деятельность является движущей силой развития производства во всех отраслях хозяйства. Так, в Соединенных Штатах Америки в течение последних десятилетий около двух третей сельскохозяйственной продукции получали благодаря инновациям. В развитых странах около 85 % валового внутреннего продукта (ВВП) приобретает за счет новых знаний, которые трансформированы в наукоемкие технологии [14]; интенсивно формируется экономика, основанная на знаниях. По данным Всемирного банка, национальное богатство развитых государств только на 5 % составляют природные ресурсы, на 18 % - материальный производственный капитал, а 77 % занимают знания и умение их рационально использовать [12].

Развитые страны формируют новую технологическую базу, основанную на использовании новейших достижений в области биотехнологий, генной инженерии, нанотехнологий, геоинформационных технологий и т.д. По выводам специалистов, традиционные технологии производства исчерпали

возможности как экстенсивного, так и интенсивного развития [3, 14].

Учитывая мировой прогресс в интенсификации и экологизации технологических процессов аграрного производства, игнорирование современных наукоемких технологий производства сельскохозяйственной продукции обуславливает фатальное отставание Украины и Польши от мировых товаропроизводителей, которые еще в последней трети прошлого века стали на инновационный путь развития.

Единственным путем обеспечения конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции, повышения эффективности производства и обеспечения экономического роста является технико-технологическое перевооружение агропроизводства и освоение наукоемких ресурсосберегающих технологий точного земледелия [3, 4, 5, 10, 14].

Технологии точного земледелия позволяют:

- осуществлять мониторинг урожайности дифференцированно по отдельным участкам поля;
- выполнять работы круглосуточно [9];
- создавать в программе геоинформационной системы электронные карты сельскохозяйственных угодий, которые используются для анализа почв [13];
- дифференцировать внесение удобрений в системе *off-line* в зависимости от обеспеченности почвы питательными веществами [6];
- дифференцировать внесение удобрений в системе *on-line* в зависимости от потребностей растений в настоящее время [6].

Опыт применения и распространения технологий точного земледелия в зарубежных странах, а также ряд публикаций [10, 11, 15], подтверждают высокую экономическую и экологическую эффективность.

Технологии точного земледелия (*precision farming*) уже активно используются в Польше. GPS-технику широко используют большие хозяйства и фирмы, предлагающие услуги механизации [1, 2].

В Украине вследствие ряда объективных и субъективных причин использования технологий точного земледелия носит пока экспериментальный характер. Применение современных инновационных наукоемких, в том числе геоинформационных технологий требует значительных финансовых вложений. Так, расходы на научные исследования и разработки в США оцениваются в 250 млрд. долларов, что составляет 2,9 % ВВП страны, в Японии – 94 млрд. долл. и 3 % соответственно, в Германии - 46 млрд. долл. и 2,35 %, в Швеции расходы на науку составили 7,6 млрд. долл. что составляло 4 % от ВВП.

Как считают специалисты, при наукоемкости ВВП менее 1 % в год в течение пяти-семи лет начинается разрушение научно-технического потенциала страны [14].

### Заключение

Подытоживая изложенное, можно сформулировать следующие выводы:

- техника и технологии в ведущих странах мира бурно развиваются и открывают широкие возможности внедрения систем точного земледелия и точного сельского хозяйства, повышая, тем самым, эффективность производства и конкурентоспособности продукции;

- для того, чтобы не оказаться на краю научно-технического прогресса, необходимо переориентировать государственную политику на использование научных знаний как главного ресурса экономического роста, внедрить систему мероприятий по восстановлению и развитию научно-технологического потенциала, используя как прямое государственное финансирование, так и механизмы стимулирования инновационных процессов.

### Литература

1. Areshko D.M., Izdebski W., Sajganov A.S., Skudlarski J., Zając S., 2013: Application of modern satellite technology in management of work of machinery park and quality of production in agricultural farms. *Doklady Międzynarodnej naučno-praktycznej konferencji „Prerobotka i upravljenie kachestvom selkhozjastvennoj produkciji”* Białoruski Uniwersytet Techniczny-Rolniczy, Minsk, Białoruś, 21-22 marca 2013, sekcja4 str. 303-305.

2. Areshko D.M., Izdebski W., Sajganov A.S., Skudlarski J., Zając S., 2013: Rola „Smart Farming” w innowacyjnym rozwoju gospodarstw rolnych w Polsce. *Perspektywy innowacyjnego rozwoju Republiki Belarus. IV Międzynarodkowa naučno-praktyczna konferencja*, Brest, Białoruś, 25-26 kwietnia 2013, *Sbornik naučných statíej, Razdiel 2 inniovacijnaja dejatielnost predpriatij*, 105-107.

3. Michałek R. 1997. Inżynieria rolnicza w procesie transformacji polskiego rolnictwa do Unii Europejskiej. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 1 (1). s. 13-20.

4. Roszkowski A. 2013. Innowacyjność w technologiach i technice rolniczej. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 3 (145). s. 317-327.

5. Szeptycki A., Wójcicki Z. 2004. Kształtowanie przyszłościowego modelu techniki rolniczej. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 1 (56). s. 159-168.

6. Білоусько Я.К. Сільськогосподарське машинобудування: бути чи не бути? /Я.К. Білоусько, В.Л. Товстопят. – К.: ННЦ ІАЕ, 2010. – 160 с.

7. Дифференцированное внесение удобрений и средств защиты растений [Электронный ресурс]. – Режим доступа. – // <http://egps.ru/tech.2010>.

8. Орлова Л.В. Инновационные технологии в земледелии: опыт применения, оценка эффективности / А.В. Орлова, Ф.К. Шакиров, С.А. Первицкий // *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. – 2009. - № 1. – С. 19 – 21.

9. Параллельное и автоматическое вождение [Электронный ресурс]. –

Режим доступа. – // <http://egps.ru/tech.2010>.

10. Россоха В.В. Технологічний чинник у розвитку сільськогосподарського виробництва / В. В. Россоха // Вісник аграрної науки. – 2009. - № 3. – С. 66 – 70.

11. Рунов Б. Новейшие технологии (точное земледелие) – основа развития выгодного сельского хозяйства / Б. Рунов, Н. Пильникова // Экономика сельского хозяйства России. – 2010. - № 2. – С. 25 – 34.

12. Савин М.С. Инновационное развитие: состояние и проблемы стимулирования / М.С. Савин // Национальные приоритеты развития России: образование, наука инновации: сб. тезисов VIII Московского Международного салона инноваций и инвестиций. – М.: НИИ РИНКЦЭ, 2008. – С. 6 – 11.

13. Составление карт полей, исследование почвы [Электронный ресурс]. – Режим доступа. – // <http://egps.ru/tech.2010>.

14. Федоренко В.Ф. Инновационная деятельность в АПК: состояние, проблемы, перспективы / В.Ф. Федоренко, Д.С. Буклагин, Э.Л. Аронов. – М.: Росинформагротех, 2010. – 280 с.

15. Экономика систем навигации для сельскохозяйственной техники [Электронный ресурс]. – Режим доступа. – // <http://informagro.ru/>, 2010.

### **Abstract**

*In this article were analyzed the global tendencies of the development of machinery and technologies for the village. The essence of innovative geoinformation technologies and their using in the agricultural manufacture were lit here too. The author introduced the experience of using these technologies and their advantages in comparison with traditional ones and defined the basic conditions for successful implementation of innovative technologies of the agricultural manufacture.*

## **ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ БЕЗОТВАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ, ГЛУБОКОГО ЧИЗЕЛОВАНИЯ С ВНЕСЕНИЕМ ОСНОВНОЙ ДОЗЫ УДОБРЕНИЙ**

**С.О. Нукешев<sup>1</sup>, д.т.н., член-корреспондент НАН Республики Казахстан, Н.Н. Романюк<sup>2</sup>, к.т.н., доцент**

*<sup>1</sup>Казахский агротехнический университет им.С.Сейфуллина, г. Астана, Казахстан, <sup>2</sup> УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

Меры господдержки отрасли, приемлемый правовой климат и благоприятные климатические условия позволили Казахстану нарастить объем со-

бранного зерна. Так, за период с 2008 по 2012 год объем производства зерна в среднем составил 17,7 млн. тонн, что на 2,2 млн. тонн, или 14%, выше по сравнению с предыдущим пятилетием (2003-2007). По экспорту муки, начиная с 2007 года, Казахстан занимает лидирующее место в мире, а по зерну – входит в число 10 ведущих мировых экспортеров пшеницы [1].

Таким образом, зерно в Казахстане является стратегическим экспортным сырьем, которое производится за счет возобновляемых природных ресурсов и играет существенную роль в обеспечении продовольственной безопасности многих стран мира.

Почвенно-климатические условия зерновых регионов Казахстана таковы, что возделывать зерновые допустимо только по почвозащитным технологиям, в основе которых лежат принципы обработки почв без оборота пласта и максимально возможного накопления влаги в почве и ее рационального использования. Такие технологии разработаны для тяжелых и легких по механическому составу почв Северного Казахстана и легких по механическому составу почв Южного Казахстана и применялись до 1990 г на площади почти 22 млн. га, что позволило сохранить почву от ветровой и водной эрозии и получать качественное и конкурентоспособное на рынке зерно [2].

В настоящее время по ряду объективных и субъективных причин эти технологии не соблюдаются, что ведет к уплотнению почвы и снижению объема производства зерна, ухудшению его качества. К тому же в республике активно пропагандируются нулевая и минимальная технологии возделывания зерновых, где отсутствует операция безотвальной обработки почвы. Исключение предпосевной, зяблевой, паровой обработки почвы при нулевой технологии является причиной уплотнения во многих полях Казахстана. Известно, что увеличение плотности почвы по сравнению с оптимальным на 0,1...0,3 г/см<sup>3</sup> приводит к снижению урожайности на 20..40% [2]. Необходимо также отметить, что при нулевой и минимальной технологиях остро стоит проблема внесения основной дозы минеральных удобрений.

Для решения проблемы питания растений при нулевой и минимальной технологиях обработки почв предлагается один раз в 4-5 лет внести основную дозу минеральных удобрений на глубину 6-35 см наклонной лентой.

Для решения проблем уплотнения почв и основного питания в совокупности предлагается глубокая обработка почвы чизельными рабочими органами с одновременным ярусным внесением минеральных удобрений [3, 4, 5]. Глубина обработки чизелями обычно составляет 35-40 см, возможна и большая глубина, 60 см.

Как известно, корни растений располагаются не только на толщине пахотного горизонта, но и проникают в более глубокие слои за влагой. Так в засушливые годы корни яровой пшеницы были обнаружены на глубине до

1,5 м, а озимой ржи – даже до 2,5м [6, 7]. Из вышеизложенного следует, что минеральные удобрения необходимо располагать равномерно по всей толщине пахотного слоя прослойками, чтобы не перекрывать проход корнев в более глубокие слои почвы за влагой.

**Выбор рациональной конструктивной схемы рабочих органов для внутрипочвенного внесения минеральных удобрений.** Из анализа способов внесения минеральных удобрений известно, что лучшие по равномерности и эффективности получены при локальных способах, когда удобрения вносятся внутрипочвенно сеялками и культиваторами-удобрителями. Желательным способом является такой, при котором гранулы удобрений распределяются по всей толщине пахотного слоя почвы и обеспечивают растения питательными элементами весь период вегетации.

Согласно выдвинутой *рабочей гипотезе для получения равномерного ленточного распределения удобрений необходимо воздействие, стабилизирующее закон распределения минеральных удобрений на выходе из стойки рабочего органа и в его подлаповом пространстве.*

Стабилизация закона распределения гранул минеральных удобрений в поперечном сечении стойки рабочего органа возможно при сообщении гранулам удобрений вращательного движения. Попадание гранул удобрений на конус-рассеиватель с начальными скоростями позволит им равномерное распределение в подлаповом пространстве рабочего органа на всю ширину.

Для реализации выдвинутой гипотезы разработана новая конструкция рабочего органа для внутрипочвенного внесения удобрений (рис. 1), состоящий из стойки–тукопровода 1, к которому прикреплена стрельчатая лапа 2.

Внутри стойки-тукопровода размещен винтовой завихритель 3, в основание которого укреплен конус-рассеиватель 4, размещенный в подлаповом пространстве стрельчатой лапы в зоне свободной от почвы. Верхняя часть завихрителя укреплена в диаметрально расположенной шине 6 [8].

Устройство работает следующим образом. Поток удобрений за счет гравитационных сил поступает в стойку-тукопровод 1, где попадает на спирали завихрителя 3, получает вращательное движение и направляется на конус-рассеиватель 4, который размещен так, что обеспечивает равномерное распределение удобрений в обработанный слой почвы в зоне свободной от почвы и растительных остатков на глубине, большей глубины последующей заделки семян высеваемых культур или при обработке почвы в период парования [9].

Рабочий орган разработан на базе стойки сошника предпосевного культиватора ОП-8. Опыты показали, что удобрения, попадающие на конус-рассеиватель с определенной начальной скоростью, падают на дно борозды в виде постоянно вращающегося кольца, создающего экранный посев по ширине захвата сошника.

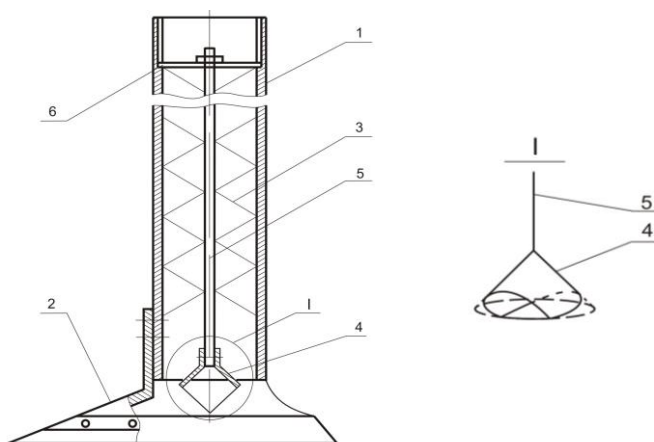


Рисунок 1 – Сошник для ленточного внесения удобрений

Дальность полета частицы удобрений в подлаповом пространстве сошника определяется зависимостью:

$$x_{\max} = l_2 = (v \sin 2\beta_1) t_1.$$

Анализ полученной зависимости показывает, что дальность полета частицы удобрений в подлаповом пространстве сошника имеет параболическую зависимость от угла между образующим и основанием конуса  $\beta_1$ . Максимальные значения дальности полета частицы удобрения достигают при значении угла  $\beta_1 = 40 \dots 50^\circ$ . Это объясняется тем, что при этих значениях угла  $\beta_1$  направление вектора скорости максимально приближается к образующей конуса.

Нами также разработан чизель-удобритель, позволяющий осуществить ярусное внесение минеральных удобрений на всю глубину рыхления (6-35 см). Рабочими органами удобрения являются экспериментальные наклонные стойки, которые обеспечивают высокое качество обработки, особенно переуплотненных и пересохших почв, рисунок 2.

В процессе работы рабочие органы приподнимают и смещают пласт, разбивают и крошат уплотненные участки почвы. Конструкция рабочего органа позволяет получать минимальные развалы борозды.

Для проверки качества распределения минеральных удобрений по отсекам распределителя рабочего органа чизеля-удобрителя был разработан лабораторный стенд, позволяющий подавать различные нормы удобрений на тукопровод распределителя.

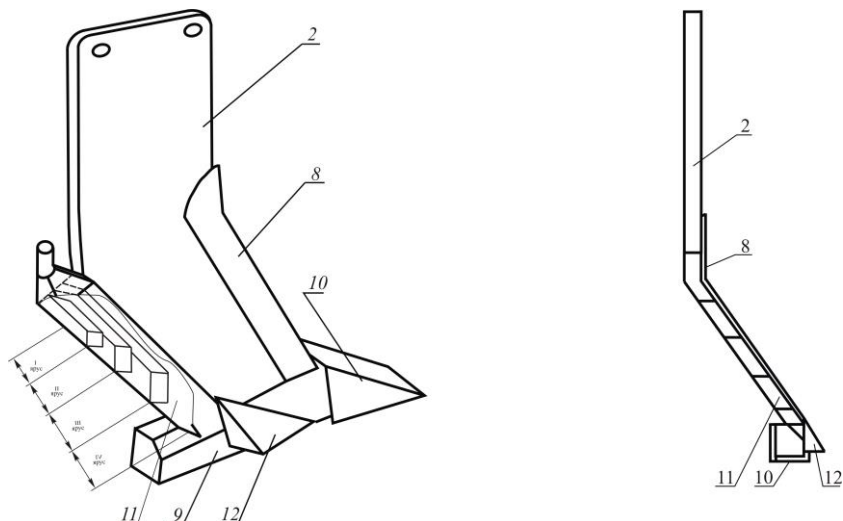


Рисунок 2 – Рабочий орган экспериментального чизельного удобрителя

Анализ результатов показывает, что неравномерность распределения удобрений по отсекам при пределах изменения доз от 50 до 450 кг/га варьирует в пределах от 7,8 % при внесении гранулированного суперфосфата (кривая 1) до 22,7% при внесении порошковидного суперфосфата (кривая 2), рисунок 3. Причем на больших дозах внесения 200-450 кг/га и гранулированных и порошковидных удобрений резко снижается неравномерность высева и варьирует в пределах 8-10%. Это объясняется тем, что при заполнении прямоугольного тукопровода масса удобрений приобретает упорядоченное, равномерно-симметричное движение за счет продольных отсеков, делятся на четыре потока и направляются к окнам, являющимися продолжениями этих отсеков и равномерно распределяются по щелям распределителя. В случае с тукопроводом круглого сечения частицы удобрений скапливаются в нижней части за счет значительного влияния сил тяжести и вогнутой поверхности, а в прямоугольном тукопроводе вертикальные стенки распределителя не оказывают влияния на распределение гранул удобрений по сечению.

Так как отсутствуют агротехнические требования к ярусному распределению удобрений внутри почвы, за основу определения качественных показателей распределения удобрений внутри почвы приняты результаты приемочных испытаний аналогичных орудий (у рыхлителя-удобрителя РУН-4 неравномерность распределения удобрений по высоте щелей составляет 48,3% при заданной 50% по ТУ). Анализ сравнения показателей

свидетельствует о достаточно хороших показателях качества работы чизеля-удобрителя.

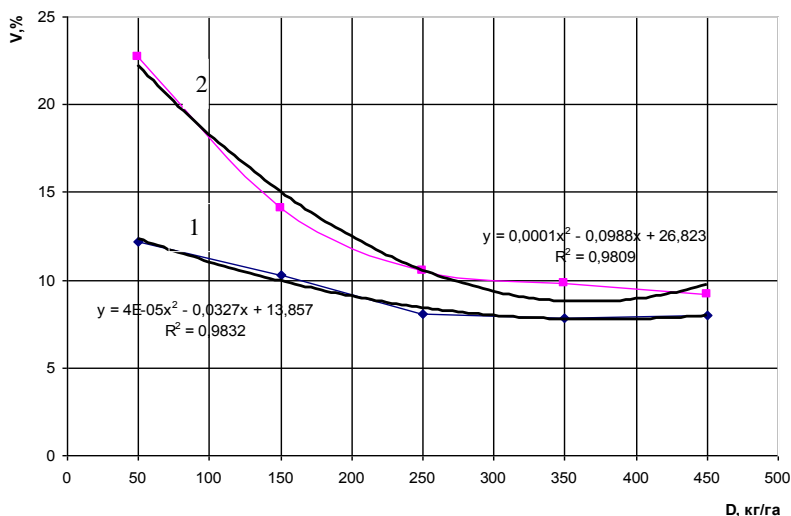


Рисунок 3 – Зависимости неравномерности высева между щелями распределителя от дозы внесения

Для более точной оценки тяговых характеристик опытного рабочего органа чизеля-удобрителя и проверки теоретических расчетных показателей на почвенном канале проведены лабораторные опыты.

Анализ показывает, что установленный распределитель минеральных удобрений не значительно (6,4 %) повышает тяговое усилие. Это объясняется тем, что при установлении распределителя увеличивается длина боковой грани клина  $l_{\sigma}$ , а ширина распределителя не больше ширины стойки чизельного рабочего органа.

Теоретические были рассчитаны сопротивления рабочего органа чизельного удобрения – рыхлителя-распределителя для глубины хода 50 см, которые варьируют в пределах 42,45-180,15 кг в зависимости от угла резания и скорости движения агрегата. Динамограмма показала 95,77 кг при скорости движения 2 м/с. Сравнение показывает, что теоретические расчеты хорошо согласуются с экспериментальными.

**Результаты производственной проверки технологии ярусного основного внесения удобрений чизелем-удобрителем.** Реализация технологии внутрпочвенного ярусного внесения наклонной лентой основной

дозы минеральных удобрений на паровом поле осуществлена на основе спроектированного и изготовленного опытного образца чизель-удобрителя, прицепляемого к бункеру посевного комплекса. Основным рабочим органом является экспериментальный наклонный чизельный рабочий орган. Производственные проверки машины осуществлены на полях Акмолинской и Костанайской областей на обработке пара с одновременным внутривспашечным внесением минеральных удобрений, рисунок 4.

В качестве сравниваемой машины принят рыхлитель-удобритель РУН-4 «Минерал», предназначенный для основной обработки чистых паров и зяби с одновременным внутривспашечным внесением основной дозы минеральных удобрений на глубину 20...22 см.



Рисунок 4 - Экспериментальный чизель-удобритель

Лабораторно-полевые испытания проведены на двух режимах – при скорости движения 5,82 и 8,77 км/ч. На опытных участках слой почвы (до 35 см) сухой, в среднем горизонте (5...15 см) его влажность не более 18,76 %, что несколько ниже, чем оптимальная по АТТ.

В отмеченных условиях чизель-удобритель обеспечивает обработку почвы на глубину 32...35 см и внесение удобрений с шириной наклонной ленты 25...29 см.

Показатели качества выполнения технологического процесса приведены в таблице 1.

Неравномерность распределения удобрений по ширине рассеивателя составило 14,8 %, что на 3 раза меньше чем у рыхлителя-удобрителя РУН-4 «Минерал». Следует отметить, что при оптимизации параметров щелевого распределителя неравномерность может быть уменьшена.

Таблица 1 Показатели качества выполнения технологического процесса ярусного внесения минеральных удобрений наклонной лентой

Наименование показателей	Базовое	Предлагаемое
Скорость движения машины, м/с	2,44	2,44
Пропускная способность машины, кг/с	0,015...0,06	0,013...0,06
Доза внесения удобрений, кг/га:		
максимальная	480	480
минимальная	50	50
Неравномерность дозы внесения, %	14,22	12,6
Неравномерность распределения удобрений по ширине рассеивателя, %	48,3	14,8
Глубина заделки, см	20,3...21,1	5,6...34,8
Ширина ленты удобрений, см	5...6	32...35

Анализируя результаты теоретических, экспериментальных исследований и производственной проверки были разработаны исходные требования и технические задания на предложенные технологии и технические средства.

### **Литература**

1 Мамытбеков А. Если рынок регулируют, значит, это уже созрело. Казахстанская правда, №170-171 от 18 мая 2013 года. Астана, 2013. – С.1.

2 Итоги деятельности лаборатории механизации возделывания сельскохозяйственных культур за 2005-2011 годы: Сб. научно-технических материалов / под ред. А.П.Грибановского: Казахский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства – Алматы: «Инжу Маржан», 2012. - С.36.

3 Предпатент 17401 РК. Комбинированный сошник / Нукешев С.О. и др.; опубл. 15.06.2006, Бюл. № 6. – 4 с.: ил.

4 Патент 17401 РК. Комбинированный сошник / Нукешев С.О. и др.; опубл. 15.07.2009, Бюл. № 7. – 4 с.: ил.

5 Шило И.Н., Романюк Н.Н., Агейчик В.А., Нукешев С.О. Повышение качества внутрпочвенного внесения минеральных удобрений при обработке почвы плугом-удобрителем / Перспективы технологии и технические средства в сельскохозяйственном производстве: мат-ы межд. научно-практ. конф. (Минск, 11-12 апреля 2013 г.). В 2 ч. Ч.1/ под общ. ред. В.Б. Ловкиса, В.Н. Дашкова, Т.А. Непарко. – Минск: БГАТУ, 2013. – С.139-144.

6 Рябченко И.К. и др. Механизация применения удобрений. – М.: Колос, 1982. – 291с.

7 Рекомендации по интенсивной технологии возделывания яровой пшеницы в Башкирской АССР /Н.Р. Бахтизин и др. – Уфа, 1985. – 34с.

8 Предпатент 15222 РК. Сошник для подпочвенного разбросного внесения удобрений / Нукешев С.О. и др.; опубли. 15.04.2008, Бюл. № 4. – 4 с.: ил.

9 Нукешев С.О. Определение скорости истечения удобрений из стойки-тукопровода // Вестник Карагандинского университета. Серия МАТЕМАТИКА. –2006. –№2(42). – С.35– 40.

УДК 631.531.024; 631.361.42; 631.171: 65.011.56

## МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЬНОВОРОХА НА СЕМЕНА

**В.А. Шаршунов,<sup>1</sup> д.т.н, профессор, В.Е. Круглень,<sup>2</sup> к.т.н, доцент, А.С. Алексеенко,<sup>2</sup> к.т.н., доцент, А.Н. Кудрявцев,<sup>2</sup> к.т.н, доцент, В.И. Коцуба,<sup>2</sup> к.т.н., доцент**

*<sup>1</sup>УО «Могилевский государственный университет продовольствия», г. Могилев, <sup>2</sup>УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь*

Льноводство является одной из важнейших отраслей сельского хозяйства нашей страны и имеет большое значение для развития экономики сельскохозяйственных предприятий [1].

К сожалению, на сегодняшний день льноводство является убыточной отраслью, несмотря на принимаемые государством меры по повышению эффективности ее работы. Урожайность льнопродукции в республике за 2003–2008 гг. не превышала 7,3 ц/га волокна и 3 ц/га семян. Нет заметных улучшений и в последние годы (с 2008–2011 гг.), что определяет недостаточный валовой сбор (рис. 1.1) [1].

Как известно, урожай льна-долгунца «рождается» дважды. Первый раз в процессе роста, а второй – во время его уборки. Уборка льна является наиболее трудоемким процессом в технологии его производства (70% всех трудозатрат) и во многом определяет качество продукции и экономические показатели льноводства в целом. Запаздывание с уборкой на 10–12 дней снижает урожайность волокна на 40 %, а его качественные показатели – на 20–50 %. Поздние сроки уборки ведут и к потерям семян – до 30 % [2].

В настоящее время в мировой практике различают четыре технологии: сноповая, комбайновая, раздельная и заводская. Сноповая уборка сопряжена с большими затратами ручного труда и в настоящее время применяется в основном в селекции и семеноводстве, а также в исключительных неблагоприятных погодных условиях.



**Рисунок 1.1 - Динамика изменения посевных площадей, урожайности и валовых сборов льнопродукции в Республике Беларусь**

Технология комбайновой уборки включает в себя теребление растений с одновременным очесом семенных коробочек и расстилом льносолумы в ленты. Она позволяет уменьшить затраты труда в 1,7–3,4 раза по сравнению со сноповой уборкой и в наименьшей степени зависит от погодных условий. Несмотря на достоинства этой технологии в процессе вылежки льносолумы имеет место неоднородность тресты по ее основным качественным признакам: цвету, прочности и, особенно, по степени вылежки. Существенным недостатком комбайновой уборки является ее высокая энергоемкость в связи с большими затратами энергоресурсов на искусственную сушку сырого льновораха при получении семян, более 48 кг/га топлива, т.е. около 30% от затрат на всю технологию [2].

Технология раздельной уборки (планируется до 30 % посевов) включает теребление льна, расстил его на поле в ленты, естественную сушку, подъем и очес семенных коробочек, расстил очесанных лент льносолумы на льнище. Основной недостаток ее заключается в большой зависимости от погодных условий [2].

Во Франции, Бельгии, Венгрии и других странах применяется «технология заводского обмолота», где широко практикуется специализация фермерских хозяйств – одни выращивают лен на семена, а вторые используют их для выращивания льна на льнотресту. Она начала осваиваться и в нашей стране. К недостаткам этой технологии относятся большие потери семян (до 70%, как в поле во время вылежки, оборачивания, вспушивания и рулонирования, так и на льнозаводе из-за некачественной работы счесы-

вающего устройства – намотка на рабочий орган, потери вместе с путаниной) и их низкие посевные качества [2].

Повысить эффективность уборки льна-долгунца, на наш взгляд, позволит переход на технологию комбинированной уборки, отвечающую требованиям адаптивности к различным погодным условиям, когда при достижении посевами ранней желтой спелости применяют технологию раздельной уборки с последующим подъемом-очесом-оборачиванием, или без очеса (при заводской технологии), а затем технологию комбайновой уборки по мере достижения культурой конца желтой и полной спелости, а при запаздывании – опять следует применять заводскую технологию.

Применение комбинированной уборки экономически оправдано, т.к. позволяет сократить сроки уборки на 10...12 дней, что обеспечит повышение качества льнопродукции и выхода семян, сократит прямые эксплуатационные затраты на 10...15 %. Условием применения этой технологии является возделывание льна льнозаводами и хозяйствами в достаточно крупных масштабах.

Лабораторно-полевые исследования, которые проводились в СПК «Маслаки» Горьковского района, показали что состав льновороха и влажность его компонентов при уборке льна серийным льнокомбайном ЛК-4А в фазе ранней желтой спелости (таблица 1).

Таблица 1 - Состав и влажность льняного вороха при комбайновой уборке

Компонент	Количество, %	Влажность, %
Семенные коробочки	40...84	17...58
Свободные семена	2...25	12...27
Стебли и обрывки стеблей	2...51	59...66
Сорняки	1...33	44...81
Минеральный сор	до 1	–

Льняной ворох, получаемый от льнокомбайнов, представляет собой связную массу, трудноразделимую из-за пронизывающих ее прочных стеблей. У такого вороха полностью отсутствует сыпучесть. Большое содержание путанины приводит к увеличению влажности и объема вороха, это в свою очередь снижает производительность сушильного пункта, ведет к непроизводительным затратам топлива и электроэнергии при сушке и дальнейшей переработке материала. Таким образом, с целью экономии энергоносителей перед сушкой выделяют из льновороха путанину, как правило зерноуборочными комбайнами.

В БГСХА для переработки льновороха на стационарном пункте были разработаны сепаратор сырого льновороха (рис. 1а), двухъярусная противоточная карусельная сушилка (рис. 1в) и молотилка-сепаратор льновороха (рис. 1б) [3].

Сепаратор сырого льновороха (рис. 1а) состоит из следующих основных узлов: рамы, лотка 1 для подачи льновороха, зубчатых барабанов 3, двух перетирающих обрезиненных вальцов 4, сепарирующе-транспортной решетки 6 и планчатых вальцов 7.

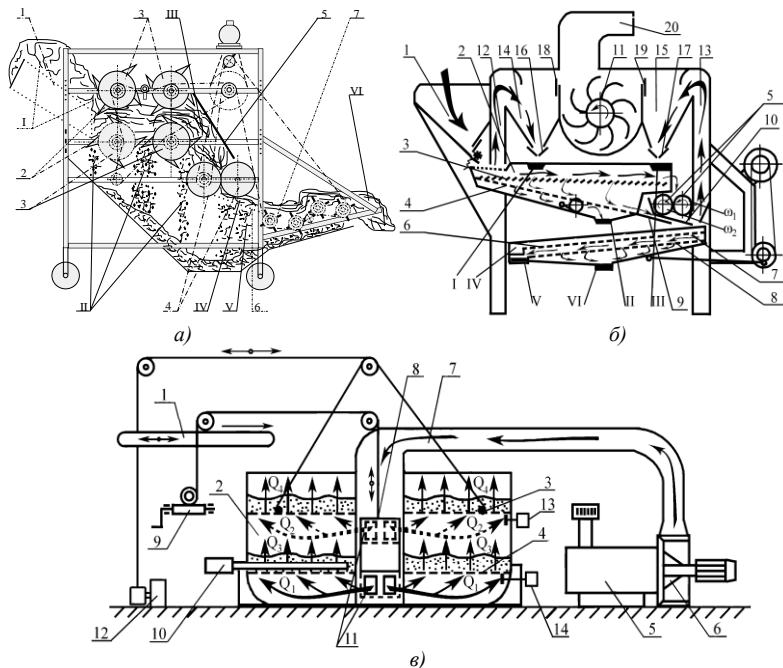


Рисунок 1 - Схемы технических средств для переработки льновороха

Принцип действия сепаратора основан на предварительном выделении из льновороха (перед перетиранием) свободных семян и головок зубчатыми барабанами, перетирания вороха с необорванными коробочками обрезиненными вальцами, просеивания свободных семян на сепарирующе-транспортной решетке и планчатых барабанах.

Выделение семян и головок зубчатыми барабанами происходит из-за различия частоты вращения первой и второй пары барабанов, в результате чего слой вороха растягивается и разрывается при прохождении от первой пары ко второй и далее. При растягивании слоя вороха плотность его уменьшается. В результате этого увеличивается скважность вороха и вероятность прохода через него коробочек и семян.

Применение сепаратора позволяет снизить затраты топлива на досушивание льновороха на 20...50 % за счет уменьшения его объема и выделе-

ния длинных, имеющих большую влажность, примесей перед сушкой, снизить потери семян с грубым льноворохом до 1...2% за счет предварительного домолота.

Далее обогащенный (отсепарированный) льноворох подается на двухъярусную противоточную сушилку (рисунок 1в), состоящую из загрузочного устройства 1, кольцевой сушильной камеры 2, имеющей две решетчатые платформы 3 и 4, топочного агрегата 5, воздуховода 7 с распределительным клапаном 8 и выгрузного устройства 10 с рыхлителем-разравнивателем.

Технологический процесс сушки осуществляется следующим образом. Льноворох равномерно загружается на нижнюю решетчатую платформу через зазор в верхней сушильной платформе, а затем на верхнюю платформу. В результате этого, отработавший на нижней платформе, сушильный агент  $Q_3$  используется для предварительного подогрева влажного вороха, загруженного на верхнюю платформу. Ворох, загруженный на нижнюю платформу, досушивается до кондиционной влажности и выгружается с помощью выгрузного устройства. После этого подсушенный ворох с верхней платформы перегружается на нижнюю и далее процесс повторяется.

Предварительный подогрев льновороха на верхней решетчатой платформе позволяет существенно (на 15–20 %) ускорить его досушивание, а одновременное перемешивание на нижней платформе – увеличивает производительность сушилки на 40–50 %, что позволяет снизить энергозатраты при сушке в 1,6 раза [3].

После досушивания ворох подается на обмолот и сепарацию (очистку семян) в комбинированную молотилку-сепаратор льновороха (рисунок 1б), которая состоит из бункера-дозатора 1, аспирационной системы 2, верхнего решетчатого стана 3, состоящего из разделительного и подсевного решета, вальцового молотильного устройства 4 и нижнего решетчатого стана 5 с инерционными качающимися решетками. Молотилка-сепаратор выделяет из льновороха свободные семена, легкие и мелкие примеси, а затем производится обмолот семенных коробочек и очистка семян.

Применение разработанной молотилки-сепаратора для переработки льновороха позволяет увеличить степень выделения семян на 5 %, снизить степень травмирования и микроповреждений семян на 7 % и повысить производительность процесса сепарации на 25 % [3].

### Литература

1. Казакевич П.П. Льноводство и льнопереработка в Беларуси: проблемы развития / П.П. Казакевич // Белорусское сельское хозяйство. – 2010. – №7 (99). – С. 4–11.

2. Льноводство Беларуси / И.А. Голуб, А.З. Чернушок; РУП «Ин-т льна Нац. акад. Наук Беларуси». – Борисов: Борисов. укрупн. тип. им. 1 Мая, 2009. – 245 с.

3. Совершенствование процесса переработки льновороха на стационарном пункте модернизированными машинами и оборудованием / В.Е. Кругленя, А.Н. Кудрявцев, А.С. Алексеенко, В.И. Коцуба // Опыт, проблемы и перспективы развития технического сервиса сельскохозяйственной техники: материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 6–8 апр. 2004 г.: в 3 ч. / Белорус. гос. аграр. техн. ун-т; редкол.: И.Н. Шило [и др.]. – Минск, 2006. – Ч. 2. – С. 143–149.

УДК 631.313.7

### ОРИГИНАЛЬНОЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ОРУДИЕ ДЛЯ РЫХЛЕНИЯ ПОЧВЫ

**И.Н. Шило, д.т.н., профессор, Н.Н. Романюк, к.т.н., доцент,  
В.А. Агейчик, к.т.н., доцент**

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

*В статье предложена оригинальная конструкция бороны дисковой, использование которой позволит повысить ее эксплуатационную надежность работы, снизить сложность конструкции, уменьшить массу и стоимость.*

#### **Введение**

Дисковая борона – это современное сельскохозяйственное орудие, которое выполняет функции по ресурсосберегающей предпосевной и основной обработке почвы перед посевом. С помощью ее можно бороться с сорняками, измельчать пожнивные остатки после уборки урожая на полях. Она заменяет собой борону, плуг, культиватор и лущильник.

Целью наших исследований является повышение эксплуатационной надежности работы, снижение сложности конструкции, уменьшение массы и стоимости бороны дисковой.

#### **Основная часть.**

Проведенный патентный поиск показал, что известна прицепная дисковая борона БД-4.1 [1], включающая колесную прицепную раму, на которой закреплены в два ряда под углом к направлению движения дисковые батареи в виде смонтированных на общем квадратном валу нескольких дисков через распорные втулки, при этом вал установлен в подшипниках, а передние батареи работают вразвал, задние – в свал.

Недостатком такого технического решения является то, что рабочие органы представлены батареей дисков, а это затрудняет смену дисков при их замене, повышает затраты энергии при заклинивании любого из подшипников и при забивании приводит к скручиванию вала, а также приводит к некачественной обработке почвы.

Известна борона дисковая [2], включающая колесную раму с прицепным устройством с гидравликой подъема колес и рабочие органы в виде вогнутых дисков, смонтированных на отдельных стойках посредством подшипниковых узлов, содержащих два подшипника, наружные кольца которых установлены в корпусе на посадочных местах, распорную часть, внутренние кольца, установленные на валу, имеющем на конце резьбу с гайкой, фиксируемой шплинтом, упор и ступицу для крепления диска, корпус с сальником и пылезащитным колпаком, сквозное резьбовое отверстие, расположенное между подшипниками.

Недостатком данного технического решения является низкая эксплуатационная надежность подшипниковых узлов, заключающаяся в изнашивании посадочных мест и осевом перемещении подшипников. Несвоевременная ликвидация зазора приводит к заклиниванию и поломке подшипников, а также к срезанию шплинта, раскручиванию гайки и вырыванию диска с валом из корпуса подшипникового узла.

Известна борона дисковая [3], включающая колесную раму с прицепным устройством с гидравликой подъема колес и рабочие органы в виде вогнутых дисков, смонтированных на отдельных стойках посредством подшипниковых узлов, содержащих распорную часть и два подшипника, наружные кольца которых установлены в корпусе на посадочных местах, а внутренние кольца - на валу, имеющем на конце резьбу с гайкой, фиксируемой шплинтом, упор и ступицу для крепления диска, корпус с сальником и пылезащитным колпаком, сквозное резьбовое отверстие, расположенное между подшипниками, причем каждый подшипниковый узел в распорной части оснащен гидрокомпенсационными кольцами с уплотнителями с упором на внутренние кольца подшипников, при этом резьбовое отверстие имеет съемный патрубок, сообщенный через соединительный шланг с коллекторным и магистральным трубопроводами, которыми оснащена борона, причем в подшипниковом узле использованы однорядные и одноразмерные подшипники.

Недостатками данного технического решения является сложность конструкции, её высокая материалоемкость и стоимость, низкая эксплуатационная надежность применяемых в ней и находящихся под постоянным давлением гидравлических устройств.

В Белорусском государственном аграрном техническом университете разработана оригинальная конструкция бороны дисковой [4].

На рисунке 1, а представлен общий вид бороны дисковой; на рисунке 1, б – разрез подшипникового узла бороны.

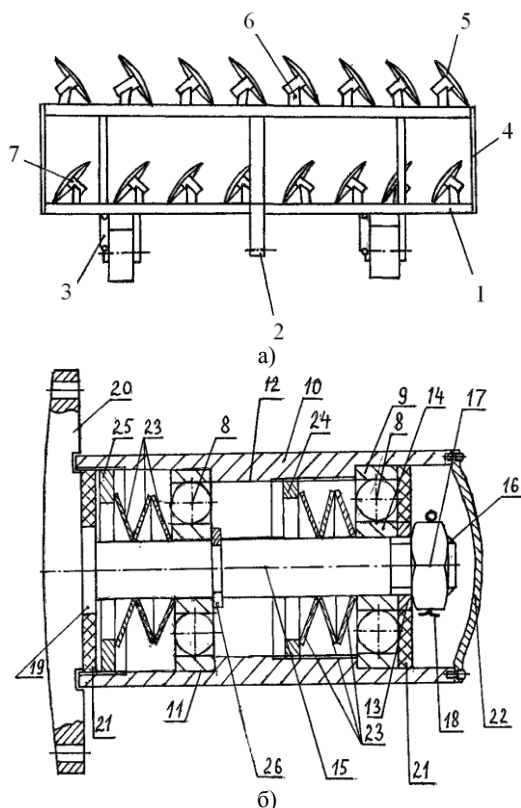


Рисунок 1 – Дисковая борона

Борона дисковая состоит из колесной рамы 1 с прицепным устройством 2 с гидравликой подъема колес 3, боковых рамок 4 и рабочих органов в виде вогнутых дисков 5, смонтированных на отдельных стойках 6 посредством подшипниковых узлов 7, содержащих по два однорядных и одноразмерных подшипника 8, наружные кольца 9 которых установлены в корпусе 10 на посадочных местах 11 и упираются своими торцами в распорную часть корпуса 12. Внутренние кольца 14 подшипников 8 установлены на валу 15, имеющем на конце резьбу 16 с навинченной на неё гайкой 17, фиксируемой шплинтом 18. Внутреннее кольцо 14 первого, считая со стороны гайки 17, подшипника 8 сопряжено своим торцом со стороны гайки 17 с

расположенным между ними нанизанным на вал 15 распорным кольцом 13. Противоположный гайке 17 конец вала 15 имеет упор 19 и ступицу 20 для крепления вогнутого диска 5, а корпус 10 снабжен сальниками 21 и пылезащитным колпаком 22. Внутреннее кольцо 14 каждого подшипника 8 своим торцом со стороны, установленного на ступице 20 вогнутого диска 5 подпружинено тремя одинаковыми нанизанными на вал тарельчатыми пружинами 23, причём оно сопряжено с торцевой частью меньшего диаметра первой, считая со стороны гайки 17, тарельчатой пружины, торцевая часть большого диаметра которой сопряжена с торцевой частью большого диаметра второй тарельчатой пружины, торцевая часть меньшего диаметра которой, в свою очередь сопряжена с торцевой частью меньшего диаметра третьей, считая со стороны гайки, тарельчатой пружины, торцевая часть большого диаметра которой сопряжена с закреплённым с помощью резьбы на внутренней цилиндрической поверхности корпуса 10 упорным кольцом 24 для тарельчатых пружин, сопряжённых с первым, считая со стороны гайки 17, подшипником 8 или с упорным кольцом 25 для тарельчатых пружин, сопряжённых со вторым, считая со стороны гайки 17, подшипником 8. Внутреннее кольцо 14 второго, считая со стороны гайки 17, подшипника 8 сопряжено своим торцом со стороны гайки 17 с установленной в выполненной в валу 15 канавке упорным пружинным разрезным кольцом 26.

Борона дисковая работает следующим образом.

Перед началом работы бороны, путём вращения гайки 17, осуществляется предварительное сжатие тарельчатых пружин 23. При движении агрегата вогнутые диски 5 заглубляются в почву, и при взаимодействии с ней диск 5 вал 15 начинает вращаться посредством соединения его ступицы 20 с диском 5, при этом возникает осевое усилие, которое стремится переместить вал 15 наружу из корпуса 10 подшипникового узла 7. Это усилие в принципе способствует образованию осевого зазора вследствие износа рабочих элементов подшипников 8, что приводит к возникновению вибраций вала, вызывающих самоотвинчивание гайки 17, срезание шплинта 18, а также разрушению подшипников 8 и последующей потере вала 15 вместе с диском 5. Однако тарельчатые пружины 23 создают постоянный натяг в подшипниках 8 и резьбовом соединении гайки 17 и вала 15, предотвращающий появление вибраций, повышенного износа подшипников 8 и самоотвинчивание гайки 17, а также срезание шплинта 18.

### **Заключение**

Предложена оригинальная конструкция бороны дисковой, использование которой позволит повысить ее эксплуатационную надежность работы, снизить сложность конструкции, уменьшить массу и стоимость.

### Литература

1. Карпенко А.Н., Зеленец А.А., Халанский В.М. Сельскохозяйственные машины / А.Н. Карпенко, А.А. Зеленец, В.М. Халанский. –М. : Колос, 1976. – С.55-58.
2. Патент на изобретение РФ № 2297125 С1, МПК А01В21/08, 2007.
3. Патент на изобретение РФ № 2384985 С1, МПК А01В21/08; F16С31/04, 2010.
4. Борона дисковая : патент 18037 С1 Респ. Беларусь, МПК А 01В 21/08 ; F 16С 31/04 / И.Н.Шило, Н.Н.Романюк, В.А. Агейчик ; заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т.– № а 20111088 ; заявл. 08.08.2011 ; опубл. 28.02.2014 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці.–2014.–№ 1.– С.48–49.

### Abstract

*The article proposes an original design of disc harrows, the use of which will improve its operational reliability, reduce complexity, reduce weight and cost.*

УДК 633.521:631.172

## РЕЖИМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРЕСС-ПОДБОРЩИКОВ И ПЛОТНОСТЬ РУЛОНОВ ЛЬНОТРЕСТЫ

В.А. Шейченко,<sup>2</sup> д.т.н., ст.н.с., А.С. Лимонт,<sup>2</sup> к.т.н., ст.н.с.,  
В.М. Климчук,<sup>3</sup> к.т.н., ст.н.с.

<sup>1</sup> *Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства» Национальной академии аграрных наук Украины (НААНУ), пгт. Глеваха, <sup>2</sup>Житомирский национальный агроэкологический университет, Институт сельского хозяйства Полесья НААНУ, г. Житомир, Украина*

*С повышением скорости движения пресс-подборщиков и изменением установки регулятора плотности рулонов от минимального до максимального положения плотность рулонов соответственно уменьшается и возрастает по прямолинейным зависимостям. С изменением отношения длины слоя стеблей в рулоне к длине ленты поднятой тресты для его формирования плотность рулонов возрастает по логарифмическим зависимостям, а с повышением линейной массы слоя стеблей в рулоне уменьшается по гиперболической кривой.*

### Введение

Одной из составляющих технического сервиса машин для растениеводства является организация их рационального использования. Это касается и ис-

пользования средств механизации уборки льнотресты, которую сейчас преимущественно осуществляют по рулонной технологии соответствующими пресс-подборщиками. В Беларуси производят, например, рулонные пресс-подборщики ПР-Ф-145, ПРМ-150 и ПРИ-150, в России – ПР-145С, а в Украине – ПРН-145 [1]. В Украине было освоено и производство льняного рулонного пресс-подборщика ПР-1,2Л с прессовальной камерой (ПК) переменного объема и сеного ППР-110 с ПК постоянного объема. В предлагаемом сообщении предусматривается осветить некоторые вопросы использования пресс-подборщиков на уборке льнотресты, являющейся одной из важных операций в проблеме механизированного производства льна-долгунца.

Работу пресс-подборщиков характеризуют и оценивают с использованием таких показателей как технологические параметры рулона и его товарные качества. К первым относят, например, длину поднимаемой ленты тресты, необходимой для формирования рулона, длину и массу слоя стеблей тресты в сформированных рулонах, а к товарным качествам рулона – его плотность [2].

И. М. Дударев [3] указывает, что в рулонах формирования пресс-подборщиками с ПК переменного объема плотность слоев тресты уменьшается от центра к периферии, а в рулонах сформированных пресс-подборщиками с ПК постоянного объема наоборот – возрастает от 100 до 120 кг/м<sup>3</sup>. В работе [4] отмечено, что высокая плотность рулонов сена и соломы обеспечивает экономичность использования пресс-подборщиков, поскольку уменьшаются затраты на сетку, пленку и вообще на обмоточный материал и на перевозку рулонов (пресс-подборщики RoundPack 1250/1550, а также Comprima F155XC и Comprima V150XC).

Согласно исследованиям [5] с повышением объемной массы прессованной тресты с учетом ее влажности прочность льнотресты снижается по мере увеличения продолжительности нахождения ее в прессованном состоянии. В разработанном образце пресс-подборщика плотность прессования льносырья не превышала 200 кг/м<sup>3</sup>.

Некоторые из вопросов формирования рулонов и определения их плотности освещены ранее [2, 7]. Однако представленная в этих работах информация требует дальнейших обобщений.

Цель исследования – повысить эффективность механизированной уборки льнотресты путем улучшения использования пресс-подборщиков с ПК переменного и постоянного объемов. Задачи исследования: 1) исследовать влияние скорости движения и положений регулятора плотности рулонов (ПРПР) на их плотность; 2) определить длину поднятой с поля ленты тресты и слоя стеблей в формируемых рулонах в зависимости от скорости движения при различных ПРПР; 3) проанализировать плотность сформированных рулонов в зависимости от отношения длины слоя стеблей в рулоне к длине ленты тресты, поднятой с поля, и от линейной массы слоя стеблей в рулоне.

Объектом исследования был технологический процесс подбора тресты и формирования рулонов с определением их плотности. Исследовали льняной пресс-подборщик ПР-1,2Л и сеной ППР-110, имевших ПК соответственно переменного и постоянного объемов. Пресс-подборщик ПР-1,2Л был отрегулирован на формирование рулонов, которые по диаметру и ширине (высоте) были одинаковы с рулонами формирования пресс-подборщиком ППР-110. Регулятор плотности рулона (РПР) устанавливали в минимальное, основное и максимальное положения. В пресс-подборщике ПР-1,2Л минимальное ПРПР (клапана гидросистемы) соответствовало расстоянию от маховичка до корпуса клапана 10 мм, основное – 5 мм, а максимальное – при полностью закрытом клапане (нулевое расстояние). В пресс-подборщике ППР-110 минимальное ПРПР соответствовало расстоянию от конца винта натяжения пружины до полки его крепления 50 мм, основное – 60 и максимальное – 70 мм. Условия исследований и методика определения независимых и зависимых переменных приведены в предыдущих публикациях [2, 7].

Обработка экспериментальных данных [2] осуществлена с использованием методов математической статистики и стандартных компьютерных программ.

### **Основная часть**

В пределах исследуемых скоростей движения их повышение сопровождается уменьшением плотности рулонов по линейным зависимостям (рис. 1). Степень приближения аппроксимирующих прямолинейных уравнений к экспериментальным значениям плотности рулонов в зависимости от типа ПК пресс-подборщиков, ПРПР и скорости движения уборочных агрегатов оценивали  $R^2$ -коэффициентами, принимающими значения в пределах 0,992...1,0. Плотность рулонов, сформированных пресс-подборщиком ППР-110 несколько превышала плотность рулонов, которые сформированы пресс-подборщиком ПР-1,2Л. Во всем диапазоне регулировок ПРПР при использовании пресс-подборщика ПР-1,2Л с ПК переменного объема с повышением скорости движения плотность рулонов уменьшалась от 108,8 до 74,5 кг/м<sup>3</sup>, а при использовании пресс-подборщика ППР-110 с ПК постоянного объема – от 128,8 до 78,9 кг/м<sup>3</sup>. По значениям угловых коэффициентов соответствующих уравнений с повышением скорости движения на 1 км/ч плотность рулонов, сформированных в пресс-подборщике ПР-1,2Л, с учетом ПРПР уменьшалась на 2,6...3,8 кг/м<sup>3</sup>. В рулонах формирования пресс-подборщиком ППР-110 повышение скорости движения на 1 км/ч сопровождалось уменьшением плотности рулонов на 3,4...6,5 кг/м<sup>3</sup>. При этом со смещением РПР от минимального до максимального положения по анализируемым угловым коэффициентам с повышением скорости движения происходит более интенсивное уменьшение плотности рулонов.

Смещение РПР от минимального до максимального положения на 1 мм в пределах исследуемых скоростей движения вызывает увеличение плот-

ности рулонов формирования пресс-подборщиком ПР-1,2Л с ПК переменного объема на 1,6...2,1 кг/м<sup>3</sup>, а формирования пресс-подборщиком ППР-110 с ПК постоянного объема – на 1,01...1,7 кг/м<sup>3</sup>. Это увеличение плотности описывается уравнениями прямых, степень приближения которых к экспериментальным данным оценивается R<sup>2</sup>-коэффициентами, изменяющимися в пределах 0,969...0,994.

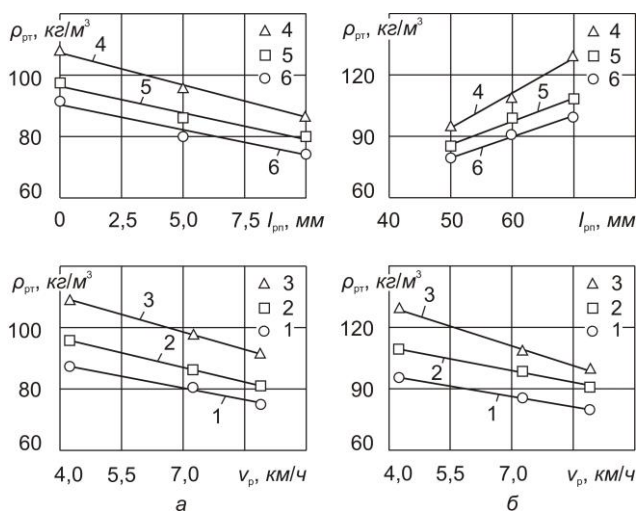


Рисунок 1 - Изменение плотности рулонов  $\rho_{рп}$ , сформированных в пресс-подборщиках с ПК переменного объема (а) и постоянного объема (б) в зависимости от скорости движения  $v_p$  и ППР  $I_{рп}$ : 1 – минимальное; 2 – основное; 3 – максимальное; 4 – скорость движения  $v_p = 4,26$  км/ч; 5 –  $v_p = 7,25$ ; 6 –  $v_p = 8,90$  км/ч

Технологические параметры рулонов, которые сформированы пресс-подборщиками с различными ПК, при их использовании на скоростях движения в пределах 4,26...8,90 км/ч при различных ППР на подборе ленты тресты линейной массы  $m_{лт} = 0,33$  кг/м, приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Технологические параметры рулонов тресты, которые сформированы пресс-подборщиками ПР-1,2Л и ППР-110 с ПК соответственно переменного и постоянного объемов

Технологический параметр рулона	Пресс-подборщик	
	ПР-1,2Л	ППР-110
Длина ленты, поднятой с поля и спрессованной в рулон, $l_{ст}$ , м	253...348	348...548
Длина слоя стеблей в рулоне, $l_{шп}$ , м	135...406	231...761
Линейная масса слоя стеблей в рулоне, $m_{сл}$ , кг/м	0,30...0,63	0,18...0,39

Из табл. 1 видно, что линейная масса слоя стеблей в рулоне, который сформирован пресс-подборщиком ППР-110, на 0,12...0,24 кг/м меньше линейной массы слоя стеблей в рулоне формирования пресс-подборщиком ПР-1,2Л. Это объясняется различиями кинематических параметров работы пресс-подборщиков.

Длина поднятой с поля ленты тресты  $l_{ст}$  для формирования рулона и длина слоя стеблей в рулоне  $l_{шр}$  с повышением скорости движения уменьшаются соответственно по прямолинейным и степенным зависимостям (табл. 2). Рассматриваемые длины больше в пресс-подборщике ППР-110 с ПК постоянного объема по сравнению с пресс-подборщиком ПР-1,2Л с ПК переменного объема. Со смещением РПР от минимального до максимального положения указанные длины несколько возрастают.

Изменение плотности рулонов в зависимости от отношения  $\lambda_{дс}$  длины слоя стеблей, который запрессован в рулон, к длине ленты тресты, которая поднята с поля, приведено на рис. 2, а.

В пресс-подборщике ПР-1,2Л с ПК переменного объема  $\lambda_{дс}$  принимало значение в пределах 0,512...1,11, а в пресс-подборщике ППР-110 с ПК постоянного объема – 0,66...1,39. С увеличением отношения  $\lambda_{дс}$  плотность рулонов увеличивается. Для выяснения характера этого увеличения осуществлено выравнивание экспериментальных значений плотности рулонов уравнениями прямых с положительным угловым коэффициентом и степенными, экспоненциальными и логарифмическими зависимостями. Лучшее выравнивание наблюдалось в случае аппроксимации экспериментальных данных логарифмическими кривыми, которые приведены на рисунке, а их уравнения представлены в табл. 3.

Таблица 2 - Изменение длины поднятой с поля ленты тресты  $l_{ст}$  (м) и длины слоя стеблей в рулоне  $l_{шр}$  (м) при соответствующем ПРПР в зависимости от скорости движения  $v_p$  (км/ч) агрегата

Положение регулятора плотности рулона	Пресс -подборщик			
	ПР-1,2Л с ПК переменного объема		ППР-110 с ПК постоянного объема	
	уравнения связи	$R^2$	уравнения связи	$R^2$
Минимальное	$l_{ст} = 347,37 - 10,29 v_p$	0,976	$l_{ст} = 489,98 - 15,92 v_p$	0,999
Основное	$l_{ст} = 355,96 - 7,98 v_p$	1,000	$l_{ст} = 564,16 - 18,40 v_p$	0,998
Максимальное	$l_{ст} = 429,18 - 12,22 v_p$	0,994	$l_{ст} = 649,82 - 23,98 v_p$	0,999
Минимальное	$l_{шр} = 1819,615 v_p^{-1,186}$	0,999	$l_{шр} = 3650,686 v_p^{-1,258}$	0,999
Основное	$l_{шр} = 2069,425 v_p^{-1,212}$	1,000	$l_{шр} = 4217,154 v_p^{-1,262}$	0,999
Максимальное	$l_{шр} = 2382,033 v_p^{-1,220}$	1,000	$l_{шр} = 5038,565 v_p^{-1,301}$	0,999

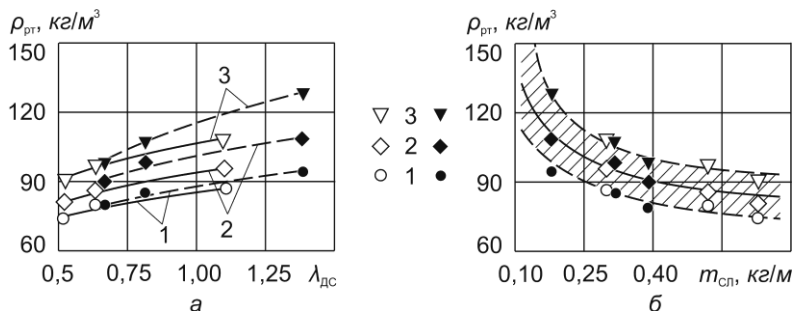


Рисунок 2 - Изменение (а) плотности рулона  $\rho_{рт}$ , который сформирован пресс-подборщиком ПР-1,2Л с ПК переменного объема (сплошные линии) и пресс-подборщиком ППР-110 с ПК постоянного объема (пунктирные), в зависимости от отношения  $\lambda_{дс}$  длины слоя стеблей в рулоне к длине ленты тресты, поднимаемой с поля, и влияние (б) линейной массы  $m_{сл}$  слоя стеблей в рулоне на его плотность  $\rho_{рт}$ : 1 – положение РПП минимальное; 2 – основное; 3 – максимальное

Из рис. 2, а видно, что при использовании пресс-подборщиков с различными ПК со смещением РПП от минимального до максимального положения плотность рулонов увеличивается. Использование пресс-подборщика ППР-110 сопровождается формированием рулонов, имеющих большую плотность по сравнению с рулонами формирования пресс-подборщиком ПР-1,2Л.

По угловым коэффициентам уравнений прямых (табл. 3) прослеживается, что с увеличением  $\lambda_{дс}$  на единицу смещение РПП от минимального до максимального положения сопровождается более интенсивным увеличением плотности рулонов. Плотность рулонов, которые формирует пресс-подборщик ПР-1,2Л, с повышением  $\lambda_{дс}$  на единицу возрастает на 19,5...28,5 кг/м<sup>3</sup>, а рулонов формирования пресс-подборщиком ППР-110 – на 20,3...39,6 кг/м<sup>3</sup>.

Из рис. 2, б видно, что при увеличении линейной массы слоя стеблей в рулоне  $m_{сл}$  в пресс-подборщиках с различными ПК разница между плотностью рулонов, полученных при максимальном и минимальном РПП, уменьшается от 34,1 до 16,7 кг/м<sup>3</sup>, т.е. более, чем в 2 раза. В среднем разница в плотности рулонов, сформированных при различных РПП в зависимости от  $m_{сл}$ , составляла 22,2 кг/м<sup>3</sup>. Для выяснения характера изменения  $\rho_{рт}$  в зависимости от  $m_{сл}$  их значения подвергли корреляционно-регрессионному анализу, объединив в одну статистическую выборку.

Определено, что коэффициент корреляции между  $\rho_{рт}$  и  $m_{сл}$  имел отрицательное значение 0,658 при корреляционном отношении  $\rho_{рт}$  по  $m_{сл}$  0,691 [7].

Таблица 3 - Прогностические функции\*) изменения плотности рулонов  $\rho_{рт}$  в зависимости от отношения  $\lambda_{дс}$  длины слоя стеблей в рулоне к длине ленты тресты, которую поднимают с поля пресс-подборщиками

Положение регулятора плотности рулона	Пресс-подборщик			
	ПР-1,2Л с ПК переменного объема		ППР-110 с ПК постоянного объема	
	уравнения	$R^2$	уравнения	$R^2$
Минимальное	$\rho_{рт} = 65,48 + 19,54\lambda_{дс}$	0,917	$\rho_{рт} = 66,80 + 20,32\lambda_{дс}$	0,958
	$\rho_{рт} = 85,54 + 15,82\ln\lambda_{дс}$	0,951	$\rho_{рт} = 88,21 + 20,67\ln\lambda_{дс}$	0,982
Основное	$\rho_{рт} = 69,28 + 24,16\lambda_{дс}$	0,971	$\rho_{рт} = 76,65 + 23,49\lambda_{дс}$	0,941
	$\rho_{рт} = 93,97 + 19,29\ln\lambda_{дс}$	0,990	$\rho_{рт} = 101,3 + 23,96\ln\lambda_{дс}$	0,971
Максимальное	$\rho_{рт} = 77,76 + 28,50\lambda_{дс}$	0,970	$\rho_{рт} = 74,01 + 39,64\lambda_{дс}$	0,991
	$\rho_{рт} = 106,8 + 22,76\ln\lambda_{дс}$	0,989	$\rho_{рт} = 115,7 + 39,98\ln\lambda_{дс}$	0,999

\*) В числителе прямолинейная зависимость, в знаменателе – логарифмическая.

Расчеты показали, что изменение  $\rho_{рт}$  в зависимости от  $m_{сл}$  уместно описать уравнением неравносторонней гиперболы:

$$\rho_{рт} = 73,03 + 6,96/m_{сл} \quad \text{при } \lambda_{пв} = 0,10 \quad \text{и} \quad S_y = 9,5 \text{ кг/м}^3, \quad (1)$$

где  $\lambda_{пв}$  – показатель оценки выравнивания экспериментальных данных соответствующей аппроксимирующей функцией, который представляет отношение основной ошибки ( $9,7 \text{ кг/м}^3$ ) выравнивания экспериментальных значений плотности рулонов гиперболической функцией (1) к среднему значению плотности рулонов ( $94,0 \text{ кг/м}^3$ );  $S_y$  – ошибка уравнения (1) криволинейной регрессии, определяемая по среднему квадратическому отклонению распределения  $\rho_{рт}$   $13,1 \text{ кг/м}^3$  и корреляционному отношению  $\rho_{рт}$  по  $m_{сл}$ .

Из приведенных данных видно, что усредненная разница между плотностью рулонов, которая определена при максимальном и минимальном ПРПР, соизмерима с удвоенной ошибкой уравнения (1). На рис. 2, б приведены кривые, построенные по уравнению (1) с учетом его ошибки  $S_y = 9,5 \text{ кг/см}^3$ . В заштрихованную на рисунке зону попало 77,8 % значений « $\rho_{рт}$ » и « $m_{сл}$ », которые взяты для расчета уравнения (1). По асимптоте уравнения (1) определяем, что предельное снижение плотности рулонов тресты, вызываемое повышением линейной массы слоя стеблей в рулоне составляет  $73 \text{ кг/м}^3$ . С учетом результатов исследований [2, 7] повреждение стеблей, которое не превышает 10 %, может быть обеспечено при изменении линейной массы слоя стеблей в рулоне в пределах 0,25...0,53 кг/м. В эксплуатационных условиях этого можно достичь путем соответствующих техно-

логических регулировок пресс-подборщиков, выбором скоростного режима их работы и формированием ленты тресты, которую подбирают.

### Заключение

С повышением скорости машинных агрегатов от 4,26 до 8,90 км/ч плотность рулонов, которые формирует пресс-подборщик ПР-1,2Л с ПК переменного объема, уменьшается от 108,8 до 74,5 кг/м<sup>3</sup>, а в рулонах формирования пресс-подборщиком ППР-110 с ПК постоянного объема – от 128,8 до 78,9 кг/м<sup>3</sup>. С изменением установки регуляторов плотности рулонов в исследуемых пресс-подборщиках от минимального до максимального положения плотность сформированных рулонов растет по прямолинейным зависимостям. Определено изменение плотности в зависимости от скорости движения пресс-подборщиков с учетом положения РПР, длины ленты поднятой тресты и длины слоя стеблей в рулоне. С изменением отношения длины слоя стеблей в рулоне к длине ленты поднятой тресты для его формирования от 0,512 до 1,39 плотность рулонов растет по логарифмическим зависимостям.

При одинаковых положениях РПР плотность рулонов, сформированных пресс-подборщиком ППР-110, превышает плотность рулонов формирования пресс-подборщиком ПР-1,2Л. С повышением линейной массы слоя стеблей в рулоне от 0,18 до 0,63 кг/м их плотность уменьшается по гиперболической зависимости, достигая асимптотического значения 73 кг/м<sup>3</sup>. Выявленные зависимости следует учитывать при проектировании организации уборки льнотресты и ее осуществлении.

### Литература

1. Комаренко В. Прес-підбирачі: огляд конструкцій та результати випробувань / В. Комаренко, М. Костюнін // Техніка і технології АПК. – 2014. – № 3 (54). – С. 13–15.

2. Порівняння технологічних параметрів і товарних якостей рулонів льнотрести, сформованих пресами з камерами змінюваного і постійного об'єму / [В.М. Климчук, В.В. Любченко, В.І. Камінський, Г.І. Карпека] // Механізація та електрифікація с. г. – Глеваха: ННЦ «ІМЕСГ» УААН, 2008. – Вип. 92. – С. 493 – 500.

3. Дударев І.М. Дослідження впливу параметрів шару льноносирівини на інтенсивність вентилявання / І.М. Дударев // Проблеми легкой и текстильной промышленности Украины. – 2010. – № 1 (16). – С. 69 – 72.

4. Все дело в плотности // Современная сельхозтехника и оборудование: інформаційний щомісячник «Пропозиція». – 2011. – Вип. 1. – С. 68 – 70.

5. Егоров М.Е. Подъем льняной тресты и прессование ее в кипы/ М.И. Егоров, Р.И. Моторина // Тр. Всесоюз. ордена Трудового Красного Знаме-

нии НИИ льна: экономика, механизация льноводства, первичная обработка льна. – Торжок, 1972. – Вып. 10. – С. 155 – 164.

6. Машини для збирання зернових та технічних культур: [посіб. для підготовки фахівців з напряму «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» в аграр. вищих навч. закл. II-IV рівнів акредитації] / [Колектив авторів]; за ред. В.І. Кравчука, Ю.Ф. Мельника. – Дослідницьке: УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, 2009. – 296 с.

7. Формування рулонів льнотрести прес-підбирачами / А.С. Лімонт, В.М. Климчук, В.В. Любченко [та ін.] // Вісн. аграр. науки. – 2011. – № 8. – С. 45 – 48.

УДК 631.365:22:6331

## ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МАШИН ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНО-СУШИЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

А.В. Новиков<sup>1</sup>, к.т.н., доцент, Т.А. Непарко<sup>1</sup>, к.т.н., доцент,  
В.П. Чеботарев<sup>2</sup>, к.т.н., доцент

<sup>1</sup> УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

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

*Изложены основные принципы оценки точности работы зерноочистительно-сушильного комплекса.*

### Введение

Переход зерновой отрасли республики на промышленную основу должен базироваться на освоении поточных способов производства, внедрении компьютеризированных поточных технологий послеуборочной обработки зерна. Отличительными признаками компьютеризированных промышленных поточных технологий являются: завершенность работ по всему технологическому процессу - от приема комбайнового зернового вороха до закладки на хранение и хранения полученного зерна; разделение технологического процесса на отдельные операции и выполнение каждой операции специализированной машиной; последовательное перемещение обрабатываемого потока зерна по операциям технологического процесса и расположение машин и оборудования в порядке, обеспечивающем последовательность выполнения операций; компьютерный контроль и управление технологическими операциями на протяжении всего технологического процесса.

### Основная часть

В процессе уборки, послеуборочной обработки урожая зерновых культур

функционирует транспортный поток зернового вороха от комбайнов на зерноочистительно-сушильный комплекс. При этом величина потока имеет значительную сезонную, суточную и часовую неравномерность. Как известно, непрерывный поток наиболее полно отвечает требованиям поточного промышленного производства. Он характеризуется строгой согласованностью выполняемых операций, равномерной подачей и непрерывностью потока обрабатываемого материала. Встраиваемые в зерноочистительно-сушильный комплекс машины подбираются на основе их паспортной производительности. Однако в условиях значительной неравномерности состава, качества и объема поступающего зернового вороха нарушается надежная работа комплекса, на различных переходах образуются скопления больших масс зерна. Поэтому основные достоинства непрерывно-поточных линий - строгая согласованность, непрерывность выполняемых операций - становятся главным недостатком. Все это приводит к простоям уборочно-транспортного и зерноочистительно-сушильного комплексов, удлиняет сроки уборки, приводит к качественным и количественным потерям зерна. Кроме того, временное хранение больших масс необработанного зернового вороха вызывает снижение качества зерна и создает дополнительные издержки на его хранение и перемещение. Проблема неравномерности потока зернового вороха может быть решена путем подбора, согласования и оптимизации всех машин комплекса по производительности, а также путем установки межоперационных компенсирующих промежуточных емкостей для накопления и временного хранения обрабатываемого материала. Многочисленными исследованиями установлено, что производительность машин для послеуборочной обработки зерна существенно зависит от целого ряда факторов: вида и назначения обрабатываемой культуры, влажности и засоренности поступающего на обработку вороха и других. Поэтому необходимая производительность машины предварительной очистки зерна для заданного комплекса будет определяться согласно выражению:

$$q_{ndo} = \frac{Q_{вал}}{k_{нк} k_{нс} k_{нв} k_{см} \Phi_{зск}}, \quad (1)$$

где  $Q_{вал}$  – количество зерна, подлежащего обработке на зерноочистительно-сушильном комплексе, Т;

$k_{нк}$  – безразмерный поправочный коэффициент, учитывающий вид обрабатываемой культуры;

$k_{нс}$  – безразмерный поправочный коэффициент, учитывающий засоренность обрабатываемой культуры;

$k_{нв}$  – безразмерный поправочный коэффициент, учитывающий влажность обрабатываемой культур

$k_{см}$  — коэффициент использования сменного времени;

$\Phi_{зск}$  — фонд рабочего времени зерноочистительно-сушильного комплекса.

Значения поправочных коэффициентов выражения (1)  $k_{нк}, k_{нс}, k_{нв}$  приведены в работах В.А. Кубышева [1, 2], В.М. Янко [3], Г.И. Креймермана [4]. Коэффициент  $k_{нв} = 0,03-0,07$  учитывает снижение производительности зерноочистительной машины в зависимости от увеличения влажности обрабатываемого материала выше 16 %, а коэффициент  $k_{нс} = 0,02-0,04$  учитывает снижение производительности зерноочистительной машины с увеличением засоренности зернового вороха выше 2 %.

Необходимая производительность зерносушильного отделения определится согласно выражению:

$$q_{зс} = \frac{Q_{вал} \cdot \chi_c}{k_{нк} \cdot k_{нс} \cdot k_{нв} \cdot \Phi_{зск}},$$

где  $\chi_c$  — коэффициент, характеризующий долю зерна, подлежащую сушке, от общего валового сбора;

$k_{нс}$  — коэффициент, учитывающий назначение зерна (семенное, продовольственное, фуражное).

Номинальная производительность зерноочистительно-сушильного комплекса  $q_{зскн}$  определяется по машине, имеющей наименьшую производительность; такой, как правило, является зерносушилка. Поэтому при оптимизации параметров комплекса принимается  $q_{зскн} = q_{зс}$  с учетом запланированного фонда рабочего времени зерноочистительно-сушильного комплекса согласно агротехническим нормативам  $\Phi_{зск}$ . На основании известных исследований [5–7] и практических расчетов при проектировании и создании комплексов [8], действительная их производительность определяется в условиях эксплуатации, отвечающих агротехническим требованиям, за определенное время, затраченное на обработку зернового вороха  $\tau_p$  и на выполнение внецикловых операций и устранение отказов  $\tau_n$ , согласно выражению:

$$q_{зскФ} = \frac{Q_{вал}}{\tau_p + \tau_n}.$$

Таким образом, оценка работы и оптимизация параметров машин и оборудования, а также всего зерноочистительно-сушильного комплекса может быть проведена по коэффициенту использования номинальной производительности, который представляет собой отношение фактической производительности комплекса к номинальной:

$$\eta_{зск} = \frac{q_{зскФ}}{q_{зскН}} = \frac{\Phi_{зск}}{\tau_p + \tau_n}.$$

С другой стороны, величина коэффициента использования номинальной производительности зерноочистительно-сушильного комплекса зависит от коэффициентов использования производительности отдельных машин, входящих в его состав:

$$\eta_{зск} = \frac{q_{нпбФ} q_{пдоФ} q_{нкеФ} q_{нзсФ} q_{зсФ} q_{нохФ}}{q_{нпбН} q_{пдоН} q_{нкеН} q_{нзсН} q_{зсН} q_{нохН}} = \eta_{нпб} \eta_{пдо} \eta_{нке} \eta_{нзс} \eta_{зс} \eta_{нох},$$

где  $q_{нпбФ}$ ,  $q_{нпбН}$  – соответственно фактическая и номинальная производительность норрии приемного бункера, т/ч;

$q_{пдоФ}$ ,  $q_{пдоН}$  – соответственно фактическая и номинальная производительность машины предварительной очистки, т/ч;

$q_{нкеФ}$ ,  $q_{нкеН}$  – соответственно фактическая и номинальная производительность норрии компенсирующей емкости, т/ч;

$q_{нзсФ}$ ,  $q_{нзсН}$  – соответственно фактическая и номинальная производительность норрии зерносушилки, т/ч;

$q_{зсФ}$ ,  $q_{зсН}$  – соответственно фактическая и номинальная производительность зерносушилки, т/ч;

$q_{нохФ}$ ,  $q_{нохН}$  – соответственно фактическая и номинальная производительность норрии отделения хранения, т/ч;

$\eta_{нпб}, \eta_{пдо}, \eta_{нке}, \eta_{нзс}, \eta_{зс}, \eta_{нох}$  – безразмерные коэффициенты использования номинальной производительности соответственно норрии приемного бункера, машины предварительной очистки, норрии компенсирующей емкости, норрии зерносушилки, зерносушилки, норрии отделения хранения зерна.

Коэффициент использования номинальной производительности является показателем оптимальности спроектированного комплекса с точки зрения обеспечения максимальной производительности. Таким способом исключаются потери производительности всего комплекса за счет ее потерь на отдельных машинах. Чем ближе коэффициент использования номинальной производительности комплекса к единице, тем полнее используются все входящие в его состав машины, и, следовательно, его компоновка оптимальна.

Для эффективно работающего на оптимальной производительности комплекса, исходя из работ различных исследователей [5-7], должно выполняться условие:  $q_{нпб} > q_{пдо} \geq q_{нке} > q_{нзс} > q_{зс} \geq q_{нох}$ . Анализ результатов и данных проектов зерноочистительно-сушильных комплексов

производительностью от 15 до 100 Т/Ч показал, что с достаточной для практических целей точностью это условие может быть представлено следующим выражением:

$$q_{\text{итб}} : q_{\text{ндс}} : q_{\text{нке}} : q_{\text{нзс}} : q_{\text{зс}} : q_{\text{нох}} \sim 4:3:3:2:1:1. \quad (2)$$

Таким образом, при соблюдении условий зависимости (2) будет обеспечена поточность работы проектируемого зерноочистительно-сушильного комплекса.

### **Заключение**

Для снижения простоев уборочно-транспортного и зерноочистительно-сушильного комплексов, уменьшения сроков уборки и минимальных качественных и количественных потерь зерна в сельскохозяйственном производстве республики должны внедряться компьютеризированные поточные технологии послеуборочной обработки зерна. Поточность работы и оптимизация параметров зерноочистительно-сушильного комплекса могут быть установлены на основании коэффициента использования производительности комплекса, который представляет собой отношение фактической производительности комплекса к номинальной.

### **Литература**

1. Кубышев, В.А. Определение потребного количества машин для обработки зерна на токах / В.А. Кубышев, Ю.В. Панус // Труды ЧИМЭСХ. - Челябинск, 1964. - Вып. 14. - С. 53-59.
2. Пути интенсификации процессов послеуборочной обработки зерна. Интенсификация процессов послеуборочной обработки зерна / В.А. Кубышев [и др.] // Тр. ЧИМЭСХ. - Челябинск, 1974. - Вып. 87. - С. 6-12.
3. Янко, В.М. Статистический метод расчета производительности машин / В.М. Янко // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. - 1969. - № 11. - С. 9-12.
4. Креймерман, Г.И. Технологическое проектирование зернохранилищ / Г.И. Креймерман. - М.: Колос, 1970. - 187 с.
5. Краусп, В.Р. Метод определения оптимальных параметров послеуборочной обработки зерна / В.Р. Краусп // Доклады ВАСХНИЛ. - М, 1970. - № 2. - С. 49-52.
6. Елизаров, В.П. Оптимизация основных технологических параметров сельскохозяйственных комплексов послеуборочной обработки зерна: автореф. дис. ... докт. техн. наук / В.П. Елизаров. - М.: ВИМ, 1982. - 40 с.
7. Краусп, В.Р. Автоматизация послеуборочной обработки зерна / В.Р. Краусп. - М.: Машиностроение, 1975. - 225 с.

8. Маринич, Л.А. Оборудование и машины для послеуборочной обработки зерна: каталог / Л.А. Маринич [и др.]; Минсельхозпрод РБ, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». - Минск, 2009. - 127 с.

**Abstract**

*This paper outlines the main principles of evaluating the continuous operation of grain cleaning and drying complex.*

**УДК 629.015**

**К ИССЛЕДОВАНИЮ ДВИЖЕНИЯ МНОГОЭЛЕМЕНТНЫХ  
КОМБИНИРОВАННЫХ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ  
ПОСЕВНЫХ АГРЕГАТОВ**

**Р.В. Антощенко, к.т.н, доцент, докторант**

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства  
им. П. Василенка, г. Харьков, Украина*

*В работе предложена методология построения математических моделей движения многоэлементных комбинированных почвообрабатывающих посевных агрегатов. Предложенная методология позволяет исследовать динамику многоэлементных мобильных машин разнообразной структуры*

**Введение**

Современные сельскохозяйственные машинно-тракторные агрегаты представляют собой многоэлементные мобильные машины. Посевные агрегаты состоят из трёх элементов, таких как трактор, ёмкость для посевного материала и сеялки, которые движутся последовательно друг за другом [1]. Известны компоновочные схемы посевных агрегатов, у которых ёмкость и сеялка могут менять последовательность расположения [2] или ёмкость для посевного материала может находиться на тракторе и быть жёстко связанная с ним. Динамика данных машин остаётся недостаточно исследованной.

**Анализ литературных данных и постановка проблемы.** Для исследования динамики многоэлементных машин не существует математических методов в классической динамике. На практике применяют уравнения Лагранжа 2-го рода [3, 4]. Существует работа [5] в которой движение мобильной машины изучают совместно с полуприцепом с помощью уравнений Лагранжа 1-го рода. В приведенных работах математическая модель движения многоэлементной машины является целостной и при изменении

структуры или внутренних связей, необходимо перестраивать её заново, что приводит к увеличению затрат труда и времени на исследования. Если число элементов более двух и расстояние от задней оси мобильной машины до точки прицепа больше нуля, то не существует решения для уравнений Лагранжа 2-го рода [6].

Из этого следует, что не существует методов исследования движения многоэлементных мобильных машин, таких как комбинированные почвообрабатывающие посевные агрегаты разнообразной структуры.

**Цель и задачи исследования.** Целью данной работы является разработка методологии построения математической модели движения многоэлементных комбинированных почвообрабатывающих посевных агрегатов, которая позволяет повысить точность результатов решения, сократить затраты времени и труда на исследования.

### Основная часть

Многоэлементные комбинированные почвообрабатывающие посевные агрегаты имеют различные конструкции и взаимное расположение элементов агрегата друг относительно друга. Внешний вид таких агрегатов приведен на рис. 1.



Рисунок 1 - Внешний вид многоэлементных комбинированных почвообрабатывающих посевных агрегатов

Существуют следующие конструкции комбинированных посевных агрегатов с последовательным расположением: трактор – бункер – сеялка, трактор – сеялка – бункер и бункер, расположенный на тракторе – сеялка. Динамика данных агрегатов изучена недостаточно. Исследования динамики таких агрегатов требует построения сложных нелинейных математических моделей, что приводит к большим затратам на исследования.

Создание методологии, которая позволит унифицировать элементы посевных агрегатов и позволит с небольшими затратами изменять их положения в математической модели.

Представим математическую модель мобильной машины, которая имеет 6 степеней свободы. Система координат, связанная с местностью, определяется осями  $X, Y, Z$ . Подвижная система координат связанная с корпусом машины –  $x, y, z$ . Центр подвижной системы координат располагается в центре масс машины, причем ось  $x$  совпадает с продольной горизонтальной осью машины и направлена вперед, ось  $y$  – также расположена в горизонтальной плоскости машины и направлена влево по ходу машины, ось  $z$  – направлена вертикально вверх. Углы поворота мобильной машины вокруг осей  $x, y, z$  т.е. крена, тангажа и рыскания обозначены соответственно  $\alpha, \beta, \gamma$  и за положительное направление вращения принят поворот против часовой стрелки [7].

Система уравнений движения машины имеет вид:

$$\begin{cases} ma_i = F_i; \\ I_i \theta_i = M_i, \end{cases} \quad (1)$$

где  $m$  - масса машины;

$a_i$  – ускорения машины;

$i$  – соответствующая ось  $x, y, z$ ;

$F_i, M_i$  – обобщённые силы и моменты, действующие на корпус машины;

$\theta_i$  – угловое ускорение вокруг осей  $\alpha, \beta, \gamma$ ;

$I_i$  - приведённые моменты инерции машины к соответствующим осям.

Рассмотрим соединение двух одноузловых динамических моделей.

Соединение двух одноузловых динамических моделей в одной точке изображено на рис. 2. Введём следующие обозначения: верхний индекс обозначает номер динамической модели.

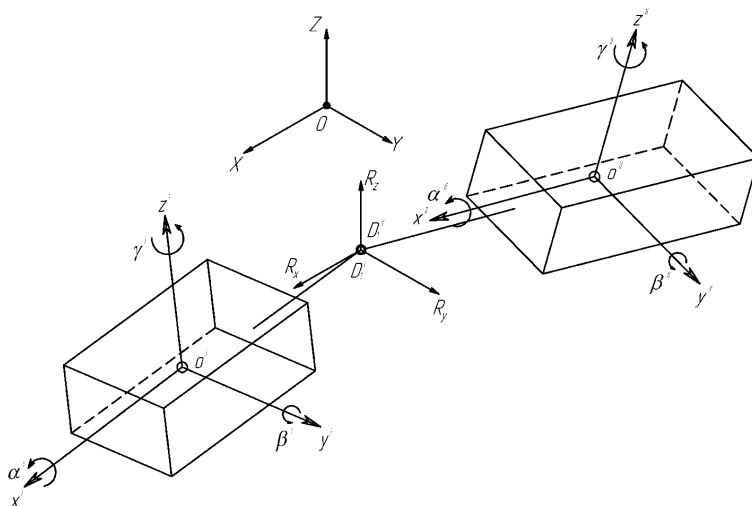


Рисунок 2 - Соединение двух одноузловых динамических моделей:

$D_1^I, D_1^{II}$  – точки соединения динамических моделей;  $R_x, R_y, R_z$  – реакции связи в точке соединения динамических моделей параллельны осям глобальной системы координат

Основным условием совместного движения двух машин на гибкой сцепке (угловые перемещения в сцепном устройстве не ограничиваются) является равенство линейных ускорений точек  $D_1^I, D_1^{II}$  [8, 9]:

$$\begin{cases} \ddot{X}_1^I - \ddot{X}_1^{II} = 0 \\ \ddot{Y}_1^I - \ddot{Y}_1^{II} = 0 \\ \ddot{Z}_1^I - \ddot{Z}_1^{II} = 0 \end{cases} \quad (2)$$

В матричном виде система уравнений (9) будет иметь вид:

$$B \cdot \bar{X} = 0 \quad (3)$$

где  $B$  – матрица кинематических связей, элементами которой являются коэффициенты системы уравнений (2), стоящие возле угловых и линейных ускорений машины в локальной системе координат;

$\bar{X}$  – вектор ускорений обеих машин:

$$\bar{X} = \{ \ddot{x}^I, \ddot{y}^I, \ddot{z}^I, \ddot{\alpha}^I, \ddot{\beta}^I, \ddot{\gamma}^I, \ddot{x}^{II}, \ddot{y}^{II}, \ddot{z}^{II}, \ddot{\alpha}^{II}, \ddot{\beta}^{II}, \ddot{\gamma}^{II} \} \quad (4)$$

Система уравнений, описывающая независимое движение двух машин имеет вид:

$$\begin{cases} m^I a_i^I = F_i^I; \\ I_i^I \theta_i^I = M_i^I; \\ m^{II} a_j^{II} = F_j^{II}; \\ I_j^{II} \theta_j^{II} = M_j^{II}, \end{cases} \quad (5)$$

или в матричном виде:

$$M \cdot \bar{X} = \bar{Q}, \quad (6)$$

где  $M$  – квадратная диагональная матрица инерционных характеристик двух машин;

$\bar{Q}$  – вектор обобщенных сил и моментов.

С учетом связей (2) накладываемых на систему (5) сцепным устройством полная система уравнений движения многоэлементного агрегата примет вид:

$$\begin{cases} M \cdot \bar{X} + B^T \cdot \bar{R} = \bar{Q}; \\ B \cdot \bar{X} = 0, \end{cases} \quad (7)$$

где  $\bar{R}$  – вектор реактивных усилий в точке соединения двух машин:

$$\bar{R} = \{R_x, R_y, R_z\}. \quad (8)$$

Таким образом, решением системы уравнений (7) будет вектор:

$$\bar{W} = \{\dot{x}^I, \dot{y}^I, \dot{z}^I, \ddot{\alpha}^I, \ddot{\beta}^I, \dot{y}^I, \dot{x}^{II}, \dot{y}^{II}, \dot{z}^{II}, \ddot{\alpha}^{II}, \ddot{\beta}^{II}, \dot{y}^{II}, R_x, R_y, R_z\}.$$

Для получения скоростей движения машин в локальной системе координат интегрируются соответствующие составляющие вектора  $\bar{W}$ . Дальнейшее интегрирование скоростей движения машины в глобальной системе координат позволит получить ее текущие координаты.

Изменение структуры многоэлементного агрегата приводит к изменению коэффициентов в уравнении связи (3). В случае изменения математической модели одного из элементов, заменяются нужные строки в матрице (7).

### Заключение

Подход предложенный в данной работе позволяет сократить затраты труда и времени на моделирование движения многоэлементных мобильных машин различных структур. Данная методология построения математической модели позволяет с минимальными затратами ресурсов вносить изменения в математический аппарат исследуемого процесса, исследовать различные типы связей между элементами мобильных машин. В случае исследования движения многоэлементного посевного сельскохозяйственного агрегата упрощаются исследования влияния компоновочных схем на динамику его функционирования.

### Литература

1. Антощенко, Р.В. Експериментальні дослідження комбінованого посівного агрегату в складі трактора ХТЗ-150К-09 та сівалки прямої сівби АПП-6 [Текст] / Р.В. Антощенко // Технічний сервіс АПК, техніка та технології у сільськогосподарському машинобудуванні: Зб. наук пр. ХНТУСГ, Харків, 2009. – Вип. 76. – С. 335-339.
2. Красовских, В. С. Результаты исследования почвообрабатывающего посевного тягово-транспортного агрегата [Текст] / В.С. Красовских, Н.Н. Березнов // Весник АГАУ. Барнаул.: Изд-во АГАУ – 2007, №4(30). – С. 57-62.
3. Liljedahl, J.B. Tractors and Their Power Units [Text] / J.B. Liljedahl, P.K. Turnquist, D.W. Smith, M. Hoki // ASAE, St. Joseph, MI. – 1996 – pp. 345-361.
4. Laceklis-Bertmanis, J. Mathematical model of tractor aggregate [Text] / J. Laceklis-Bertmanis, E. Kronbergs // ASAE, St. Joseph, MI. – 1996 – pp. 431-442.
5. Горелов, В.А. Математическое моделирование движения многозвенных колесных транспортных комплексов с учетом особенностей конструкций сцепных устройств [Текст] / В.А. Горелов // Электрон. жур. «Наука и образование: электронное научно-техническое издание». – 2012. – №2. <http://technomag.edu.ru/doc/343394.html>.
6. A. De Luca. Modelling and control of nonholonomic mechanical systems [Text] / A. De Luca, G. Oriolo // Kinematics and Dynamics of Multi-Body Systems (J. Angeles, A. Kecskemethy Eds.). Springer-Verlag. – 1995. – pp. 301-305.
7. Ксенович, Я.П. Тракторы. Проектирование, конструирование и расчет. Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов [Текст] / Я. П. Ксенович, В. В. Гуськов, Н. Ф. Бочаров и др.; Под общ. ред. Я. П. Ксеновича – М.: Машиностроение. 1991. – 544 с.
8. Chieh, C. Dynamic modeling of articulated vehicles for automated highway systems [Text] / C. Chieh, T. Masayoshi // In Proceedings of the American Control Conference, Seattle, USA. – 1995. – pages pp. 653-657.
9. Толстолицкий, В. А. Методология моделирования функционирования многоэлементных мобильных машин на плоской горизонтальной поверхности [Текст] / В.А. Толстолицкий, Р.В. Антощенко// Молодой ученый. Чита. – 2013. – № 11 (58) – С. 186-191.

### **Abstract**

*The methodology of constructing mathematical models of multi-motion combined tillage seeders. The proposed methodology allows us to study the dynamics of multi-mobile machines varied structure are presented in this article.*

УДК 631.363.21

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СПОСОБОВ МЕХАНИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЗЕРНО ПРИ ЕГО ИЗМЕЛЬЧЕНИИ

**А.В. Нанка, к.т.н., доцент**

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства  
им. П. Василенка, г. Харьков, Украина*

*В статье рассмотрены способы механического воздействия на зерно при его измельчении, конструкции машин для измельчения зерна и их энергетическая оценка, предложены новые направления усовершенствования конструкций машин с целью снижения энергоемкости процессов измельчения зерна.*

### **Введение**

Качество кормов и их себестоимость в структуре рациона являются одними из основных факторов в отрасли животноводства которые влияют на уровень производства продукции и ее себестоимость. Качество кормов, в свою очередь, в значительной мере зависит от подготовки их к скармливанию. Особое место в рационах для животных занимают высокоэнергетические зерновые корма, которые являются концентрированными источниками питательных веществ. Их наличие в рационах кормления позволяет точно сбалансировать рацион по питательности и, таким образом, значительно повышать продуктивность животных. При подготовке к скармливанию корма, в том числе и зерновые, подвергаются различным видам обработки, одним из которых является измельчение, которое обусловлено требованиями физиологии кормления животных, способствующее ускорению процессов пищеварения и повышению усвояемости питательных веществ [1].

### **Основная часть**

Под измельчением понимают процесс физического деления материала на составные части под влиянием внешних сил. В зависимости от характера прилагаемой силы и свойств измельчаемого материала различают два основных вида измельчения: объемное и поверхностное измельчение. При объемном измельчении, силы вызывающие разрушения тела, приложены перпендикулярно к измельчаемому телу. Существуют следующие способы объемного измельчения: раздавливание; раскалывание; стесненный и свободный удары. Поверхностное дробление основано на деформации сдвига в случае, когда к телу приложены две силы: перпендикулярно к поверхности тела и тангенциально (по касательной к поверхности тела - параллельно его плоскости). К способам поверхностного измельчения относятся: резание, стирание, скалывание.

В зависимости от методов механического воздействия рабочего органа машины на измельчаемый материал и вида вызываемой в нем деформации, измельчение может осуществляться способами, представленными на рисунке.

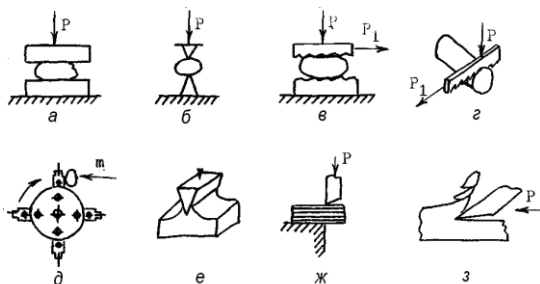


Рисунок - Способы механического воздействия на измельчаемый материал:  
1 - раздавливание, 2 - раскалывание, 3 - стирание, 4 - распиловка, 5 - удар,  
6 - резание лезвием, 7 - резание пуансоном, 8 - резание резцом

Для измельчения фуражного зерна в измельчающих машинах используются различные способы механического воздействия или их сочетания. Классификация методов механического воздействия рабочего органа машины на фуражное зерно, область применения, конструкции машин и их удельная энергоёмкость приведены в таблице.

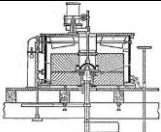
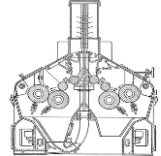
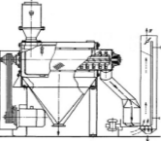
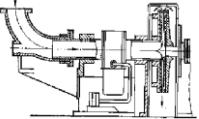
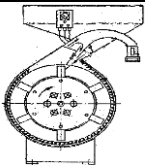
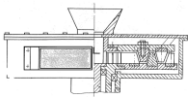
На животноводческих фермах для измельчения зернового сырья широко используются молотковые дробилки.

Простота конструкции, надежность в работе, широкий спектр производительностей, компактность, универсальность и высокая степень измельчения делают их незаменимыми. Конструктивные особенности и организация процесса измельчения в молотковых дробилках максимально способствуют реализации прямого центрального удара молотков по измельчаемому материалу, что сводит к минимуму скольжения продукта по поверхности молотка.

Высокая скорость кольцевого воздушно-зернового слоя в дробильной камере, равная примерно половине окружной скорости молотков, отрицательно влияет на своевременное удаление продукта из дробильной камеры, что также способствует переизмельчению материала и, как следствие, приводит к образованию пылевидной фракции, что отрицательно воздействует на продуктивность животных, а также приводит к повышенному расходу энергии. Так, например, по данным С.П. Джинджихадзе [4], в молотковой дробилке при скорости вращения молотков 110 м/с на измельчение зерна ударом расходуеться только 16,9% от всей подводимой энергии, а на измельчение истиранием - 83,1%.

## Секция 2 Инновационные технологии в АПК

Таблица - Классификация методов механического воздействия при измельчении зерна и их энергетическая характеристика

Методы механического воздействия	Наименование машин и область их применения	Конструктивные схемы машин	Удельная энергоёмкость, кВт·ч/т
Сжатие, сдвиг	Жерновые поставы. Для шелушения крупяных культур		20...25
Раздавливание	Вальцевые станки. Для размола зерна в сортовую муку		6,5...12
Удар в взлет, истирание	Бичевые машины. Для размола зерна в обойную муку		10,5...14
Резание, скалывание	Дисковые мельницы. Для дробления зерна в комбикорм		8,5...12
Удар в взлет, истирание	Молотковые дробилки. Для дробления зерна в комбикорм		15...18
Резание, скалывание	Центробежно-роторные измельчители. Для дробления зерна в комбикорм		4,5...6,5

Анализируя процесс измельчения зерна молотковой дробилкой можно отметить, что при этом происходят следующие процессы: образование новых поверхностей измельчаемого зерна, придание частицам зерна кинетической энергии, трение материала о решето дробилки, интенсивный нагрев и износ рабочих органов.

Таким образом, учитывая вышесказанное, уравнение энергетического баланса молотковых дробилок может быть представлено следующим выражением:

$$A = A_D + A_S + A_K + A_U, \quad (1)$$

где  $A_D$  - затраты энергии на упругую и пластическую деформации;

$A_S$  - затраты энергии на образование новых поверхностей измельченных частиц;

$A_K = mv^2 / 2$  - затраты энергии на создание кинетической энергии воздушно-зерновому слою;

$m$  - масса движущегося зернового слоя;

$v$  - скорость движения зернового слоя в камере измельчения;

$A_U$  - затраты энергии на износ и нагрев рабочих органов дробилок.

При этом следует отметить, что из перечисленных слагаемых полезной работой является только работа, затрачиваемая на образование новых поверхностей измельченных частиц. Тогда, коэффициент полезного действия молотковых дробилок определяется выражением:

$$\eta = \frac{A_S}{A_d + A_k + A_u}. \quad (2)$$

### **Заключение**

В результате анализа данных представленной таблицы, составляющих приведенных формул и исследований выполненными Сергеевым Н.С. [5], Абрамовым А.А. [6] и др. можно констатировать, что основные принципы усовершенствования и создание новых энергосберегающих машин для измельчения фуражного зерна можно сформулировать следующим образом:

- измельчение материала необходимо производить только до заданной степени;
- измельчение должно быть прогнозируемым, заданных размеров и не иметь пылевидной фракции;
- измельченные частички материала должны быть немедленно удалены из зоны измельчения;
- измельчение должно быть «свободным» то есть не усложняться посторонними операциями;
- уменьшение работы упругих деформаций путем измельчения резанием или скалыванием;
- увеличение работы на создание новых поверхностей за счет увеличения контактов между измельчаемым зерном и рабочими органами.

### Литература.

1. Боярский, Л.Г. Технология кормления и полноценное кормление сельскохозяйственных животных [Текст] / Л.Г. Боярский - Ростов н/Д: Феникс, 2001. - 200 с.
2. Зиганшин, Б.Г. Повышение эффективности технических средств приготовления кормов в животноводстве на основе расширения технологических возможностей измельчителей [Текст]: автореф. дис. ... док. техн. наук. Казань, 2004. - 48 с.
3. Колобов, М.Ю. Энергосберегающая технология и технические средства центробежного действия для обработки дисперсных материалов сельскохозяйственного назначения [Текст]: автореф. дис. ... док. техн. наук. Рязань, 2010. - 39 с.
4. Джинджихадзе, С.П. Исследование энергоемкости процесса дробления фуражного зерна в молотковых дробилках [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Тбилиси, 1965. - 25 с.
5. Сергеев, С.Н. Центробежно-роторные измельчители фуражного зерна [Текст]: автореф. дис. ... док. техн. наук. Челябинск, 2008. - 42 с.
6. Абрамов, А.А. Обоснование параметров и режимов работы измельчителя зерна скальвающего типа [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Ростов - на - Дону, 2006. - 21 с.

### **Abstract**

*In the article the methods of the mechanical affecting are considered grain at his grinding down, new directions of improvement of constructions of machines are offered with the purpose of decline of power-hungryness of processes of grinding down.*

УДК 631.358:633.521

### **ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛАСТИЧНОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА ДЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ КОРОБОЧЕК ЛЬНА**

**В.Е. Кругленья, к.т.н, доцент, М.В. Левкин, ассистент,  
В.А. Левчук, ассистент**

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

Льноводство является одной из важнейших и перспективных отраслей сельского хозяйства нашей страны. В последние годы отрасль постепенно выходит из тех сложных условий, в которых она находилась длительное время. Заметна тенденция в сторону повышения продуктивности посевов,

улучшения качества продукции, что во многом обусловлено совершенствованием агротехнических приемов, использованием макро- и микроудобрений, средств защиты, оптимизацией временных нормативов по срокам сева, теребления льна, приготовлению тресты [2, 7].

Вместе с тем, несмотря на внедрение научно-технического прогресса и использование науки в отраслях народного хозяйства, доходность льняной отрасли остается невысокой [4]. Одной из причин этого негативного явления является низкий технический и технологический уровень отрасли, который в конечном итоге не обеспечивает выполнение технологии возделывания и уборки льна согласно агротехническим требованиям отраслевого регламента и, как следствие, приводит к потерям льнопродукции (рисунок 1) [1]. Как уже было отмечено, потери урожая и качество получаемой продукции зависят от применяемых технологий уборки льна и сроков ее проведения. В настоящее время в Республике Беларусь используется две технологии уборки льна: комбайновая и раздельная (двухфазная) на основе применения льнотеребилки и подборщика-очесывателя для очеса (обмолота) семян в поле или очесывающего устройства в линии выработки длинного волокна на льнозаводе. В природно-производственных условиях Беларуси раздельную технологию нельзя рассматривать как альтернативу комбайновой в связи с тем, что погодная ситуация в разные годы оказывается более благоприятной для одного из этих способов [1]. В связи с принятым правительством Беларуси решением о техническом перевооружении льняной отрасли пришло понимание необходимости и целесообразности использования комбинированной уборки (рисунок 1.2).

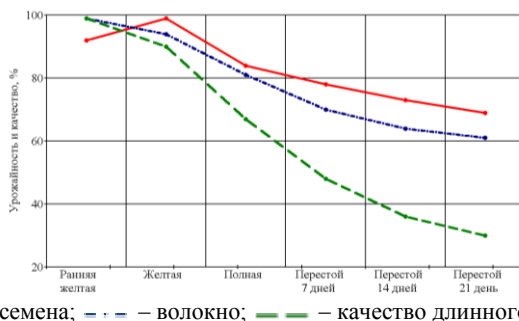


Рисунок 1 – Влияние фазы уборки льна на урожайность и качество льнопродукции

Таким образом, реализация раздельной технологии будет направлена на формирование высокой продуктивности качественного волокна, а комбайновая – на производство высококачественного семенного материала [1, 2]. Товарные посевы льна с невысокой урожайностью (до 3 ц/га), пораженные

болезнями и полеглие должны убираться с очесом на льнозаводе [7]. При применении той или иной технологии уборки льна, основной целью в конечном итоге является получение тресты и семян высоких посевных кондиций. Машинный комплекс для этих технологий включает: льноуборочный комбайн, льнотеребилку, подборщик-очесыватель, оборачиватель лент льна, впусиватель и рулонный пресс-подборщик льняной тресты. Кроме того для использования раздельной (двухфазной) уборки по схеме с очесом семян на льнозаводе необходимо наличие таких устройств в поточной линии для переработки льнотресты. В конечном итоге любая машина, предназначенная для отделения семенных коробочек от стеблей льна, снабжается различными обмолачивающими или очесывающими аппаратами. В настоящее время обеспеченность современной специализированной сельскохозяйственной техникой по комбайновой и раздельной технологиям уборки льна составляет менее 50 %. В связи с этим комплексная механизация льняной отрасли является приоритетной задачей для обеспечения ее устойчивой работы [1, 4].

Принимая во внимание изношенное состояние материально-технической базы отрасли, в частности использование гребневых типов очесывающих устройств, наиболее распространенных в странах постсоветского пространства, не предоставляется возможным переоснастить за короткий промежуток времени льноводческую отрасль [3]. С одной стороны преимуществом использования аппаратов гребневого типа является его универсальность, что позволяет обеспечить очес стеблей льна на всех стадиях спелости. Однако наличие существенных отрицательных моментов в работе, а главное «грубость» исполнения технологической операции по отделению семенных коробочек от стеблей льна требуют выбора другого, но не менее универсального способа очеса (обмолота), что определяется в первую очередь динамикой взаимодействия рабочего органа очесывающего устройства со стеблями льна.

В Белорусской государственной сельскохозяйственной академии разработаны обмолачивающие устройства с эластичными рабочими органами [5, 6], которые позволяют улучшить эффективность очеса ленты льна за счет последовательных ударов с одновременным очесом, обеспечивающих более интенсивное выделение коробочек и семян, застрявших в ленте льна с минимальным количеством путанины в льноворохе (рисунок 3). Обмолачивающее устройство (рис. 3а) состоит из зажимного транспортера 1 и барабана 3 с четырьмя эластичными гребенками 2, каждый из которых имеет рифленую рабочую поверхность и установлен под острым углом  $\alpha$  к направлению перемещения ленты льна 4 в зажимном транспортере. Все это закрыто защитным кожухом 5.

**Современные проблемы освоения новой техники, технологий,  
организации технического сервиса в АПК**



Рисунок 2 – Технологическая схема уборки льна

Принцип действия устройства льноуборочного комбайна основан на выделении коробочек льна с частичным их разрушением без внедрения в ленту за счет последовательного воздействия эластичных гребенок на ленту. Условие параллельности движения гребенки к стеблям, находящимся в ленте льна, способствует наиболее полному контакту рабочего органа с лентой льна, что повышает степень выделения головок и семян, а рифленая поверхность гребенки обеспечивает качественную работу обмолачивающего устройства без образования путанины в льноворохе.

Обмолачивающее устройство в линии первичной переработки льна (рис. 3б) содержит ленточно-дисковый зажимной транспортер 6 и бильный рабочий орган 9, с кривошипным приводом 8, свободно вращающимся на эксцентрикe 7 и деки 10, выполненной в форме развернутого цилиндра, и расположенной ниже оси зажимного транспортера.

Устройство работает следующим образом. Лента льна 4, зажата дисковым зажимным транспортером 6, поступает в зону, где за счет косо́го удара бича 9 по верхушечной части стеблей, содержащей семенные коробочки, происходит обмолот, с последующим протаскиванием образующейся массы льновороха через молотильный зазор между бичом 9 и декой 10. В результате чего происходит отделение семенных коробочек с одновременным нарушением механических связей между стеблями и частичной их параллелизацией в слое за счет мгновенных сил трения между стеблями и бичом. Дека 10 имеет форму развернутого цилиндра и установлена относи-

тельно бича с зазором, уменьшающимся по направлению к выходу от  $\Delta_{\text{вх}}$  до  $\Delta_{\text{вых}}$ . Применение разработанных обмолачивающих устройств с эластичными рабочими органами, в процессе производственных испытаний, по сравнению с серийным аппаратом гребневого типа, позволило снизить отход стеблей в путанину до 2 % без обрыва технической длины стебля, что позволило увеличить номерность тресты на 5...7 %, при установленной степени обмолота коробочек.

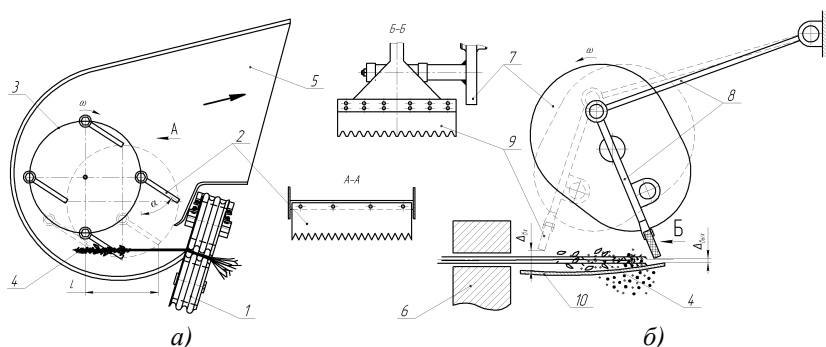


Рисунок 3 – Устройства для отделения коробочек льна: *а* – для комбайновой технологии (устанавливается на льноуборочный комбайн); *б* – для раздельной уборки с очесом семян на льнозаводе (устанавливается в поточной линии для переработки льнотресты);

1 – жазимной транспортер; 2 – эластичная гребенка; 3 – обмолачивающий барабан; 4 – лента льна; 5 – защитный кожух; 6 – ленточно-дисковый жазимной транспортер; 7 – эксцентриситет; 8 – кривошипный привод; 9 – бич; 10 – дека

Проведенные расчеты показали, что годовой экономический эффект от внедрения данных устройств составил 4365,1 тыс. руб. на гектар и 33,42 тыс. руб. на тонну переработанной льнотресты, что подтверждает экономическую целесообразность его использования.

### Литература

1. Казакевич, П.П. Техничко-технологические основы повышения качества льняной тресты / П.П. Казакевич // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук. – 2011. – № 1. – С. 89–93.

2. Круглень, В.Е. Исследования процесса отделения головок льна эластичными гребенками / В.Е. Круглень, М.В. Левкин // Вестн. Белорус. гос. с.х. акад. – 2012. – № 4. – С. 144–147.

3. Левкин, М.В. Использование барабанно-бильного аппарата при уборке льна / М.В. Левкин, // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: материалы междунар. науч.-техн. конф. молод. ученых,

Могилев, 17–18 ноября 2011 г. / М-во образования и науки Рос. Федерации, Беларус.-Рос. ун-т; редкол.: И.С. Сазонов [и др.]. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2011. – С. 219.

4. Морозов, П. Лен выходит из крутого пике / П. Морозов // Беларуское сельское хозяйство. – 2012. – № 10. – С. 80–84.

5. Очесывающий аппарат льноуборочного комбайна: пат. 8493 Респ. Беларусь, МПК А01D 45/06 / В.Е. Круглень, М.В. Левкин, В.А. Левчук ; заявитель Беларус. гос. с.-х. акад. – № u 20110744 ; заявл. 29.09.11 ; опубл. 30.08.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – №4. – С. 174.

6. Обмолачивающее устройство ленты льна: пат. 8332 Респ. Беларусь, МПК А01F 11/02 / В.Е. Круглень, М.В. Лёвкин, В.А. Левчук ; заявитель Беларус. гос. с.-х. акад. – № u 20110745 ; заявл. 29.09.11 ; опубл. 30.06.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – №3. – С. 196.

7. Самсонов, В.П. Завтра льноводства / В.П. Самсонов // Земляробства и ахова раслін. – 2010. – №6. – С. 3.

#### **УДК 631.362313**

### **О ВОЗМОЖНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОГО ТРАВМИРОВАНИЯ ЗЕРНА ПРИ ЦЕНТРОБЕЖНОМ РЕЖИМЕ РАЗГРУЗКИ НОРИИ**

**А.В. Богомолов, д.т.н., профессор, В.А. Белостоцкий, к.т.н., доцент,  
Р.В. Ридный, к.т.н., доцент, И.М. Лукьянов, ст. преподаватель**

*Харьковский национальный технический университет  
сельского хозяйства им. П. Василенко, г. Харьков, Украина*

*Обоснованы выбор параметров центробежной разгрузки ковшей исходя из анализа условий травмирования зерна при ударе в головке норрии и пути снижения травмирования.*

#### **Введение**

Повреждение зерна происходит на различных участках норрии, в том числе и в головке норрии при центробежном режиме разгрузки с высокими скоростями выброса материала из ковшей. Полученные с помощью скоростной съемки, траектории выброса материала из ковшей, приведены в работах [1]. Графический анализ этих экспериментальных траекторий, а также траекторий выхода зерна из ковшей, полученных с использованием стробоскопического эффекта и приведенных на сайте [www.go4b.com](http://www.go4b.com) (компании 4B Elevator Components ltd) показывает, что при центробежной разгрузке ковшей слой материала в относительном движении скользит вверх

по боковой поверхности материала в ковше по траектории близкой к логарифмической спирали, характерной особенностью которой является постоянство угла  $\theta$  (рис.1) между касательной к кривой и радиусом ковша в любой точке спирали.

### Основная часть

Абсолютная скорость частиц на выходе из ковша будет складываться из переносной  $\mathcal{G}_n$  и относительной скорости скольжения  $\mathcal{G}_c$  (рис. 1)

$$\mathcal{G}_a = \sqrt{\mathcal{G}_n^2 + \mathcal{G}_c^2 + 2\mathcal{G}_c\mathcal{G}_n \cos(90 + \theta)}. \quad (1)$$

Угол бросания (метания) частиц в координатах  $x$ – $y$  будет равен

$$\gamma = 90 - \phi + \alpha, \quad (2)$$

где угол  $\alpha$  определяется по зависимости

$$\sin \alpha = \frac{\mathcal{G}_c \sin(90 - \theta)}{\mathcal{G}_a}. \quad (3)$$

Путем графического исследования траекторий относительного движения частиц, приведенных в указанных работах установлено, что угол  $\theta$  зависит от показателя кинематического режима  $p = h / r_0$ , где  $h = g / \omega^2$  – полюсное расстояние. Этот угол может быть определен по зависимости

$$\operatorname{tg} \theta = h / r_0. \quad (4)$$

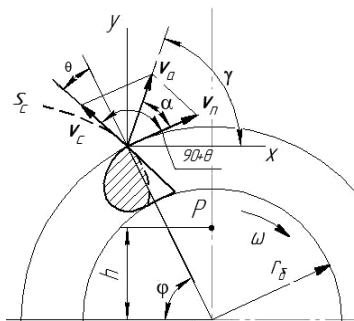


Рисунок 1 - Схема составляющих скорости выброса  $\mathcal{G}_a$

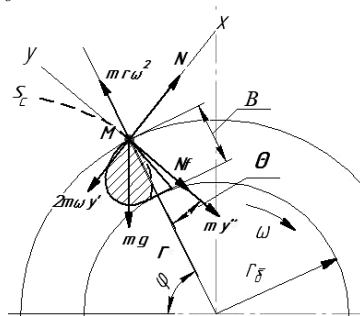


Рисунок 2 - Схема сил, действующих на частицу внутри ковша

Таким образом, для определения начальных параметров метания: абсолютной скорости  $\mathcal{G}_a$  и угла  $\gamma$ , необходимо найти значение относительной скорости  $\mathcal{G}_c$ .

Значение  $\mathcal{G}_c$  определим, решая дифференциальное уравнение движения частицы по спирали. Выберем систему прямоугольных координат, у кото-

рой ось абсцисс  $M$ -у направлена по касательной к спирали и составим уравнение равновесия как сумму проекций всех сил на оси координат (рис.2)

$$\begin{cases} mr\omega^2 \cos \theta - my'' - mg \sin(\phi - \theta) - N \cdot f = 0 \\ mr\omega^2 \sin \theta - 2m\omega y' - mg \cos(\phi - \theta) + N = 0 \end{cases} \quad (5)$$

Определив значение силы  $N$  и подставить его значение в первое уравнение, и произведя некоторые преобразования, получаем дифференциальное уравнение движения частицы, скользящей по поверхности зернового материала в ковше

$$y'' - 2f\omega y' = r\omega^2 (\cos \theta + f \sin \theta) - g [\sin(\phi - \theta) + f \cos(\phi - \theta)]. \quad (6)$$

Интегрируя, а также проведя преобразование тригонометрических функций, получаем значение относительной скорости (скорости скольжения частицы по боковой поверхности материала в ковше)

$$g_c = y' = \left[ \frac{r\omega \cos(\theta + \rho')}{2 \sin \rho'} - \frac{g \sin(\phi - \theta + \rho')}{2\omega \sin \rho'} \right] \left( 1 - e^{-2f\phi} \right) \quad (7)$$

где  $\rho' = \arctg f$  – внутренний угол трения,  $\phi = \omega t$  – угол поворота барабана в рад.,  $r$  – текущий радиус–вектор точки на спирали внутри ковша, который изменяется при повороте барабана от  $r = r_0$  до  $r = r_0 + B$ , где  $B$  – вылет ковша.

С увеличением радиус–вектора длина дуги спирали в ковше уменьшается и уменьшается сопротивление перемещению частицы, а относительная скорость соответственно увеличивается. Поэтому радиус–вектор будет изменяться по зависимости, структура которой должна соответствовать структуре зависимости изменения относительной скорости.

$$r = r_0 + B \left( 1 - e^{-2\phi \operatorname{tg} \theta} \right) \quad (8)$$

Определив абсолютную скорость выброса зерновки, рассмотрим возможные варианты ее соударения внутри головки, и в первую очередь параметры удара о свод головки (рис.3). Скорость падения  $\mathcal{G}$  и скорость отражения  $\mathcal{G}'$  имеют нормальные и тангенциальные составляющие [2]  $\mathcal{G}_n = \mathcal{G} \cos \alpha$ ,  $\mathcal{G}_t = \mathcal{G} \sin \alpha$ ,  $\mathcal{G}'_n = \mathcal{G}' \cos \beta$  и  $\mathcal{G}'_t = \mathcal{G}' \sin \beta$ , где  $\alpha$  и  $\beta$  – углы падения и отражения.

Соотношения проекций скоростей определяются коэффициентом восстановления  $k$  и коэффициентом мгновенного трения  $\lambda$ .

$$\frac{|\mathcal{G}'_n|}{|\mathcal{G}_n|} = k, \quad \frac{\mathcal{G}'_t}{\mathcal{G}_t} = 1 - \lambda, \quad (9)$$

где  $\lambda = 0$  – для гладких тел и  $\lambda = 1$  – для шероховатых. В общем случае  $0 < k < 1$ ,  $0 < \lambda < 1$ , и окончательно

$$\frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta} = \frac{k}{1 - \lambda}. \quad (10)$$

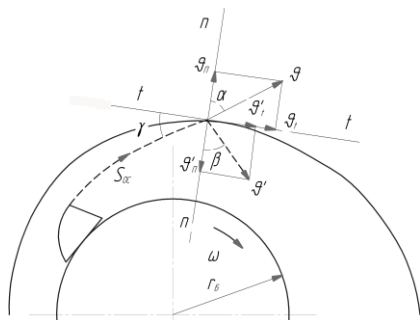


Рисунок 3 - Схема удара зерновки о поверхность головки

Наиболее оптимальную траекторию движения зерна получаем в случае, когда после удара, угол отражения  $\beta$  составил бы  $90^\circ$  для плоских поверхностей и  $85^\circ$  – для криволинейных.

Для пшеницы коэффициент восстановления  $k$  находится в пределах  $0,28 - 0,3$ . Тогда при  $k = 0,3$  и  $\lambda = 0$  по зависимости (12) угол падения  $\alpha = 73,5$ , а угол между касательными к траектории движения и к контуру поверхности головки должен быть  $\gamma = 16,5^\circ$ . В работе [4] отмечается, что отскока зерна пшеницы не происходит даже при угле подлета  $\gamma = 25$ , т.е. угле падения  $\alpha = 65^\circ$ . Это объясняется возникновением центробежной силы, прижимающей зерновку к поверхности свода головки. При  $\alpha = 73,5^\circ$  нормальная составляющая скорости удара составляет  $g_{II} = 0,29 \cdot g$ , следовательно, даже при скоростях, превышающих предельную скорость разрушения  $g_{IIp}$ , травмирования зерна не будет.

При значительной шероховатости поверхностей соударяющихся тел и соответствующих значениях коэффициента  $\lambda$ , при ударе может возникнуть значительная мгновенная сила трения, что может вызвать локальный срыв оболочки зерновки. При этом существенно уменьшается тангенциальная скорость  $g'$ , которая определяет дальность скольжения зерновки по своду головки (активную зону). Экспериментальные данные о зависимости  $\lambda$  от шероховатости поверхности отсутствуют. Для практических

расчетов можно воспользоваться данными работы [5] об углах трения тел по различным шероховатым поверхностям стенок, принимая значения  $\lambda'$  равными соответствующим коэффициентам трения (табл. 1.),

Таблица 1 - Значение коэффициента  $\lambda$  для различных поверхностей.

Наименование материала поверхности стенки силоса	Угол трения по стенке, град.	$\lambda$
Окисленный (ржавый) листовой материал	38	0,78
Гладкий листовой материал	15	0,27
Гладкий листовой материал, покрытый пластиком	12	0,21
Нержавеющая сталь	8	0,14

В соответствии с вышеизложенным, поверхность свода головки необходимо покрывать листом с гладкой поверхностью. Для норий большой высоты с затрудненным доступом к головке, свод необходимо покрывать тонким, желательно полированным листом из хромистой или хромоникелевой стали. Для норий малой высоты и с более доступной возможностью замены – толстым листом пластика, желательно большей твердости, с малым модулем упругости и большой ударной вязкостью (пластмассы высокого давления – полиэтилен, полиамид, полиуретан, нейлон). Кроме того, свод головки не должен иметь прямолинейных участков, особенно при разгрузке в первой четверти, желательно сопряженный контур свода головки описывать не более, чем двумя радиусами.

### **Заключение**

Экспериментально, путем вертикального удара грузом по зерновке нами было установлено, что для пшеницы предельная кинетическая энергия, при которой не происходит разрушение и остаточная деформация сплющивания зерен составит 3-5 мкж, равна  $T \approx 4 \cdot 10^{-6}$  Дж. При средней массе зерновки  $m = 3 \cdot 10^{-3}$  кг ее скорость до удара должна быть равной  $g = 5,16$  м/с. Эти данные получены при самом разрушительном ударе, когда кинетическая энергия  $T_0$  полностью переходит в потенциальную энергию деформации  $\Pi$ . Однако, при соударениях зерновок в головке нории, их суммарная кинетическая энергия после удара при упругом и неупругом ударе составляет  $T + \Pi$  [5], где  $T_1$  – кинетическая энергия после удара, а  $\Pi_1$  – потенциальная энергия деформации, при этом  $\Pi < \Pi_1$ . Следовательно, при  $g = g_{пред}$  имеется запас прочности зерна исключаяющий его травмирование.

### **Литература**

1. Долголенко А.А. Машины непрерывного транспорта /А.А. Долголенко// Речной транспорт. – Л. -1959 – 404с. (273-277с.)

2. Лойцянский А.Г. Курс теоретической механики. /А.Г. Лойцянский, А.И. Лурье// - М.; Гостехиздат.ч. II – М.; - 1983 -640 с.
3. Креймерман Г. Применение больших скоростей на элеваторных норях /Г.Креймерман// - Советское мукомолье и хлебопечение. 1936 - № 6 – с. 23-26.
4. Боуманс Г. Эффективная обработка и хранение зерна. Перевод с англ. В.Н. Дашевского/ Г. Боуманс// – М.; Агропромиздат – 1991 – 608 с. (стр. 43-45)
5. Александров Е.В. Прикладная теория и расчеты ударных систем /Е.В. Александров, В.Б. Соколинский// - М.; Наука – 1969 – 201с. (стр.13-15)

**Abstract**

*Substantiated choice of parameters of centrifugal discharge of buckets based on the analysis of conditions of damage of grain when hit in the head for the elevator and ways of reduction of damage.*

УДК 631.363:621.1

**ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ И ВНУТРЕННИХ ФАКТОРОВ  
НА ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПОЛЯ В РУЛОНАХ СЕНАЖА**

**И.В. Кокунова, к.т.н., доцент, А.А. Жуков, к.т.н., доцент**  
*ФГБОУ ВПО «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия», г. Великие Луки, Российская Федерация*

*Рассмотрены вопросы нестационарных тепловых процессов, происходящих в рулонах сенажного корма после его упаковки в полимерную пленку, и их влияние на качество заготавливаемого травяного корма.*

**Введение**

В последние десятилетия в хозяйствах Северо-Западной зоны Российской Федерации широко применяется технология заготовки сенажного корма с последующей упаковкой спрессованных рулонов в полимерную пленку. Эта технология хорошо зарекомендовала себя в нестабильных погодных условиях региона в хозяйствах с небольшим поголовьем сельскохозяйственных животных. Однако не всегда заготавливаемый сенажный корм характеризовался высокими качественными показателями [2].

**Основная часть**

Исследования, проведенные в ряде хозяйств региона, показали, что одной из проблемных операций при заготовке рулонного сенажа является технологиче-

ская операция по прессованию подвяленной травяной массы. В результате не соблюдения агротехнических требований (неправильные регулировки пресс-подборщика, не соблюдение скоростных режимов работы машинно-тракторного агрегата и траектории его движения, неравномерность подбираемых валков и др.) сформированный рулон получают недостаточно плотным, к тому же он имеет неравномерную плотность по диаметру.

Было установлено и тот факт, что отказавшись от технологической операции по ворошению скошенной массы, обеспечивающей равномерное провяливание трав, наблюдается интенсивное обезвоживание растений с пересыханием листьев и соцветий, расположенных на поверхности слоя, и наоборот, растения внутри слоя сохнут слишком медленно и неравномерно. В результате чего в спрессованном рулоне сенажа начинают происходить процессы тепломассопереноса.

Практикой заготовки и хранения «сенажа в упаковке» установлено, что через 2-3 часа после упаковки рулонов в полимерную пленку, температура спрессованной растительной массы начинает повышаться, а потом, с течением времени, она понижается и становится равной температуре наружного воздуха. Повышение температуры, которое связано с теплотой дыхания биомассы, а также с солнечной радиацией, в случае открытого хранения рулонов летом, приводит к снижению качества протеиновой составляющей сенажного корма.

Поэтому задачей проводимого теоретического исследования являлось определение изменения температуры по толщине рулона и во времени. В этом случае имеет место нестационарный процесс теплопроводности с внутренним источником теплоты, для которого дифференциальное уравнение имеет следующий вид [1]:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \nabla^2 + \frac{q}{C \cdot \rho}, \quad (1)$$

где  $\frac{\partial t}{\partial \tau}$  – частная производная температуры по времени;

$a = \frac{\lambda}{C \cdot \rho}$  – коэффициент температуропроводности, м<sup>2</sup>/с;

$\nabla^2 t = \frac{\partial t}{\partial x} + \frac{\partial t}{\partial y} + \frac{\partial t}{\partial z}$  – оператор Лапласа (сумма вторых частных производных температур по координатным осям);

$q_v$  – мощность внутренних источников, Вт/м<sup>3</sup>;

$\lambda$  – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К);

$C$  – удельная массовая теплоемкость, Дж/(кг·К);

$\rho$  – плотность, кг/м<sup>3</sup>.

Важную роль в нестационарных тепловых процессах имеет коэффициент температуропроводности  $a$ , который характеризует скорость изменения температуры. Если коэффициент теплопроводности  $\lambda$  характеризует способность тел проводить теплоту, то коэффициент температуропроводности является мерой теплоинерционных свойств тела.

Из уравнения (1) следует, что изменение температуры по времени для любой точки пространства пропорционально  $a$ , при этом скорость изменения температуры в любой точке тела будет тем больше, чем больше коэффициент температуропроводности и выравнивание температуры будет происходить быстрее за счет более низкой тепловой инерционности.

В условиях изменения теплового потока на поверхности рулона, из-за наличия теплового сопротивления полиэтиленовой пленки определенной толщины, имеет место запаздывание в перестройке температурного поля и градиента температуры. Это время запаздывания называется временем релаксации, которое увеличивается с увеличением тепловой инерции и уменьшается с увеличением скорости распространения теплоты.

С учетом рассмотренного признака уравнение (1) примет вид:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} + \tau \frac{\partial t}{\partial \tau} = a \nabla^2 t + \frac{q}{C \cdot \rho}, \quad (2)$$

где  $\tau_r$  – время релаксации.

Кроме того можно предположить, что сенажный рулон относится к анизотропным материалам, когда коэффициент теплопроводности  $\lambda$  зависит от направления. При этом существуют направления, по которым коэффициент теплопроводности  $\lambda$ ,  $a$ , следовательно, и плотность теплового потока  $\vec{q}$  принимают максимальные и минимальные значения. Вследствие этого вектор плотности теплового потока не совпадает с направлением градиента температуры (рисунок 1).

Известно, что плотность теплового потока (скалярная величина), передаваемого теплопроводностью, определяется по закону Фурье из уравнения [3]:

$$q = -\lambda \text{grad} t = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n}, \quad (3)$$

где знак минус характеризует разнонаправленность векторов плотности теплового потока и температурного градиента, а градиент температуры  $\text{grad} t = \frac{\partial t}{\partial n}$  характеризует скорость изменения температуры относительно рассматриваемой точки.

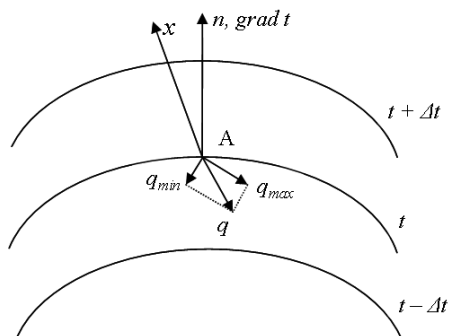


Рисунок 1 – Процесс теплопроводности в анизотропных средах

В соответствии с рисунком 1 получаем:

$$q = q \cos(n, x); \quad q_n = q \sin(n, x).$$

В общем случае проекции вектора  $grad t$  на координатные оси равны:

$$(grad t)_x = \frac{\partial t}{\partial n} \cos(n, x);$$

$$(grad t)_y = \frac{\partial t}{\partial n} \cos(n, y);$$

$$(grad t)_z = \frac{\partial t}{\partial n} \cos(n, z).$$

### Заключение

Предположение в теоретических предпосылках по изменению коэффициента теплопроводности сенажного рулона, как анизотропного материала, в зависимости от внешних и внутренних факторов требует подтверждения экспериментальными исследованиями. По итогам исследований предполагается создание трехмерной модели рулона сенажа с расположением векторов плотности теплового потока и градиента температуры.

### Литература

1. Исаченко, В.П. Теплопередача /В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. – М.: Энергоиздат, 1986. – 485 с.
2. Кокунова, И.В. К вопросу повышения эффективности заготовки и хранения кормов из трав в условиях Псковской области /И.В. Кокунова,

В.А. Смирнов //Псковский регионологический журнал. – 2010. – № 9. – С. 51-55.

3. Рудобашта, С.П. Теплотехника /В.П. Рудобашта. – М.: КолосС, 2010. – 599 с.

**Abstract**

*Unsteady temperature oscillations inside polymer film packed haylage rolls and the influence of such on the quality of fodders are discussed in the work.*

**УДК 631. 363**

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА  
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ДВУХСТАДИЙНОГО УПЛОТНЕНИЯ  
РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ**

**Д.А. Милько, к.т.н, доцент**

*Таврический государственный агротехнологический университет,  
г. Мелитополь, Украина*

*В статье представлены теоретические аспекты процесса последовательного двухстадийного уплотнения, а именно теоретические исследования уплотнения в клиноподобном горизонтальном канале с последующим процессом подачи на вторую стадию уплотнения – в двушнековый уплотнитель.*

**Введение**

Исследованиями влияния конструктивных и режимных параметров уплотнителей на показатели качества и энергоемкости их работы занимались ученые с давних времен. В этом направлении работали такие ученые, как И.И. Вольф, А.А. Чапкевич, М.А. Пустигин, А.А. Тулинов, С.А. Алфёров, В.Д. Дутов, Е.И. Храпач и др. Причем практически все исследователи пришли к заключению, что основным показателем, который характеризует качество прессования кормов, является плотность полученных тюков, брикетов, гранул и тому подобное. Однако исследованию подлежали материалы с незначительной влажностью, а именно люцерна (16%), клевер (16%), сено степное (16%), тимофеевка (9,35%), солома (10,34%), сенная мука (14,7%).

В свете современных тенденций заготовки и хранения кормового сырья, в частности хранение сенажа и силоса в полимерных рукавах, уплотнению подлежат и материалы с большей влажностью. Для полувлажных и

влажных материалов применение вышеприведенных принципов требует дополнительной теоретической и экспериментальной проверки.

### Основная часть

Для уменьшения воздействия кислорода на растительное сырье во время процесса закладки на хранение мы предлагаем разделить процесс прессования на две стадии - подготовительную и основную, после которой уже непосредственно происходит закладывание растительного сырья в хранилища. К подготовительной операции мы отнесем предварительное прессование до уровня достижения "предкритического состояния", то есть такого состояния, при котором растительное сырье еще не достигает своей окончательной плотности, но остатков воздуха в общей массе в несколько раз меньше. Причем для исключения процессов релаксации, которые наблюдаются в уплотняющей массе, мы вводим основную операцию - структуризацию частиц растительного сырья. Эта операция позволит избежать засасывания воздуха, которое происходит во время процессов релаксации.

Однако тематика данной статьи касается лишь предварительной стадии прессования и перехода на вторую стадию, теоретические аспекты которой и будут рассмотрены ниже.

Для описания подготовительной фазы, приведем схему прессования сырья в клиноподобном канале рис. 1.

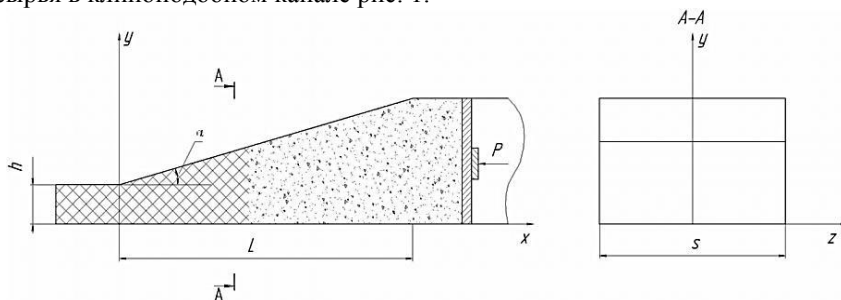


Рисунок 1 - Схема предварительной стадии прессования

Рассмотрим, какие возникают напряжения в клиноподобном канале под воздействием поршня на растительное сырье. Для этого нам необходимо сделать некоторые предположения, а именно: высота слоя, который уплотняется, меньше длины канала, изменения плотности по высоте не происходит, перемещение уплотняющего материала происходит лишь в плоскости ху. Тогда, учитывая эти предположения, мы получим уравнение равновесия элементарного объема в зоне прессования[1, 2]:

$$\frac{d\sigma}{dx} + \frac{d\tau}{dy} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{d\tau}{dx} + \frac{d\sigma}{dy} = 0 \quad (2)$$

где  $\sigma_x, \sigma_y$  - нормальные напряжения, которые возникают в частях уплотняющего материала;

$\tau_{xy} = \tau_{yx} = \tau$  - касательные напряжения, которые возникают в частях уплотняющего материала.

При активной нагрузке сыпучих материалов, реологические уравнения, которые указывают на взаимосвязь между компонентами тензора напряжений и тензора деформаций, будут выглядеть следующим образом [1]:

$$\sigma = \sigma + 2G \left( \frac{dU}{dx} - \frac{\varepsilon V}{3} \right), \quad (3)$$

$$\sigma = \sigma + 2G \left( \frac{dU}{dy} - \frac{\varepsilon V}{3} \right), \quad (4)$$

$$\tau = \tau = \tau = G \left( \frac{dU}{dx} - \frac{dU}{dy} \right), \quad (5)$$

где  $G$  - переменный модуль сдвига [2];

$\sigma_{cp}$  - среднее нормальное напряжение;

$\varepsilon V$  - относительное изменение объема.

Принимая к сведению совместимое решение уравнений (1-5), при применении их для процесса уплотнения сыпучего растительного сырья в тонком слое при  $h/L < 1$  (смотри рис. 1), при  $dUx/dx$  значительно больше, чем  $dUy/dx$ , при  $dUx/dy$  значительно больше, чем  $dUx/dx$ , когда  $dp/dy$  будет равняться нулю, уравнение примет следующий вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d\sigma}{dx} + \frac{d\tau}{dy} = 0 \\ \frac{d\sigma}{dy} = 0 \end{array} \right. , \quad (6)$$

где  $\tau = G$  .

После подстановки значений и некоторых преобразований среднее нормальное напряжение можно определить из выражения:

$$\sigma = \sigma \left\{ \frac{2n(f-f)}{\theta c(1+c)tg\alpha} \left[ \left( \frac{h+Ltg\alpha}{h+xtg\alpha} \right) - 1 - \frac{L-x}{h+Ltg\alpha} \right] \right\}, \quad (7)$$

где  $\sigma_0$  - начальное напряжение в сырье, которое вызвано атмосферным давлением,  $\sigma_0 = 0,1 \text{ МПа}$ ;

$\theta, n$  - безразмерные коэффициенты, которые характеризуют свойства сырья и представляют собой функции модулей объемного сдвига и сжатия [1];

$L$  - длина уплотняющей части;

$h$  - высота исходного отверстия;

$\alpha$  - угол наклона уплотняющей части.

Принимая к сведению все напряжения и усилия, которые возникают в уплотняющем сырье, общее давление на уплотняющую пластину составит:

$$P_{\text{общ}} > F_{\text{рез}} + F_m. \quad (8)$$

где  $F_{\text{рез}}$  - результирующая сила трения в верхней части клина из учета суммарного действия контактных удельных усилий;

$F_m$  - сила трения, которая возникает в нижней части клина.

Результирующая сила трения в верхней части клинообразного канала из учета суммарного действия контактных удельных усилий запишется следующим образом:

$$F = S \cos \alpha f \sigma, \quad (9)$$

где  $S$  - ширина клинового канала.

Подставив значение  $F_{\text{рез}}$  и  $\sigma_e$  в выражение (8) и сделав некоторые преобразования, получим:

$$P > \frac{Sf \cos \alpha \left[ (1 - \lambda) \sigma + 2 \frac{\sigma}{\theta} \left( \frac{\sigma}{\sigma} \right) \frac{(L - x) \operatorname{tg} \alpha}{h + L \operatorname{tg} \alpha} \right] dx}{(1 - \sin \alpha)}. \quad (10)$$

Определив необходимые усилия для прессования в горизонтальном клиноподобном канале, следует исследовать процесс взаимодействия уплотненного растительного сырья со шнековым уплотнителем. Рассмотрев поперечное сечение взаимодействия шнека с растительным сырьем при боковой подаче, можно заметить некоторое сходство во взаимодействии фрезерных рабочих органов с обрабатываемым материалом. Поэтому определенные характеристики процесса будут подобны, но некоторые, например, транспортирование отделенной массы, следует рассматривать отдельно.

Скорость любой точки лопасти фрезерного рабочего органа представляет собой сумму окружной скорости  $V_o$  и скорости подачи  $V_n$ . Проекция скоростей точки на оси координат можно выразить параметрическими уравнениями [3]

$$\left. \begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= V \cos \alpha + V; \\ \frac{dy}{dt} &= V \sin \alpha, \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

где  $\alpha$  - угол поворота точки лопасти фрезерного рабочего органа;

$V_k$  - окружная скорость на концах режущих элементов, м/с.

После подстановки значений  $\alpha$  и  $\omega$  в выражение (1) получим

$$\left. \begin{aligned} dx &= \left( \frac{\omega D}{2} \cos \omega t + V \right) dt; \\ dy &= \frac{\omega D}{2} \sin \omega t dt. \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

Проинтегрируем выражение (2) и определим постоянные интегрирования для начальных условий, а именно  $t = 0$ ,  $x = 0$ ,  $y = 0$ . При этих условиях постоянные интегрирования составят  $C = 0$  и

$C_1 = R$ , а параметрические уравнения примут следующий вид

$$\left. \begin{aligned} x &= R \sin \omega t + Vt; \\ y &= R(1 - \cos \omega t). \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

Для определения производительности работы фрезерного рабочего органа также важно значение сечения стружки, которая срезается одним рабочим элементом в соответствующий момент времени [3]

$$F = bs', \quad (14)$$

где  $b$  - ширина захвата одной лопасти, м;

$s'$  - толщина исследуемой стружки в зависимости от положения лопасти, г.

Подставив все значения и приняв во внимание тот факт, что в работе одновременно принимают участие несколько лопастей, получим полное выражение для определения суммарного сечения стружки:

$$F = bi \frac{\pi DV}{V_z} \sin \alpha, \quad (15)$$

где  $i$  - количество одновременно работающих лопастей.

Определив суммарное сечение стружки отделяемого слоя растительного материала, представляется возможным определение производительности всего агрегата для двухстадийного уплотнения.

### Заключение

Полученные выражения позволяют определить необходимое усилие при предварительном уплотнении растительного сырья. Также представлены выражения, позволяющие обозначить условия перехода с первой ста-

дии уплотнения на вторую и возможность определения производительности агрегата для двухстадийного уплотнения посредством вычисления суммарного сечения стружки отделяемого растительного сырья.

### Литература

1. Генералов М. Б. Механика твердых дисперсных пород в процессах химической технологии / М. Б. Генералов. - Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2002. - 592 с.
2. Кокорин В.Н. Теория и практика процесса прессования гетерофазных увлажненных механических смесей на основе железа / В.Н. Кокорин, А.И. Рудской, В.И. Филимонов, Е.М. Булыжев, С.Ю. Кондратьев. - Ульяновск: УлГТУ, 2012. - 236 с.
3. Панов И.М. Механико-технологические основы расчета и проектирования почвообрабатывающих машин с ротационными рабочими органами / И.М. Панов [Электронный ресурс]: Дис. д-ра технических наук: 05.20.01. - М.: РГБ, 2007.

### *Abstract*

*The paper presents mathematical aspects of two-stage plant raw material sequential seals and determining forces that occur during pressing plant material in a horizontal wedge - shaped channel. Results are presented for determining parameters of the supplying on the second stage seal in a twin-screw compactor.*

УДК 631.348

## МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИНАМИКИ СОШНИКА

**В.И. Мельник, д.т.н., Р.В. Антощенко, к.т.н.,**

**Аль-Фтиххат Моусаб Абдулвахид Моххамед, аспирант**

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства  
им. П. Василенко, г. Харьков, Украина*

*Предлагается методика обработки экспериментальных данных по измерению параметров движения сошника с целью реконструкции его траектории и выработки критерия степени сглаживания при аппроксимации результатов измерений методами Фурье.*

### Введение

Математическое моделирование – важная и общепризнанная часть многих исследований. Великий физик Роберту Кирхгофу писал: «Нет ничего

практичнее хорошей теории» [1]. К тому же техническая возможность изучить явление экспериментально есть далеко не всегда. Распределение семян относительно линии хода сошника является такой проблемой.

### Основная часть

В работе [2] предлагается математическая модель посева, в основе которой лежит представление о линии рядка пропашных культур, как сумме гармоник, параметры которых (амплитуды, длины волн и начальные фазы), определяются псевдослучайно. Кроме того, методом Монте-Карло [3, 4] смоделирован вероятностный характер пропусков, высева двойников, всхожести семян, а также трехмерных отклонений давших всходы семян относительно траектории хода сошника [5].

**Формулировка задачи исследований.** Дальнейшее развитие предлагаемой модели требует решения частной задачи по реконструкции траектории сошника, которая рассматривается далее как проекция на горизонтальную плоскость.

**Результаты исследований.** Применим горизонтальную Декартову систему координат  $Oxy$ , ось абсцисс которой совпадает с идеальным направлением рядка посева, и рассмотрим линию  $y = y(x)$  траектории хода сошника, представленную как разложение Фурье [6], в виде бесконечного тригонометрического ряда:

$$y(x) = \sum_{i=1}^{\infty} A \cos\left(\frac{2\pi}{L} ix + \phi\right), \quad x \in [0, L], \quad (1)$$

где:  $L$  – ширина интервала изменения  $x$ , для которого определено разложение;  $A$ ,  $i/L$  и  $\phi$  – амплитуда, длина волны (период) и начальная фаза  $i$ -той гармоники.

С некоторой, достаточной для технических применений, погрешностью, разложение (1) можно представить в конечной форме:

$$y(x) = \sum_{i=1}^n A \cos\left(\frac{2\pi}{L} ix + \phi\right), \quad x \in [0, L], \quad (2)$$

а значения  $A$ ,  $\phi$ , где  $i = 0, 1, \dots, n$  – рассчитать, используя прямое дискретное преобразование Фурье [7].

Рассмотрим случай, когда скорость  $v$  перемещения сошника в направлении оси абсцисс, в течение прохождения пути  $L$ , остается постоянной. Тогда  $x$  можно записать как функцию времени  $t$ , т.е.  $x = x(t) = vt$ , а выражение (2) представить так:

$$y(t) = A \cos\left(\frac{2\pi}{T}it + \phi\right), \quad t \in [0, T], \quad (3)$$

где:  $T = L/v$  – период, а ордината  $y = y(t)$ , представлена как функция времени. Далее выражение (3) дифференцируем по  $t$  и получаем зависимость  $v = v(t)$  скорости перемещения сошника в направлении оси ординат от времени:

$$v(t) = -A \frac{2\pi}{T} i \sin\left(\frac{2\pi}{T}it + \phi\right), \quad t \in [0, T]. \quad (4)$$

Теперь, дифференцируя (4) по  $t$ , получаем  $a_y$  – ускорение перемещения сошника в направлении оси  $Oy$ , как функцию времени:

$$a(t) = B \cos\left(\frac{2\pi}{T}it + \phi\right), \quad B = -A \left(\frac{2\pi}{T}i\right)^2 \quad t \in [0, T]. \quad (5)$$

Технических проблем с экспериментальным измерением  $a$ ,  $v$ ,  $L$  и  $T$  нет, а значит, если, применив прямое преобразование Фурье, получить значения  $B$  и  $\phi$ , то возможно восстановление функциональной связи  $a = a(t)$  (5), а затем, путем последовательного интегрирования, сначала выражения  $v = v(t)$  (4), а затем –  $y = y(t)$  (3). Далее, учитывая, что  $t = x/v$ , осуществляем возможность реконструкции искомой траектории  $y = y(x)$  (2).

Если ускорение  $a$  измерять через фиксированный интервал времени  $\Delta t$ , то в течение периода  $T$ , включая границы – начало и конец, будет выполнено  $K$  замеров:

$$K = T / \Delta t + 1, \quad (6)$$

результаты которых можно представить в виде двух множеств:

$$t = t(k) = k\Delta t = t \in \{t, t, \dots, t\}, \quad k = 0, 1, \dots, N, \quad N = K - 1, \quad (7)$$

$$a = a(k) = a \in \{a, a, \dots, a\}, \quad k = 0, 1, \dots, N, \quad N = K - 1. \quad (8)$$

Учитывая (6) – (8) преобразуем (5) в дискретную форму:

$$a = B \cos\left(\frac{2\pi}{N}ik + \phi\right), \quad k \in [0, N], \quad N > 2n, \quad (9)$$

пригодную для вычисления параметров  $B$  и  $\phi$  путем применения прямого дискретного преобразования Фурье [7].

В результате прямого дискретного преобразования Фурье из множества (8) получаем  $K = N + 1$  комплексных значений:

$$\tilde{a} = a \exp\left(\frac{-j2\pi}{K} ik\right), \quad i=0,1,\dots,K-1, \quad (10)$$

где  $j$  – мнимая единица. Разложим каждое комплексное  $\tilde{a}$  на действительную  $R$  и мнимую  $I$  составляющие:  $\tilde{a} = R + jI$ . Далее, определим амплитуды  $\tilde{B}_i$  и начальные фазы  $\tilde{\varphi}_i$  гармоник:

$$\tilde{B} = K \sqrt{R^2 + I^2}, \quad \tilde{\varphi} = \arctan(IR), \quad (11)$$

в отношении которых, применительно к разложению (9) известно [7], что,  $\phi = \tilde{\varphi}$  и в силу зеркального эффекта из  $K$  возможных гармоник  $\tilde{B}$  (11) следует использовать первую половину, а их амплитуды, исключая нулевую и среднюю гармоники, удвоить:

$$B = 2\tilde{B}, \quad i=1,2,\dots,N/2-1. \quad (12)$$

Этим поясняется требование  $N > 2n$  (9). Теперь все величины, входящие в (9), определены.

Решив выражение (6) относительно  $T = (K-1)\Delta t$ , а также выражение  $B$  (5) – относительно  $A = -4BT(\pi i)$ , завершаем определение параметров из разложения (3) и (4).

На практике измерения физических величин, например, ускорения  $a$  (8) как функции  $t$  (7), выполняется с погрешностями (шумами). Когда погрешности невелики, то их можно сгладить, если в разложении (5) использовать  $n \ll N$  (9). Так удается выделить искомую функциональную зависимость  $a = a(t)$  из шума. Проблему составляет выбор  $n$ . Сглаживая шум, можно сгладить и  $a = a(t)$ , а, значит, утратить сущность изучаемого процесса.

На рис. 1 показано сглаживание методами Фурье ((5) при  $n = 2N/100$ ) весьма зашумленных результатов измерения поперечного ускорения  $a_y$  ( $\text{м/с}^2$ ) сошника в процессе выполнения посева. Поскольку величина  $n$  не обоснована, то такой график малопригоден для изучения интересующих закономерностей.

Чтобы обосновать величину  $n$ , далее предлагается следующий алгоритм сглаживания: 1) Выполняем аппроксимацию экспериментальных данных  $a$  (8), применяя выражение (5) при максимальном значении

$n = \frac{1}{2}N - 1$ ; 2) Выполняем реконструкцию траектории движения сошника и, воспользовавшись выражением  $y = y(t)$  (3), вычисляем размах

$\Delta = |\max\{y(t)\} - \min\{y(t)\}|$  колебаний ординаты  $y$  в течение  $t \in [0, T]$ ; 3) Сравниваем расчетное значение  $\Delta_y$  с фактическим  $\Delta_y^*$ , которое получено экспериментально в процессе измерения  $a_y$  (8); 4) Если  $\Delta_y > \Delta_y^*$ , то уменьшаем  $n$  на единицу и повторяем пункты 1 – 3; 5) Значение  $n$ , при котором достигается условие  $\Delta_y \leq \Delta_y^*$ , считаем обоснованным.

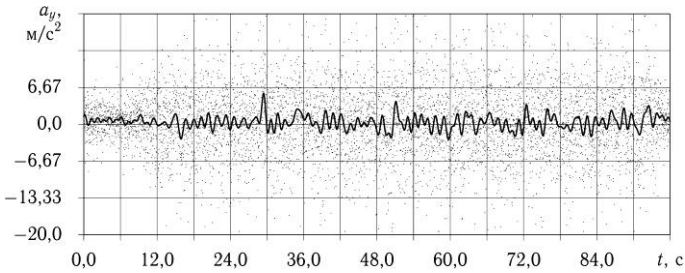


Рисунок 1 - Аппроксимация (линия) экспериментальных данных (точки) поперечной горизонтальной составляющей  $a_y$  ускорений, действующих на сошник

На рис. 2 представлены результаты реконструкции траектории движения сошника (поперечных отклонений (3)) на основе измерения горизонтальной составляющей его ускорений. Кривая 1 соответствует восстановленной функции  $a_y(t)$ , а кривая 2 – зависимости  $y(t)$ . При общем количестве замеров  $K = 9665$  в течение  $T = 96$  с задействовано  $n + 1 = 12$  гармоник.

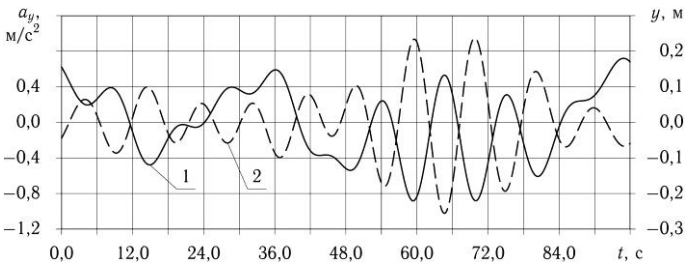


Рисунок 2 - Функциональные зависимости горизонтальной составляющей ускорения  $a_y(t)$  (1) сошника и его ординаты  $y(t)$  (2) от времени

Реконструированная таким способом траектория  $y = y(x)$  в каче-

ственном смысле соответствовала фактическому следу сошника. Дальнейшее повышение точности реконструированная возможно за счет измерения и учета нестабильности величины  $v_x = v_x(t)$  осевой составляющей скорости движения сошника.

### Заключение

Предлагаемая методика обработки экспериментальных данных по измерению параметров движения сошника позволяет, во-первых, восстановить проекцию траектории хода сошника на горизонтальную плоскость и, во-вторых, получить критерий выбора количества используемых гармоник, задействованных при аппроксимации результатов измерений методами Фурье.

### Литература

1. Большая книга афоризмов / Составитель К.В. Душенко. – [изд. 11-е, исправленное] – М.: изд-во «Эксмо», 2009. – 1054 с.
2. Мельник В.И. Математическое моделирование посева пропашных культур / В.И. Мельник, Аль-Фтиххат Моусаб Абдулвахид Моххамед // Бюллетень научных работ. Выпуск 31 / Белгород: Издательство БелГСХА им. В.Я.Горина, 2012. – С. 182 – 192.
3. Соболев И.М. Метод Монте-Карло / И.М. Соболев. – [4-е изд.] – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1985. – 80 с.
4. Михайлов Г.А. Численное статистическое моделирование: методы Монте-Карло: [учеб. пособие] / Г.А. Михайлов, А.В. Войтишек. – М.: Академия, 2006. – 366 с.
5. Мельник В.И. Проверка адекватности разработанной математической модели посева пропашных культур / В.И. Мельник, Аль-Фтиххат Моусаб Аб-дулвахид Моххамед, С.А. Никитенко // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету [Електронний ресурс]. – Мелітополь: ТДАТУ, 2012. – Вип. 2, Т. 3. – С. 95 – 100. – Режим доступа: <http://www.nbuu.gov.ua/e-journals/nvtdau>.
6. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления: [в 3 т.]. Т. 3. / Г.М. Фихтенгольц. – [8-е изд.] – М.: Физматлит, 2003. – 728 с.
7. Оппенгейм А. Цифровая обработка сигналов / А. Оппенгейм, Р. Шафер. – М.: Техноспера, 2006. – 856 с.

### Abstract

*The technique of experimental data on the measurement of motion parameters coulter for the purpose reconstruction of its trajectory and to develop criteria for the approximation of the degree of smoothing measurements Fourier methods.*

УДК 631.333

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ВАЛКА ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

**В.И. Мельник, д.т.н., А.А. Романащенко, доцент**

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства  
им. П. Василенко, г. Харьков, Украина*

*На основе теорий пластичности и предельного равновесия сплошных неупругих сред решается задача построения свободной поверхности органических удобрений, которые скапливаются впереди валкователя в процессе формирования валка.*

### Введение

Применение органических удобрений является мощнейшим фактором получения высоких урожаев и, что важнее, восстановления плодородия почвы. Распределять их следует равномерно и заделывать немедленно. При нормах внесения больше 60 т/га эффективны валкообразователи-разбрасыватели [1]. Их технологический процесс предполагает формирование валка удобрений из куч и последующее разбрасывание.

### Основная часть

**Целью настоящих исследований** является математическое описание фронта удобрений, находящихся в створе валкователя.

**Результаты и обсуждение.** Считаем, что органические удобрения удовлетворяют модели пластической среды [2, 3] и предельному условию пластичности Сен-Венана [4], которая характеризуется коэффициентом пластичности  $k$  и удельным весом  $\gamma$ .

Задачу сводим к плоской постановке. Напряженное состояние среды описываем ортогональным тензором напряжений, представленным в декартовой системе координат  $Oxy$  (рис. 1):  $\sigma_{xx}$  и  $\sigma_{yy}$  — нормальные напряжения, действующие вдоль оси абсцисс и ординат;  $\sigma_{xy} = \sigma_{yx}$  — касательные компоненты тензора напряжений.

Положительными считаем сжимающие напряжения и главные нормальные напряжения ранжируем так  $\sigma_1 \leq \sigma_2 \leq \sigma_3$  [4, 5].

Воспользовавшись законом подобия [5], изучая качественную сторону вопроса, все задачи решаем в безразмерных единицах.

С учетом принятого, система дифференциальных уравнений плоского пластического состояния среды (в работе [4] — система уравнений предельного равновесия) выглядит так [2, 3, 4]:

$$\begin{cases} \frac{\partial s}{\partial x} - 2k \left( \sin 2\varphi \frac{\partial \varphi}{\partial x} - \cos 2\varphi \frac{\partial \varphi}{\partial y} \right) = 0, \\ \frac{\partial s}{\partial y} + 2k \left( \cos 2\varphi \frac{\partial \varphi}{\partial x} + \sin 2\varphi \frac{\partial \varphi}{\partial y} \right) = \gamma, \end{cases} \quad (1)$$

где  $s = \frac{1}{2}(\sigma_3 + \sigma_1)$  — полусумма наибольшего  $\sigma_3$  и наименьшего  $\sigma_1$  главных нормальных напряжений;  $\varphi$  — угол между линией действия  $\sigma_3$  и осью абсцисс  $Ox$ .

Для системы (1) известно характеристическое решение. Опираясь на него, любую практическую задачу можно свести к известным краевым задачам Коши, Римана, Гурса, или к смешанным задачам [4]. Проблему составляют граничные условия. Ее причина обусловлена тем, что в большинстве случаев до решения задачи положение и форма характеристик не известны.

Обойти упомянутую проблему можно, воспользовавшись соотношениями, полученными для системы (1) в работе [4]. Подобно соотношениям на характеристиках они выполняются вдоль линий, параллельных осям декартовой системы координат и называются соотношениями на декартовых координатах. В отличие от соотношений на характеристиках, они выполняются вдоль прямых, положение и форма которых известна заранее. Применительно к нашей задаче, упомянутые соотношения принимают следующий вид.

Соотношения на абсциссе:

$$x|_{y=\text{const}} = 2k \exp\left[(\gamma y - \tilde{C}_y)/2k\right] \text{ctg} \varphi + C_y^*, \quad (2)$$

$$s|_{y=\text{const}} = k \ln(\sin^2 \varphi) + C_y^+, \quad (3)$$

где  $\varphi \in ]\varphi - \pi, \varphi + \pi[$ ,  $\varphi = \pm \pi$ ,  $(4)$

$$C_y^+ = \tilde{C}_y + k \ln(2(C^v)^2), \quad (5)$$

$\tilde{C}_y$ ,  $C_y^*$  и масштабирующий множитель  $C^v$  — константы.

Соотношения на ординате:

$$y|_{x=\text{const}} = (-1)^r 2k \exp(-\tilde{C}_x/2k) \text{tg} \varphi + C_x^*, \quad (6)$$

$$s|_{x=\text{const}} = k \ln(\cos^2 \varphi) + \gamma y + k \ln(2(C^v)^2) + \tilde{C}_x, \quad (7)$$

где  $\varphi \in ]\varphi_{x_o} - \frac{1}{2}\pi, \varphi_{x_o} + \frac{1}{2}\pi[$ ,  $\varphi_{x_o} = \pm \frac{1}{2}\pi$ ,  $(8)$

$$r|_{\varphi > \varphi_{x_0}} = 1, \quad r|_{\varphi < \varphi_{x_0}} = 2, \quad (9)$$

$$C_x^+ = \gamma C_x^* + k \ln(2(C^v)^2) + \tilde{C}_x, \quad (10)$$

$\tilde{C}_x, C_x^*$  — константы.

Масштабирующий множитель  $C^v$  остается постоянным для всей области пластичности, в то время, как постоянные  $\tilde{C}_y, C_y^*, C_y^+$  или  $\tilde{C}_x, C_x^*, C_x^+$  — изменяются всякий раз, когда меняется положение прямой, параллельной оси системы координат, для которой применяются соотношения (2) – (5) или (6) – (10).

На рис. 1А изображен агрегат для внесения органических удобрений путем формирования валка из кучи и последующего разбрасывания валка. Он состоит из трактора 1, валкователя 2 [6] и барабанного разбрасывателя 3 [7]. На рис. 1В изображена схема валкователя, основу которого составляют левый 4 и правый 5 формирующие щиты, между которыми располагается окно для прохода валка, сформированного из предварительно отделенного от кучи массива  $L^u R^d L^d$  органических удобрений 6.

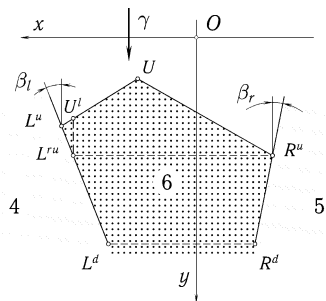
На рис. 1В ось ординат противоположна направлению движения агрегата. Окно для прохода валка  $L^d R^d$  симметрично относительно оси симметрии трактора, а формирующие валок щиты  $L^u L^d$  и  $R^u R^d$  ориентированы под разными углами  $\beta_l$  и  $\beta_r$ . Последнее связано с необходимостью отделения части кучи от общего массива и дальнейшего формирования валка из отделенной части.

Условия трения на левом и правом щитах определяются коэффициентами внешнего трения  $f_l$  и  $f_r$ . Предполагается, что необходимый объем органических удобрений уже  $L^u R^d L^d$  попал в валкообразователь асимметрично. Верхнюю границу удобрений  $L^u R^u$  в дальнейшем надлежит восстановить теоретическим путем.

В реальности вся объемная конструкция валкователя располагается горизонтально. Чтобы свести задачу к плоской постановке, представляем, что вся эта конструкция располагается вертикально, а органические удобрения как бы засыпаны сверху внутрь валкователя. На рис. 1 ориентацию исследуемой системы задает вектор весовых сил  $\gamma$ , по направлению совпадающий с осью  $Oy$ .



А



В

Рисунок 1 - Агрегат для внесения органических удобрений путем формирования валка из куч и его последующего разбрасывания: А) общий вид агрегата, состоящего из трактора 1, валкователя 2 и разбрасывателя 3; В) схема валкователя, где: 4, 5 — формирующие щиты; 6 — органические удобрения

Для решения задачи были сформулированы граничные условия [8] и разработан алгоритм для расчета кривой (рис. 2) фрагмента  $U^lUR^u$  свободной поверхности  $L^uUR^u$ . Из анализа результатов расчетов и рис. 2 следуют выводы.

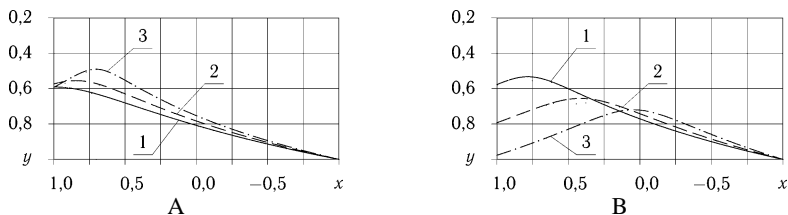


Рисунок 2 - Построенные в соответствии с исходными данными из табл. 1 линии фрагмента  $U^lUR^u$  свободной границы  $L^uUR^u$  (общие данные —  $k = 1$ ;  $\gamma = 5$ ;  $y|_{R^u} = 1$ ;  $(x|_{L^ru} - x|_{R^ru}) = 2$ ;  $\beta_r = \pi/12$ ): двнные для рис. А —  $f_l = \text{tg}(0,5)$ ;  $f_r = \text{tg}(0,3)$ ;  $\beta_l = \pi/6, \pi/8$  и  $\pi/10$  (кривая 1, 2 и 3); данные для рис. В —  $\beta_l = \pi/6$ ;  $f_l = \text{tg}(0,5)$  и  $f_r = \text{tg}(0,3)$  (кривая 1);  $f_l = \text{tg}(0,4)$  и  $f_r = \text{tg}(0,4)$  (кривая 2);  $f_l = \text{tg}(0,3)$  и  $f_r = \text{tg}(0,5)$  (кривая 3).

### Закключение

1) Общий характер кривых свободной границы соответствует действительности; 2) Чем меньше угол наклона левого щита валкователя, тем сильнее вправо смещается максимум кривой свободной границы; 3) Увеличение удельного веса модельной среды при условии, что коэффициент пластичности сохраняет свое значение, приводит к «проседанию

среды между щитами», т.е. к уменьшению высоты максимума на кривой свободной границы; 4) Пропорциональное увеличение коэффициента пластичности и удельного веса среды в одно и то же количество раз не приводит к изменению характера кривых свободной границы; 5) Уменьшение коэффициента внешнего трения на левом щите валкователя и пропорциональное увеличение коэффициента трения, действующего на правом щите валкователя, приводит к «провалу среды» вдоль щита с меньшим трением и пропорциональному смещению максимума на кривой свободной границы в сторону щита с более интенсивным трением; 6) Из предыдущих выводов следует, что увеличение углов наклона щитов валкователя, а также коэффициентов внешнего трения, действующего на них, приводит к увеличению транспортирующей способности валкователя, т.е. к увеличению высоты максимума на кривой свободной границы. При определенных значениях  $\beta_l$ ,  $\beta_r$ ,  $f_l$  и  $f_r$  транспортирующая способность валкователя может стать избыточной; 7) В качественном понимании пункты 1 – 5 согласуются с физическим смыслом решаемой задачи, а, следовательно, они могут быть использованными при обосновании параметров конструкции валкователя органических удобрений.

### Литература

1. Бондаренко А.М. Механико-технологические основы процессов производства и использования высококачественных органических удобрений [Текст]: монография / А.М. Бондаренко. — Зерноград: ВНИПТИМЭСХ, 2001. — 289 с.
2. Писаренко Г.С. Уравнения и краевые задачи теории пластичности и ползучести [Текст]: Справочное пособие / Г.С Писаренко., Н.С. Можаровский. — К.: Наукова думка, 1981. — 496 с.
3. Можаровский Н.С. Теория пластичности и ползучести в инженерном деле [Текст] / Н.С. Можаровский // Приложение методов теории пластичности и ползучести к решению инженерных задач машиностроения: в 2 ч., — К.: Выща школа, 1991. — Ч. 1. — 264с.
4. Мельник В. И. Предельное равновесие связанных и сыпучих сред [Текст]: монография / В.И.Мельник.— Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012, — 357 с.
5. Соколовский В. В. Статика сыпучей среды [Текст]: / В.В. Соколовский.— [4-еизд.].— М.: Наука, 1990.— 272с.
6. А.с. 1817972 СССР, МПК<sup>4</sup> А 01 С 3/08. Валкообразователь органических удобрений [Текст] / Н.З. Макеев, А.А. Романашенко, А.И. Анিকেев, А.Н. Красноруцкий — Заявл. 30.04.1991, № 4932853/30-15, Оpubл. в Б.И. 1993, № 20.

7. А.с. 1459621 СССР, МПК<sup>4</sup> А 01 С 3/06. Разбрасыватель органических удобрений [Текст] / Н.З. Макеев, А.С. Зайцев, А.И. Никитенко, А.А. Немцев А.И. Аникеев, А.Н. Красноурецкий — Заявл. 27.08.1986, № 4109627/30-15, Оpubл. в Б.И. 1989, № 7.

8. Мельник В.И. Анализ граничных условий, возникающих на щитах валкообразователя органических удобрений [Текст] / В.И. Мельник, А.А. Романашенко // Бюллетень научных работ. Выпуск 30 / Белгород: Издательство БелГСХА им. В.Я.Горина, 2012. — С. 182 – 192.

### **Abstract**

*On the basis of the theory of plasticity and limit equilibrium solid elastic media the problem of constructing the free surface of organic fertilizers, which accumulate in the front rake swath.*

УДК 001.76:631.333

## **О ПОВЫШЕНИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МАШИН-УДОБРТЕЛЕЙ**

**В.А. Рычков, д.т.н, С.С. Васильев, инженер,**

*ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства (ВНИМС), г. Рязань, Российская Федерация*

*Изложена методика формирования рационального транспортно-технологического комплекса (ТТК) машин для внесения минеральных удобрений по критерию минимального простоя машин-удобрителей (М-У) в ожидании загрузки.*

### **Введение**

Выполнение технологических процессов внесения минеральных удобрений должно осуществляться в оптимальные агротехнические сроки и с минимальными затратами. Превышение оптимальных агротехнических сроков внесения удобрений только на один день приводит к потере 0,3 центнеров зерновых, по 1,8 центнера картофеля и кукурузы на каждом гектаре посева. При этом продолжительность оптимальных периодов внесения удобрений является весьма ограниченной и составляет в зависимости от динамики формирования компонентов урожайности для зерновых культур от 1,5 до 6 дней [1].

Загрузка М-У осуществляется по двум технологическим схемам: прямоточной и перегрузочной. Прямоточная схема используется для большегрузных М-У и при малых радиусах доставки удобрений от склада хозяй-

ства до поля. В перегрузочном варианте технологии загрузка М-У осуществляется в поле как растаренными удобрениями, так и непосредственно из мягких контейнеров.

В этом варианте технологии производительность М-У в га за 1 час сменного времени без простоя в ожидании загрузки удобрениями рассчитывается по формуле [2]:

$$W_{M-U} = \frac{1 - t_{T.O.}}{\frac{1}{0,1B_3 v_{M-U}} + \frac{t_{пов}}{0,006 l_{\Gamma} B_3} + \frac{10^3 q_{вн}}{10^3 W_{T-П}^3} + \frac{t_{пер}}{F_{\Pi}}}, \quad (1)$$

где  $t_{T.O.}$  – продолжительность остановок на проведение технического обслуживания и настроек М-У, приходящаяся на 1 час её работы, ч ( $t_{T.O.} \approx 0,13$  ч);  $B_3$  – рабочая ширина захвата М-У, м;  $v_{M-U}$  – рабочая скорость М-У, км/ч;  $t_{пов}$  – время одного поворота М-У, мин. ( $t_{пов} \approx 0,32$  мин.);  $l_{\Gamma}$  – длина гона, м;  $q_{вн}$  – доза внесения удобрений, кг/га;  $W_{T-П}^3$  – производительность транспортноразгрузчика-перегрузчика

(Т-П) на перегрузке удобрений, т/ч;  $t_{пер}$  – время переезда М-У с поля на поле, ч ( $t_{пер} \approx 0,13$  ч);  $F_{\Pi}$  – средняя площадь обрабатываемых полей, га.

Однако представленная расчетная формула не учитывает время возможного простоя М-У в ожидании её загрузки ввиду отсутствия в нужный момент в поле загруженного Т-П.

### **Основная часть**

**Цель исследования** – выработка мер повышения сменной производительности М-У за счет снижения их простоя под загрузкой.

**Методика.** Решение поставленной задачи базируется на сопоставлении циклограмм работы входящих в транспортно-технологический комплекс (ТТК) М-У и Т-П.

**Результаты и обсуждение.** Для выявления факторов, определяющих продолжительность простоя М-У в ожидании загрузки удобрениями, рассмотрим приближенные к практике циклограммы работы ТТК, состоящего, например, из 3-х однотипных разбрасывателей минеральных удобрений и одного обслуживающего их Т-П в виде зависимостей наличия удобрений в туковых бункерах М-У ( $Q_{M-U}^0$ ) и в кузове Т-П ( $Q_{T-П}^0$ ) от времени  $t$  (рисунк). При этом условимся считать, что грузоподъемность кузова Т-П обеспечивает однократную загрузку звена из 3-х М-У, т.е.  $Q_{T-П}^0 = 3Q_{M-U}^0$ .

Из представленных циклограмм очевидно, что в рассматриваемой модели функционирования системы отсутствие простоя М-У в ожидании загрузки будет обеспечено при условии, если Т-П успеет загрузиться в складе удобрений и вернуться в поле к моменту опорожнения тукового бункера

первой в звене М-У [3]. Исходя из этого условия, с учетом приведенных циклограмм время простоя одной из М-У в ожидании загрузки

$$t_{M-U}^{пр} = \left( t_{T-П}^{П-C} + t_{T-П}^{C-П} + t_{T-П}^3 \right) - \left[ t_{M-U}^{вн} - t_{M-U}^3 (n_{M-U} - 1) \right], \quad (2)$$

где  $n_{M-U}$  – число работающих в звене машин-удобрителей.

Суммарное время движения Т-П на плече «поле – склад»

$$t_{T-П}^{П-C} + t_{T-П}^{C-П} = 60 \frac{l_{C-П}}{v_{T-П}^{пор}} + 60 \frac{l_{C=П}}{v_{T-П}^{гр}}, \quad (3)$$

где  $l_{C-П}$  – расстояние от склада удобрений до поля, км;  $v_{T-П}^{гр}$  – скорость движения соответственно порожнего и загруженного Т-П.

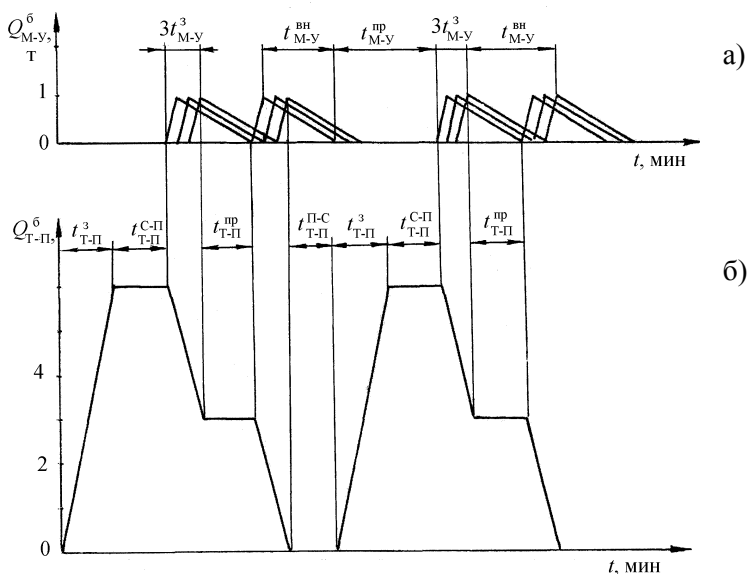


Рисунок - Циклограммы работы разбрасывателей минеральных удобрений (а) и транспортировщика-перегрузчика удобрений (б):

$t_{M-U}^3$  – время загрузки одной М-У удобрениями;  $t_{M-U}^{вн}$  – время работы одной М-У на внесении удобрений до опорожнения тукового бункера;  $t_{M-U}^{пр}$  – время простоя М-У в ожидании загрузки;  $t_{T-П}^3$  – время загрузки Т-П в складе;  $t_{T-П}^{C-П}$ ,  $t_{T-П}^{П-C}$  – время переезда Т-П соответственно от склада до поля и от поля до склада удобрений;  $t_{T-П}^{пр}$  – время простоя Т-П в ожидании заявки на загрузку М-У.

Время загрузки Т-П в складе удобрений:

$$t_{T-II}^3 = 60 \frac{Q_{T-II}^{\delta}}{W_3}, \quad (4)$$

где  $Q_{T-II}^{\delta}$  – грузоподъемность бункера Т-II, т;  $W_3$  – производительность складского загрузчика удобрений, т/ч.

Время работы М-У на внесении удобрения до опорожнения её бункера в минутах определяется по формуле

$$t_{M-Y}^{BH} = L_X \left( \frac{0,06}{v_{M-Y}} + \frac{t_{пов}}{l_{\Gamma}} \right), \quad (5)$$

где  $L_X$  – запас рабочего хода М-У, м;  $v_{M-Y}$  – рабочая скорость М-У, км/ч;  $t_{пов}$  – время на поворот М-У, мин;  $l_{\Gamma}$  – длина гона, м.

Запас рабочего хода М-У:

$$L_X = \frac{10^7 Q_{M-Y}^{\delta}}{q_{BH} B_3}, \quad (6)$$

где  $Q_{M-Y}^{\delta}$  – грузоподъемность тукового бункера М-У, т.

Подставив выражение для  $L_X$  в (5), получим

$$t_{M-Y}^{BH} = \frac{10^7 Q_{M-Y}^{\delta}}{q_{BH} B_3} \left( \frac{0,06}{v_{M-Y}} + \frac{t_{пов}}{l_{\Gamma}} \right). \quad (7)$$

Время загрузки одной М-У

$$t_{M-Y}^3 = 60 \frac{Q_{T-II}^{\delta}}{W_{T-II}}, \quad (8)$$

где  $W_{T-II}$  – производительность Т-II на перегрузке удобрений, т/ч.

Подставив в формулу (2) значения входящих в неё величин из формул (3-5), (7) и (8), получим:

$$t_{M-Y}^{np} = \left[ 60 l_{C-II} \left( \frac{1}{v_{T-II}^{nop}} + \frac{1}{v_{T-II}^{ep}} \right) + \frac{60 Q_{T-II}^{\delta}}{W_{T-II}} \right] - \left\{ \frac{10^7 Q_{M-Y}^{\delta}}{q_{BH} B_3} \left[ \frac{0,06}{v_{M-Y}} + \frac{t_{пов}}{l_{\Gamma}} \right] - \frac{60 Q_{M-Y}^{\delta}}{W_{T-II}} (n_{M-Y} - 1) \right\}. \quad (9)$$

В рассматриваемом примере суммарный внутрисменный простой одной М-У в ожидании загрузки в часах составит:

$$T_{M-Y}^{np(см)} = t_{M-Y}^{np} \frac{T_{CM}}{2t_{M-Y}^3 + t_{M-Y}^{BH} + t_{M-Y}^{np}}, \quad (10)$$

где  $T_{CM}$  – продолжительность рабочей смены, час.

С учетом внутрисменного простоя М-У в ожидании её загрузки фактическая сменная её производительность в га/ч составит

$$W_{M-U}^{CM(факт)} = W_{M-U} \left( T_{CM} - T_{M-U}^{пр(см)} \right). \quad (11)$$

### Заключение

1. Разработанная применительно к перегрузочной схеме технологии внесения удобрений методика анализа функционирования ТТК на базе совмещенных циклограмм наличия удобрений в бункерах М-У и Т-П позволяет сформировать оптимальный состав ТТК, обеспечивающий максимальную производительность М-У при минимальных затратах на их обслуживание.

2. Продолжительность простоев М-У в ожидании их загрузки в наибольшей степени зависит от расстояния доставки удобрений на плече «склад хозяйства – поле».

3. Изложенная методика может быть использована при формировании рационального ТТК для обслуживания зерновых и зернотуковых сеялок.

### Литература

1. Степук, Л.Я, Барабанов, В.В., Крот, Д.А. О повышении сменной производительности навесных машин для внесения минеральных удобрений // Агронарама. – 2007. – № 4. – С. 36-39.

2. Догановский, М.Г. Машины для внесения удобрений / М.Г. Догановский, Е.В. Козловский. – М.: Машиностроение, 1972. – 272 с.

3. Рычков, В.А., Васильев, С.С. Организация рационального транспортно-технологического обеспечения работы машин-удобрителей // Техника в сельском хозяйстве. – 2013. – № 1. – С. 18-20.

УДК 631.312.021

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОРУДИЯ ДЛЯ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

**В.А. Агейчик, к.т.н., доцент; Н.Н. Романюк, к.т.н., доцент; К.В. Сашко, к.т.н., доцент; Б.М. Астрахан, к.т.н., доцент; П.В. Клавсуть**  
*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*В статье предложена оригинальная конструкция корпуса плуга, использование которого позволит уменьшить энергоёмкость процесса вспашки и улучшить технологический процесс крошения почвенного пласта.*

### **Введение**

Определяющее значение в системе механической обработки почв принадлежит основной обработке. Именно основная обработка в наибольшей степени определяет характер протекания физико-биологических процессов в почве.

От качества выполнения технологического процесса основной обработки почвы во многом зависят физико-биологические и химические процессы, протекающие в пахотном и подпахотном горизонтах, количество последующих проходов орудий по полю, качество размещения семян в почве и т.д., что в конечном итоге сказывается на урожайности возделываемых культур. Однако при вспашке почвы плугами общего назначения даже в период ее физической спелости в среднем только 20% поля соответствует агротехническим требованиям по степени крошения. За счет того, что в процессе вспашки преобладающим видом деформации пласта является сжатие, после прохода орудия на поле образуются комки, плотность которых в некоторой степени даже превышает объемный вес почвы до обработки.

Решение данных проблем требует детального изучения процесса воздействия рабочих органов на почву, раскрытия внутренних процессов деформации, перемещения почвенных элементов и исследования влияния конструктивных параметров на качество обработки. При этом необходимо иметь в виду, что вспашка является самой энергоемкой операцией в растениеводстве, на ее осуществление приходится около 40 % энергозатрат по подготовке почвы [1].

Целью данных исследований является уменьшение энергоёмкости процесса вспашки и улучшение технологического процесса крошения почвенного пласта.

### **Основная часть**

Проведенный патентный поиск показал, что известен корпус плуга [2], включающий стойку, лемех, полевую доску, укороченную часть отвала, дисковый вращающийся отвал, установленный на оси и выполненный из отдельных сегментных элементов из пружинной стали, скрепленных в диск при помощи фланца. Фланец жестко соединен с осью, которая установлена в подшипниках опоры. Опора прикреплена через фланец с продолговатыми отверстиями под крепежные болты, а кронштейн - к стойке корпуса. На упругих сегментных элементах с рабочей стороны закреплены зубья, расположенные на различном удалении от центра диска. Регулируемый упор состоит из гайки, цанги, которая одним концом прикреплена к оси, а другим - упирается в упругие элементы.

Известный корпус плуга обладает недостатком - не обеспечивается достаточное качество вспашки.

Известен корпус пуга [3], содержащий стойку, полевую доску, лемех, укороченный отвал со свободно закрепленным на оси диском с закрепленными на его обращенной к почвенному пласту поверхности рыхлительными элементами, причём рыхлительные элементы диска выполнены в виде прямоугольных пластин, заостренных со стороны направления обрабатываемого пласта почвы, расположенных под углом  $0...45^\circ$  относительно линии движения корпуса пуга.

Недостатком такого корпуса пуга является быстрое забивание и залипание поверхности диска почвой и растительными остатками, особенно на тяжёлых почвах повышенной влажности, что нарушает технологический процесс крошения почвенного пласта и создаёт значительное сопротивление со стороны почвы перемещению пуга.

В Белорусском государственном аграрном техническом университете разработан оригинальный корпус пуга [4].

На рисунке 1, а показан корпус пуга, вид сверху; на рисунке 1, б – вид А; на рисунке 1, в – сечение В-В.

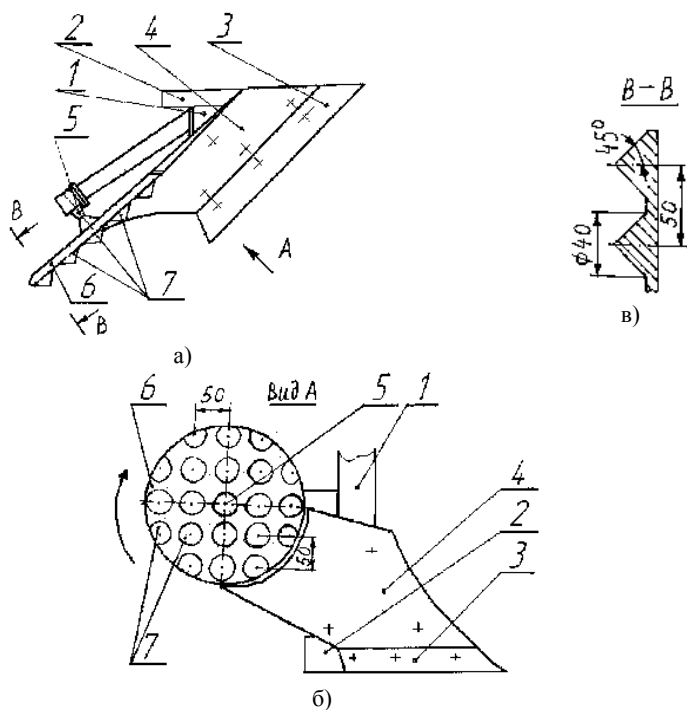


Рисунок 1 – Корпус пуга

Корпус плуга работает следующим образом. Пласт почвы, поднимаясь по укороченной части отвала 4, поступает на диск 6, где взаимодействует с рыхлительными элементами 7. Ось 5 диска располагается выше центра тяжести пласта почвы и за счет сил сцепления движущегося пласта с диском 6 и рыхлительных элементов 7 происходит вращение диска 6 в направлении движения почвы (по часовой стрелке). При взаимодействии рыхлительных элементов 7 с обрабатываемым пластом почвы, происходит дополнительное его крошение и частичное измельчение растительных остатков в почве. При этом за счёт расположения точек пересечения с поверхностью диска осей симметрии всех прямых круговых конусов в вершинах, примыкающих друг к другу квадратов со сторонами, равными 50 мм обеспечивается необходимое преобладание в обрабатываемом слое фракций размером до 50 мм [5]. Так как углы трения различных типов почвы и расположенных в ней растительных остатков по стали не превышают  $42^{\circ}$  [6], то в соответствии с законом Кулона продвижение их по опорным поверхностям возможно, если острый угол этих поверхностей с направлением перемещения меньше  $46^{\circ}$ , то есть результирующая действующих на почвенную частицу сил не попадает в конус трения её об опорную поверхность, что исключает при принятом угле между образующей каждого прямого кругового конуса и его осью симметрии равном  $45^{\circ}$  забивание и залипание поверхности диска 6 почвой и растительными остатками.

Выполнение оснований рыхлительных элементов 7 в виде кругов диаметром 40 мм обеспечивает между поверхностями рыхлительных элементов зазор, исключающий заклинивание и залипание между ними частиц почвы.

### **Заключение**

Предложена оригинальная конструкция корпуса плуга, использование которого позволит уменьшить энергоёмкость процесса вспашки и улучшить технологический процесс крошения почвенного пласта.

### **Литература**

1. Фархутдинов, И.М. Совершенствование лемешно-отвальной поверхности корпуса плуга на основе моделирования технологического процесса вспашки : автореф. дис... канд. техн. наук: 05.20.01 / И.М. Фархутдинов ; ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный аграрный университет». – Уфа : 2012. – 19с.
2. Авторское свидетельство СССР №751339, кл. А01В 5/04, 1980.
3. Патент на изобретение РФ №2412570 С1, МПК А 01 В 15/00, 2006.

4. Корпус плуга : патент 17919 С1 Респ. Беларусь, МПК А 01В 7/00 / Н.Н. Романюк, В.А. Агейчик, И.Т.Сеген ; заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т.– № а 20110998 ; заявл. 18.07.2011 ; опубл. 28.02.2014 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці.–2014.–№ 1.– С.48.

5. Клочков В.А., Чайчиц Н.В., Буяшов В.П. Сельскохозяйственные машины / В.А. Клочков, Н.В. Чайчиц, В.П. Буяшов. – Минск : Ураджай, 1997. – С.12...13.

6. Сабликов М.В. Сельскохозяйственные машины. Основы теории и технологического расчёта / М.В. Сабликов. – М. : Колос, 1968. – С.9.

### **Abstract**

*The article proposes an original design of the plow body, the use of which will reduce energy consumption and improve the process of plowing process crumbling soil formation.*

УДК 631.353:631.171

## **К ВОПРОСУ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОВЯЛИВАНИЯ СКОШЕННЫХ ТРАВ В ПОЛЕ**

**И.В. Кокунова, к.т.н., доцент, О.С. Титенкова, аспирант**  
ФГБОУ ВПО «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия», г. Великие Луки, Российская Федерация

*Рассмотрено влияние природно-климатических факторов на эффективность провяливания скошенных трав в поле и способы интенсификации влагоотдачи растительной массы. Предложены технические решения для совершенствования кормоуборочной техники с целью повышения качества производимых растительных кормов.*

### **Введение**

Современные технологии заготовки кормов из трав в виде сена и сенажа требуют снижения влажности скошенных растений в полевых условиях с 56-85% до 18-20 и 45–55% соответственно. Чем быстрее достигается эта влажность, тем больше вероятность исключить попадание скошенной растительной массы под атмосферные осадки, которые приводят к резкому снижению качественных показателей заготавливаемого корма.

### **Основная часть**

В условиях Северо-Запада Российской Федерации существенным отрицательным фактором, влияющим на своевременное и качественное выполнение

технологических операций по заготовке кормов, и тем самым снижающим их качество, а порою приводящим к порче, являются неблагоприятные для сушки погодные условия, складывающиеся в регионе в этот период.

Питательность заготавливаемого травяного корма зависит также от количества выпавших осадков и влажности растительной массы к моменту их выпадения. Так, учеными Северо-Западного НИИМЭСХ Россельхозакадемии установлено, что выпадение осадков на только что скошенную траву не оказывает существенного влияния на снижение качества корма, а только удлиняет процесс провяливания растительной массы. И наоборот, чем сильнее проявлена трава, попавшая под дождь, тем больше потери питательных веществ, так как стенки мертвых растительных клеток становятся более проницаемыми для воды и в них начинают происходить вторичные процессы ферментации.

В результате действия физиолого-биохимических процессов суммарные потери сухого вещества при сравнительно быстром провяливании бобовых трав в поле до влажности 30-35% составляют 10-12%, при медленном же провяливании в неблагоприятных погодных условиях эти потери увеличиваются до 20-25%, то есть в 2 раза. При этом потери сухого вещества только на дыхании растений составляют, соответственно, 4,5 и 8,5%. Следует отметить, что в первую очередь теряются листья и соцветия, то есть наиболее питательные части растений [3].

Исследования, проведенные Кузнецовым Н.Н., показали, что вероятность убрать стебельчатые корма, не попавшее под дождь, при провяливании скошенной травяной массы в течении суток составляет 72%, двух суток – 58%, трех – 37%. Поэтому скошенную траву не рекомендуется провяливать более 2 суток [1].

Степень провяливания скошенных трав зависит от погодных условий (температуры, влажности воздуха и почвы, атмосферных осадков), интенсивности солнечной радиации, скорости ветра, вида растений, фазы их вегетации, соотношения стеблей и листьев, структуры валков, применения технических средств для интенсификации провяливания [5].

Рассмотрим влияние указанных факторов на процесс сушки трав в поле на примере Псковской области. Так, в данном регионе с мая по август значения суммарной солнечной радиации находятся в пределах от 400-600 МДж/м<sup>2</sup> [4]. Солнечная радиация разрушает каротин, ксантофилл, хлорофилл в скошенной траве, однако превращает провитамин эргостерин в активный витамин D, потребность в котором возрастает при современных промышленных технологиях содержания крупного рогатого скота в закрытых помещениях.

Вид убираемых растений и фазы их вегетации также влияют на интенсивность провяливания. Например, овсяница луговая сохнет значительно быстрее, чем люцерна или райграс. Травы, скошенные в фазе цветения, провяливаются в 2-3 раза быстрее, чем в фазе колошения или бутонизации.

Причем эффект проявливается больше в травах, исходная масса которых содержит меньше сахара [5].

Эффект сушки растительной массы в поле зависит от структуры сформированного валка. Чем шире и тоньше валок, тем лучше проявливается растительная масса. Для улучшения структуры валков их рекомендуется максимально аэрировать.

Скорость испарения влаги зависит от температуры вентилируемого через высушиваемый материал воздуха. Количество водяных паров, переходящих от растительной массы к воздуху, зависит от относительной влажности последнего. Насыщенный водяными парами воздух, выходящий из слоя материала, должен постоянно заменяться более сухим. В этой связи важным параметром процесса сушки является скорость перемещения воздуха в зоне испарения влаги [3].

Средние значения скорости ветра по Псковской области в летний период (июнь-август) за десятилетний период метеонаблюдений (с 2003 по 2013 годы) представлены на рисунке 1.

Атмосферная циркуляция обуславливает преобладание за год ветров южного и юго-западного направлений. Совместная их повторяемость за год составляет осенью и зимой 35-40% за месяц, к лету уменьшается до 25%. Весной и в начале лета велика повторяемость северо-западных ветров (18-20%). Летом часто бывают ветры северной четверти (северные, северо-западные, северо-восточные). Суммарная повторяемость их в это время достигает 35-40% за месяц, а в холодное лето 55-60%. Средняя месячная скорость ветра в течение года изменяется в пределах 3-5 м/с, средние скорости ветра в летний период находятся в диапазоне 0,8-2,5 м/с [4, 6].

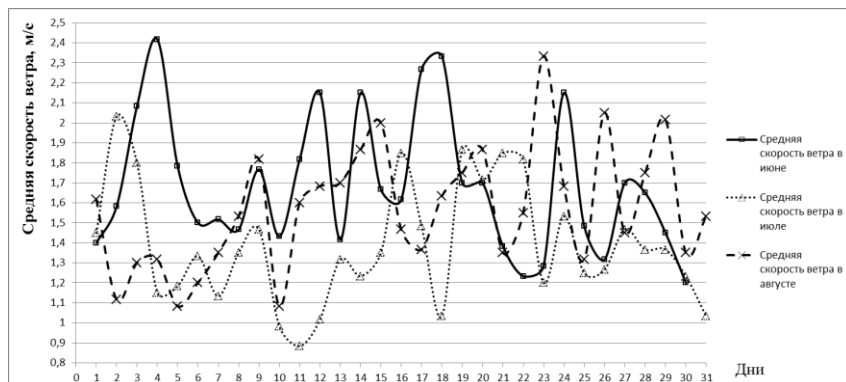


Рисунок 1 – Средние значения скорости ветра по Псковской области в летний период (по месяцам)

Сильный ветер (15 м/с и более) бывает в Псковской области не часто, в среднем 11 дней в году. Наибольшее число дней с таким ветром за месяц не превышает 3-5. Продолжительность больших скоростей ветра невелика: ветер более 8 м/с может длиться 50-75 ч за месяц в холодный период и около 30 ч – летом. На ветер скоростью 12 м/с и более приходится от 3 ч в мае до 17 ч в феврале при непрерывном сохранении его в среднем 2-7 ч.

На основании рекомендаций Министерства сельского хозяйства Российской Федерации [2] можно рассчитать скорость ветра, необходимую для провяливания скошенной растительной массы в полевых условиях в зависимости от видового состава убираемых трав и их урожайности, а также от влажности и температуры атмосферного воздуха в период кормозаготовки.

Так, необходимую для провяливания трав скорость ветра  $V_n$  (м/с) в скошенном слое при благоприятных погодных условиях в агротехнический срок  $T = 24$  ч можно определить по формуле:

$$V_n = \frac{m' \cdot \gamma \cdot h}{3600 \cdot T \cdot \Delta\alpha},$$

где  $m'$  – масса испаряемой влаги для получения 1 т травяного корма (сена, сенажа), кг/т; выбирается с учетом начальной и конечной влажности травяной массы. При заготовке сена  $m' = 3000$  кг [2];

$\Delta\alpha$  – влагопоглотительная способность воздуха, г/м<sup>3</sup>; выбирается в зависимости от начальной влажности воздуха и его температуры. Принимаем  $\Delta\alpha = 1,9$  г/м<sup>3</sup>;

$h$  – высота продуваемого слоя (валка), м. Принимаем  $h = 0,6$  м;

$\gamma$  – плотность валка в зависимости от ботанического состава трав, кг/м<sup>3</sup>.

Для злаковых трав принимаем  $\gamma = 41$  кг/м<sup>3</sup>.

Подставив в формулу известные значения, получим  $V_n = 0,5$  м/с. Для агротехнического срока  $T = 48$  ч необходимая скорость ветра для провяливания трав в благоприятных погодных условиях составит 0,25 м/с.

Продолжительность слабого ветра (до 1,0 м/с) в летний период в условиях Псковской области составляет около 200 ч за месяц. Этого бывает достаточно для провяливания в поле скошенных трав при благоприятных условиях. Однако, при нестабильной погоде (частых атмосферных осадках) необходимо применять специальные приемы и технические средства для интенсификации сушки трав. Для этих целей могут применяться косилки-плющилки или косилки-кондиционеры, ворошилки (вспушиватели), грабли, плющилки скошенных трав (рекондиционеры).

Последняя группа машин в кормопроизводстве России и стран СНГ применяется довольно редко, хотя опыт эксплуатации рекондиционеров в ряде хозяйств показал хорошие результаты, особенно в зонах повышенного

увлажнения. В основном применяются плющилки канадских производителей, эксплуатация которых в условиях Северо-Запада России позволила выявить ряд недостатков в конструкции отдельных узлов.

В Великолукской ГСХА разработано новое техническое средство – машина для плющения стеблей скошенных трав. С целью создания лучших условий для аэрации травяного валка ведется работа по созданию специального рабочего органа, который позволит получать более рыхлый валок. Новый активатор (вспушиватель) будет способствовать интенсификации сушки трав в естественных условиях, что особенно важно для регионов с нестабильными погодными условиями.

### Заключение

Для заготовки высококачественных растительных кормов необходимо внедрять в производство не только новые технологии и технические средства, но и шире применять новые подходы к планированию и проведению кормозаготовительных работ с учетом природно-климатических и погодных условий конкретных территорий.

Независимо от применяемой технологии основным требованием для получения качественного травяного корма является обеспечение условий для интенсивного обезвоживания скошенных растений при изменчивых погодных условиях. Поэтому необходимо разрабатывать новые технические средства, способствующие выравниванию скоростей сушки различных частей растений и ускоряющие процесс провяливания трав в поле.

### Литература

1. Кузнецов, Н.Н. Повышение эффективности заготовки прессованного в рулоны сена путем оптимизации параметров процесса сушки и режимов работы оборудования: дис. канд. техн. наук: 05.20.01 /Кузнецов Николай Николаевич. – СПб., 2007. – 129 с.
2. Рекомендации по использованию нетрадиционных источников энергии в животноводстве, кормопроизводстве, крестьянских хозяйствах и жилом сельском секторе /П.Н. Виноградов [и др.]; под общ. ред. П.Н. Виноградова – Москва, ФГНУ НПЦ «Гипронисельхоз», 2003. – 36 с.
3. Способы и технологические процессы заготовки высококачественного сена в условиях повышенного увлажнения /В.Д. Попов [и др.]. – СПб.: ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии, 2012. – 72 с.
4. Шевельков, В.В. Анализ климатических условий Псковской области /В.В. Шевельков, А.С. Былеев //Труды Псковского политехнического института. – 2011. – № 14.3 – С. 320-323.

5. Цой, А.А. Эффективность использования биоконсерванта Сил-опл при заготовке высококачественного силоса: дис. канд. с.-х. наук: 06.02.02 /Цой Александр Анатольевич. – Великий Новгород, 2008.–127 с.

6. Архив погоды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rp5.ru>, свободный. – Загл. с экрана. – [рус. яз].

### **Abstract**

*The natural and climatic influences on the efficiency of the in-field drying of mowed-off grasses and means to intensify the moisture elimination are treated in the work. Technical solutions to improve the existing foddering machinery and increase the fodder quality are offered.*

УДК 629.114.2

## **ВЛИЯНИЕ РАБОТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН НА НАВЕСНЫЕ И ПОЛУНАВЕСНЫЕ АГРЕГАТЫ**

**В.Г. Кушнир, д.т.н., профессор, Н.В. Щербаков, к.т.н., доцент,  
А.А. Галямова**

*Костанайский государственный университет имени А. Байтурынова,  
г. Костанай, Казахстан*

*Решена задача нахождения аналитических зависимостей для определения силового воздействия навесного орудия на трактор.*

Тяговая характеристика трактора при агрегатировании навесных и полунавесных машин существенно отличается от работы с прицепными орудиями. Вес навесных и полунавесных машин и реакция почвы на рабочие органы частично или полностью передаются на трактор. При тяговом усилии 30-50 кН у агрегата с трактором и навесным культиватором-плоскорезом-глубококорыхлителем увеличение сцепного веса на различных технологических операциях составляет 210-830 кг [1].

При разработке широкозахватного культиватора-плоскореза необходимо также учитывать влияние части веса орудия на сцепной вес трактора. С этой целью в математическую модель функционирования почвообрабатывающего орудия, используемую для обоснования основных параметров плоскореза, вводится буксование трактора с учетом изменения его сцепного веса.

Определение догрузки трактора с помощью специальных тензометрических устройств довольно сложно и требует наличия необходимого оборудования. Эту работу можно значительно упростить, если иметь аналитические зависимости для определения силового воздействия плоскореза на трактор.

Найдем догрузку к трактору от культиватора-плоскореза. Орудие пяти-секционное, с расстановкой рабочих органов в виде клина. На рисунке 1 представлены схемы сил, приложены к шарнирно сочлененному культиватору. Рассмотрим равновесие отдельных частей машины под воздействием пространственной системы сил (рисунок 1).

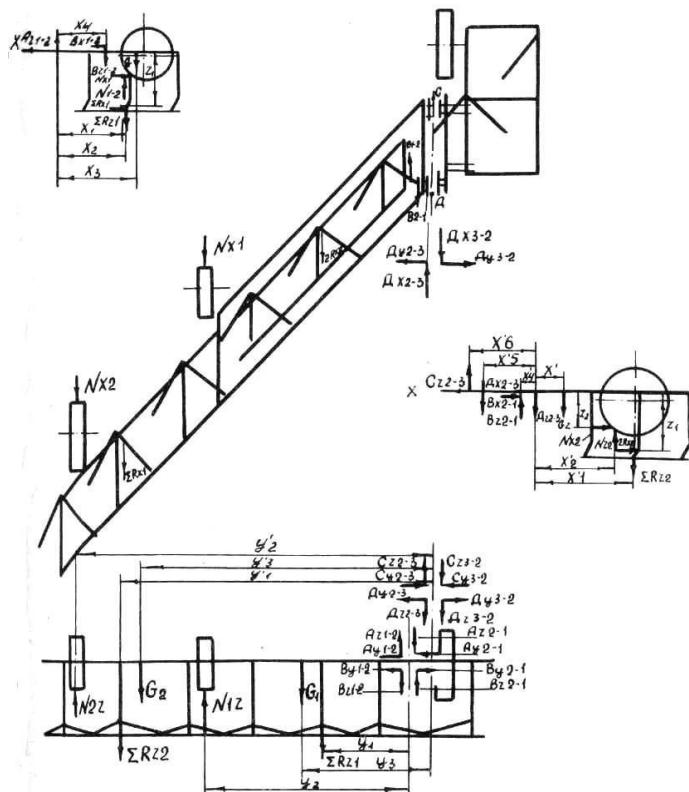


Рисунок 1 - Схема сил, приложенных к боковой и внутренней секциям широкозахватного культиватора-плоскореза.

Горизонтальная  $\sum R_{xj}$  и вертикальная  $\sum R_{zj}$  составляющие суммарного сопротивления рассматриваются как силы, приложенные к центру сопротивления рабочих органов секции. Из-за малого значения  $R_y$  в расчетах не учитывается. Реакция почвы на рабочих органах секции  $R_{xj}$  определяется следующим соотношением:

$$\sum R_{xj} = kabn, \quad (1)$$

где  $k$  - коэффициент удельного сопротивления почвы, МПа (для зоны Северного Казахстана и Западной Сибири  $k = 0,03-0,05$  МПа) [ 1 ];

$a$  - глубина обработки, м;

$b$  - ширина захвата, м ( $b = 0,9$  м);

$n$  - количество рабочих органов, шт.

Согласно [2], в зависимости от влажности и твердости почвы  $R_z/R_x = 0,2-1$ . В наших опытах  $R_z = 0,3 R_x$ .

Связь между горизонтальной и вертикальной составляющими сопротивления колес выражается зависимостью

$$N_x = \mu N_x,$$

где  $\mu$  - коэффициент перекаtywания (0,2).

Отсоединим внутреннюю секцию и составим условие ее равновесия в продольно-вертикальной плоскости. При этом шарнир А примем цилиндрическим, а шарнир В цилиндрическим с подпятником. Условия равновесия рассмотрим в продольно-вертикальной плоскости (рисунок 2). Начало координат находится в точке К (статический центр тягести трактора)

$$\sum X = 0 \quad -S_x + P_x - 2N_{x3} - \sum R_{x3} - 2D_{x3-2} = 0;$$

$$\sum Z = 0 \quad S_z + 2N_{z3} - 2C_{z3-2} - P_z - G_3 - \sum R_{z3} + 2D_{z3-2} = 0;$$

$$\sum M_{yk} = 0 \quad S_x z_7 + P_x z_6'' + P_x z_4 - S_z x_6'' - 2N_{z3} x_2'' + G_3 x_3 + 2C_{z3-2} x_4'' + \sum R_{z3} x_1 - 2N_{x3} z_5 - \sum R_{x3} z_6 - 2D_{z3-2} x_5'' - 2D_{x3-2} z_3 = 0.$$

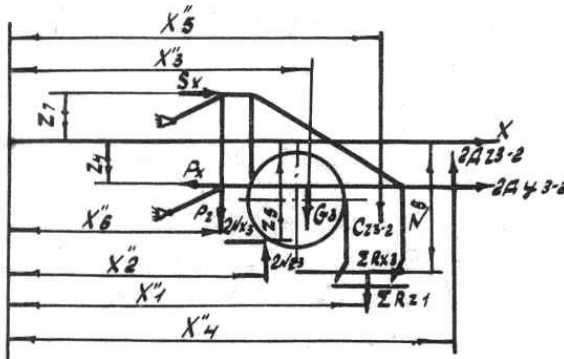


Рисунок 2 - Схема сил, приложенных к центральной секции культиватора-плоскореза и навеске трактора.

При этом учитываем, что

$$P_z = P_x \operatorname{tg} \alpha; \quad S_z = S_x \operatorname{tg} \beta; \quad N_{x3} = \mu N_{x3}$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  - углы наклона нижних и верхних тяг навесного устройства трактора.

$$\alpha = \alpha_0 - k_i a; \quad \beta = \beta_0 - k_j a \quad (2)$$

где  $\alpha_0$  и  $\beta_0$  – начальные углы наклона нижних и верхних тяг, рад;

$k_i$  и  $k_j$  – коэффициенты пропорциональности между глубиной обработки и углом наклона тяг;

$a$  – глубина обработки, м.

Эти значения определяются из параметров навески трактора и орудия.

В нашем случае, выразив углы в радианах, получим

$$\alpha = 9,07 - 0,87a,$$

$$\beta = 0,26 - 0,87a$$

Для центральной секции размеры по координате  $z$  относительно точки К зависят от глубины обработки:

$$z_i = z_0 + \alpha$$

Определяем силу, действующую со стороны орудия на трактор ( $T_z$ ):

$$T_z = S_z - P_z$$

В работах [3,4] это значение выражается через постоянную величину (вес орудия) и обозначается  $P''$

$$P'' = T_z/G,$$

где  $G$  – вес орудия.

При расчетах глубина обработки изменялась через интервал 2 см. Из зависимостей (1) и (2) найдены силы, действующие на рабочие органы культиватора и углы наклона верхней и нижних тяг трактора. Остальные исходные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1. Координаты точек приложенных сил ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ) и вес секций культиватора ( $G_i$ ), Н

$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_1$
0,85	1,15	1,10	1,15	1,55	1,42	3,27	0,23	0,88	4,24
$x_2$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_1$	$y_2$	$y_3$
3,49	4,29	5,54	2,74	1,35	2,96	1,40	4,32	5,05	3,27
$z_1$	$z_2$	$z_3$	$z_4$	$z_5$	$z_6$	$z_7$	$G_1$	$G_2$	$G_3$
0,20	0,55	0,44	0,64+a	1,2	1,2+a	0,56-a	3800	7700	9700

На графике (рисунок 3) кривые ограничены глубиной обработки, предусмотренной агротребованиями на культиватор-плоскорез. Анализ полученных зависимостей показывает, что влияние орудия на трактор  $P''$  зависит как от глубины обработки, так и от состояния почвы. Перегиб кривых происходит от значения углов наклона верхней и нижней тяг навесного устройства трактора. Для данной схемы орудий значение коэффициента при различных почвенных условиях находится в пределах 0,03-0,28.

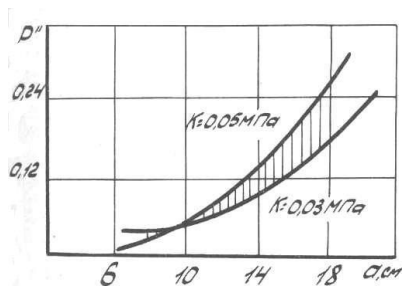


Рисунок 3 - Значение коэффициента  $P''$ , показывающего, какое влияние оказывает орудие на трактор.

Увеличение догрузки трактора в определенных пределах приводит к повышению его сцепного веса и к улучшению тяговых свойств. Поэтому для регулировки воздействия широкозахватного орудия на трактор и наоборот целесообразно предусмотреть возможность изменения угла наклона верхней тяги навесного устройства путем присоединения ее в разных точках.

### Заключение

Таким образом, с помощью уравнений, применяемых для силового анализа орудий, можно определить догрузку машины на трактор в зависимости от глубины обработки или углов наклона верхней и нижней тяг навесного устройства трактора. Полученные значения коэффициента  $P''$  используются при определении сцепного веса. Это позволяет более точно определить основные параметры агрегата: ширину захвата, скорость движения и производительность. Результаты работы могут быть использованы при разработке широкозахватных орудий, а также для оценки навесного устройства трактора.

### Литература

1. Иорданский Р.Б. Исследование параметров широкозахватного плоскореза-глубокорыхлителя. – Тр. ЧИМЭСХ, Челябинск, 1982, с. 42-49.
2. Тростянский С.А. Исследование параметров широкозахватных культиваторов-плоскорезов. – Тракторы и сельхозмашины, 1978, №12, с. 21-31.
3. Веденяпин Г.В., Киртбая Ю.К., Сергеев М.П. Эксплуатация машинотракторного парка. М.: Из-во сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов, 1963, с. 39-41.
4. Чудаков Д.А. Основы теории трактора и автомобиля. М.: Машиностроение, 1962, с. 49-63.

### Abstract

*The problem of finding analytical dependences for definition power influence of the hinged tool on a tractor solved.*

УДК 629.05 004

**ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ОТКАЗОВ НА  
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ  
АГРЕГАТОВ ПРИ ПОТОЧНО-ГРУППОВОМ ИХ  
ИСПОЛЬЗОВАНИИ**

**Ю.И. Томкунас, к.т.н., доцент,**

**А.А. Гончарко, ст. преподаватель, Г.И. Кошля, ассистент**

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

*Представлены результаты аналитических исследований по повышению производительности сельскохозяйственных агрегатов при уборке в поточных технологических линиях.*

**Введение**

Эффективность работы уборочных агрегатов и комплексов в значительной мере зависят от их надежности. При проведении уборки сельскохозяйственных культур необходимо обеспечить работоспособное состояние агрегатов в течение всего времени, установленного агротехническими требованиями на проведение уборки.

Основным свойством, определяющим надежность уборочных агрегатов, является их безотказность. При оценке эффективности использования уборочных агрегатов безотказность является главным фактором.

Отказы по техническим неисправностям и технологическим неполадкам в период проведения уборочных работ часто приводят к значительным простоям агрегатов, снижению их производительности. Поэтому при оценке эффективности работ уборочных агрегатов необходимо учитывать затраты на восстановление их работоспособного состояния. По показателям безотказности и времени восстановления работоспособного состояния оценивается надежность уборочных агрегатов при их использовании в хозяйстве.

**Основная часть**

При уборке урожая сельскохозяйственных культур применяют непрерывный или непрерывно-поточный технологический процесс. Процесс расчленяется на отдельные рабочие операции, отдаленные друг от друга во времени. Обрабатываемый материал в пределах одной рабочей операции движется непрерывно отдельными порциями или с перерывами. Между технологическими операциями непрерывность потока может нарушаться из-за необходимости соблюдения агротехнологических требований или для промежуточного складирования обрабатываемого материала.

Для создания непрерывности потока обрабатываемого материала в поточной технологии при использовании МТА, в том числе и транспортных средств, необходимо, чтобы суточная производительность каждой группы агрегатов (звена), обеспечивающих рабочую операцию процесса, была одинакова и соответствовала ритму (производительности) ведущего звена в технологическом процессе, т. е.

$$\sum W_C = nW_{q_1}T = n_1W_{q_1}T_1 = n_2W_{q_2}T_2 = \dots = n_mW_{q_m}T_m \quad (1)$$

где  $\sum W_C$  — суммарная производительность звена в уборочном процессе за сутки (в единицах площади или массы основного продукта);  $W_{q_1}$ ,  $W_{q_2}, \dots, W_{q_m}$  — часовые производительности агрегатов;  $n$  — число агрегатов или транспортных средств;  $T$  — продолжительность работы агрегата в сутки, ч/сут; индексы 1, 2, ..., m обозначают отдельные составляющие звенья потока (группы одноименных или однотипных агрегатов).

Такт процесса определяется по производительности основного (ведущего) звена [1]:

$$\sum W_i n_i \alpha_{cm_i} = W_{mp.c} n_{mp.c} \alpha_{mp.c} = W_{вед} n_{вед} \alpha_{вед}, \quad (2)$$

где  $W_i$ ,  $n_i$ ,  $\alpha_i$ , — сменная производительность, число машин и коэффициент сменности  $\alpha_i$  - й машины, входящей в группу (звено) агрегатов, работающих одновременно с ведущим звеном:  $W_{mp.c}$ ,  $n_{mp.c}$ ,  $\alpha_{mp.c}$ ,  $W_{вед}$ ,  $n_{вед}$ ,  $\alpha_{вед}$  - то же соответственно транспортных средств и ведущего звена рабочего процесса.

По производительности основного звена (группы агрегатов) рассчитывают необходимый количественный состав всех других звеньев, участвующих в выполнении заданного технологического процесса.

Производительность отдельных звеньев в технологическом процессе в зависимости от складывающихся условий работы и ряда других факторов может колебаться, что необходимо учитывать для обеспечения согласованности в работе отдельных звеньев составлением почасового графика работы [2].

Поточность в работе агрегатов в значительной мере зависит от надежности агрегатов, входящих в каждую группу (звено). Комплексными показателями, оценивающими безотказность и восстанавливаемость агрегатов, являются коэффициент готовности  $K_T$ , коэффициент технического использования  $K_{Т.И}$ , коэффициент надежности технологического процесса  $K_3$ . Оптимальное количество однотипных агрегатов в звене в первом приближении можно определить по критерию максимума производительности. Если принять, что время внецикловых простоев агрегата по техническим и технологическим неполадкам пропорционально количеству агрегатов в группе

(звене), то время основной работы группы агрегатов,  $T_{p.з}$ , состоящей из  $n$  однотипных машин, составит [3, 4]:

$$T_{p.з} = T_{CM} - (nT_{II} + T_1 + T_{II3}), \quad (3)$$

где  $T_{II}$  — время простоев по техническим и технологическим неполадкам;  $T_1$  — время на холостой ход агрегата;  $T_{II3}$  — подготовительно-заключительное и дополнительное время, связанное с обслуживанием агрегата: подготовка агрегата к работе, проведение планового технического обслуживания, холостые проезды к месту работы и пр.

Производительность группы агрегатов (звена)  $W_{aep}$  за время смены  $T_{CM}$  в зависимости от производительности входящих в группу машин за 1 ч чистого времени  $W_ч$  составит:

$$W_{aep} = W_ч n [T_{CM} - nT_{II} - T_1 - T_{II3}], \quad (4)$$

Решая уравнение [4] на экстремум, можно определить количество однотипных уборочных агрегатов в звене, обеспечивающих максимальную производительность:

$$\frac{dW_{aep}}{dn} = 0; \quad n_{опт} = \frac{T_{CM} - (T_1 + T_{II3})}{2T_{II}}, \quad (5)$$

Для уборочных агрегатов обычно принимают  $T_{II3} = 0,15 T_{CM}$ ; если работа агрегата проводится «вкруговую», то  $T_1 = 0$ ; если гоновым способом движения  $\frac{T_1}{T_{CM}} = 0,03 \dots 0,07$  (в среднем 0,05). В этом случае

$$W_{aep} = W_ч n [0,80T_{CM} - nT_{II}]. \quad (6)$$

Учитывая принятые значения  $T_{II3}$  и  $T_1$ , получим:

$$n_{опт} = 0,4 \frac{T_{CM}}{T_{II}}; \quad (7)$$

$$W_{aep} = 0,16 \left( \frac{T_{CM}^2}{T_{II}} \right) W_ч, \quad (8)$$

Время простоев  $T_{II}$  по техническим и технологическим неполадкам составляет  $\overline{T_{II}} = \overline{T_{10}} + \overline{T_3}$ , где  $\overline{T_{10}}$ ,  $\overline{T_3}$  — средние затраты времени на техническое и технологическое обслуживание агрегата и на устранение случайных отказов.

Величины  $\overline{T_{10}}$  и  $\overline{T_3}$  можно выразить через время безотказной работы  $\overline{T_0}$ , среднее значение коэффициентов технического использования  $K_{T,II}$  и надежности технологического процесса  $K_3$ :

$$\left. \begin{aligned} \overline{T}_{10} &= \overline{T}_0 \left( \frac{1 - K_{Т.И}}{K_{Т.И}} \right), \\ \overline{T}_3 &= \overline{T}_0 \left( \frac{1 - K_3}{K_3} \right). \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Подставив полученные значения коэффициентов  $K_{Т.И}$  и  $K_T$  в формулу для расчета производительности группы агрегатов (9), а также учитывая, что коэффициент использования рабочего времени смены  $\tau_{CM} = \frac{\overline{T}_0}{T_{CM}}$ , получим

$$W_{агр} = 0,16W_q \frac{\overline{T}_{CM} K_{Т.И} K_3}{\tau_{CM} [K_3 (1 - K_{Т.И}) + K_{Т.И} (1 - K_3)]}. \quad (10)$$

### Заключение

Выражение (10), позволяет отличить производительность группа агрегатов оптимального состава с участием коэффициентов надежности технологического процесса и их технического использования.

### Литература

1. Техническое обеспечение производства продукции растениеводства : учебник (А.В. Новиков, И.Н. Шило, Т.А. Непарко [и др.] : под ред. А.В. Новикова. – Минск : Новое Знание : М.: ИНФРА-М, 2012 – 512с.: ил – (Высшее образование).
2. П.Ф. Прибытков, В.Ф. Скробач Безотказность уборочных агрегатов и комплексов – Л.: Агропромиздат, Ленинград. 1987. 207с.
3. С.А. Иофинов, В.Ф. Скробач, Т.Т. Исаева Расчет оптимального состава машинотракторных агрегатов в технологических звеньях мобильных поточных линий // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1983. -№ 3. – С.33-35.
4. Н.Н. Кулаков, А.О. Загоруйко Методы оценки повышения надежности технических изделий по технико-экономическим показателям. – Новосибирск: Наука (Сибирское отделение), 1989. – 142 с.

### Abstract

*The results of analytical studies to improve the productivity of agricultural units during harvesting in continuous technological line.*

УДК 636.2.3:637.116

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ  
СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ  
АДАПТИВНОЙ САУ ДОЕНИЕМ КОРОВ**

**О.Б. Забродина, к.т.н., доцент, А.А. Машлякевич, аспирант**  
*Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО Донской  
государственный аграрный университет, г.Зерноград,  
Российская Федерация*

*Предложены математическая и компьютерная (в среде MBTU) модели биологической составляющей адаптивной САУ доения коров. методом идентификации получены ее параметры.*

Адаптивные наукоемкие автоматизированные технологии все шире применяют в животноводстве. Особенно это явление актуально в машинном доении коров.

Многолетнее использование автоматизированных доильных установок, выпускаемых отечественными и зарубежными производителями, показывает, что существенного снижения числа маститов машинного происхождения не произошло. Основной причиной является то, что более 70 % коров имеют неравномерное развитие вымени и выдаиваются с опасными передержками [1]. Следовательно, по-прежнему актуальным является создание доильных аппаратов приспособляющимся к индивидуальным особенностям не только самих животных но и каждой доли вымени в отдельности.

Для создания адаптивной САУ доением необходима достоверная модель сложного объекта управления (рис.1), включающая как детерминированную техническую составляющую (доильный аппарат), так и вероятностную составляющую (животное), на которую наряду с внешними воздействиями оказывают влияние физиологические и психофизические особенности коровы.

Имеется математическое описание [1] и компьютерная модель доильного аппарата в среде MBTU, имеется модель биологической составляющей в виде системы дифференциальных уравнений [2]. Коэффициенты этих уравнений имеют вероятностные характеристики.

Целью настоящих исследований являлось получение статистических оценок коэффициентов математической модели БОУ методом структурно-параметрической идентификации с использованием компьютерной модели БОУ в среде MBTU.

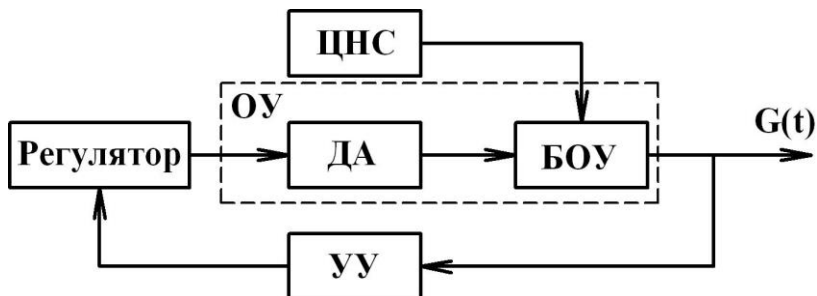


Рисунок 1 – Схема системы автоматизированного управления процессом доения

При исследовании, в качестве исходной, принята аналитическая модель [2], качественно описывающая процесс доения и биологический объект управления, с максимальным охватом причинно-следственных связей, имеющих место в процессе доения и отражающих его ход.

Полагая, что стереотип доения не нарушен, внешние отрицательные возмущающие воздействия отсутствуют, динамику процессов молокоотдачи и молоковыведения после ряда допущений и упрощений для одной доли вымени можно описать следующей системой уравнений

$$\begin{cases} T_1 \frac{dP_{II}}{dt} + P_{II} = T_2 \frac{dP_H}{dt} + k_1 P_A + k_2 P_C - k_3 P_H - k_4 S_H \\ T_3 \frac{dP_C}{dt} + P_C = T_4 \frac{dP_B}{dt} + k_5 P_B + T_5 \frac{dS_H}{dt} + k_6 S_H + T_6 \frac{dP_H}{dt} - k_7 P_H + k_8 P_{II} \\ G = k_9 P_C - k_{10} P_B + k_{11} S_H + k_{12} P_H \end{cases}$$

где  $P_C$ ,  $S_H$  – давление и площадь воздействия со стороны технических средств соответственно;  $P_B$  – давление в подсосковом пространстве доильного стакана;  $T_1, T_3$  – соответственно постоянная времени цистерны и соска вымени коровы;  $T_2, T_4, T_5$  – постоянные времени процессов воздействия резины доильного стакана на сосок вымени;  $k_2$  – сопротивление проток альвеолярной ткани доли вымени;  $k_1, k_3, k_4, k_5, k_6, k_7, k_8$  – коэффициенты усиление отдельных звеньев системы;  $k_9, k_{10}, k_{11}, k_{12}$  – коэффициенты учитывающие особенности сфинктера соска доли вымени.

Полученная с использование системы уравнений структурная схема модели, описывающей процессы в доле вымени в процессе доения, приведена на рисунке 2. Она имеет вид параллельного соединения в основном аperiодических регуляторов переменных состояния, имеет множество об-

ратных связей и отражает влияние каждой переменной на формирование молокоотдачи в БТС.

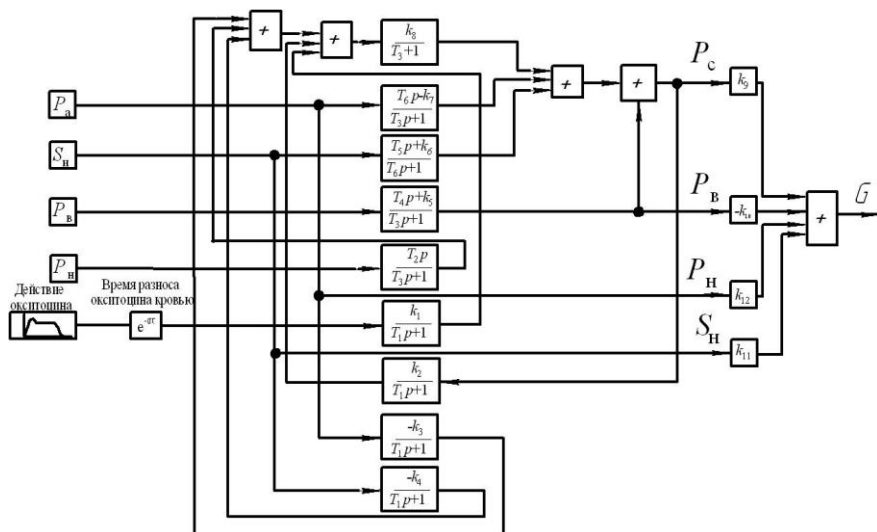


Рисунок 2 – Структурная схема модели БОУ (одной доли вымени)

В качестве входных переменных физиологических систем организма можно представить управляющие воздействия, формируемые как самим организмом животного в процессе доения ( $P_A$ ), так и техническими звеньями, реализующими целевую функцию БТС ( $P_B, P_H, S_H$ ).

Выходной переменной служит поток молока  $G$ , по характеристикам которого, предполагается оценивать соответствие процесса молоковыведения процессу молокоотдачи.

На основании структурной схемы разработана компьютерная модель биологической части ОУ в среде МВТУ 3.5 (рисунок 3), позволяющая моделировать кривые молоковыведения и молокоотдачи в широком диапазоне.

По реальным переходным характеристикам, снятым в процессе доения для каждого соска группы животных в процессе идентификации установлены статистические оценки постоянных времени и передаточных коэффициентов модели [3]. Адекватность модели оценивалась коэффициентом детерминации, значение которого составило 0,82.

В таблице 1 приведены диапазоны варьирования постоянных времени, коэффициентов усиления, задающих и возмущающих воздействий, соответствующих блоков компьютерной модели.

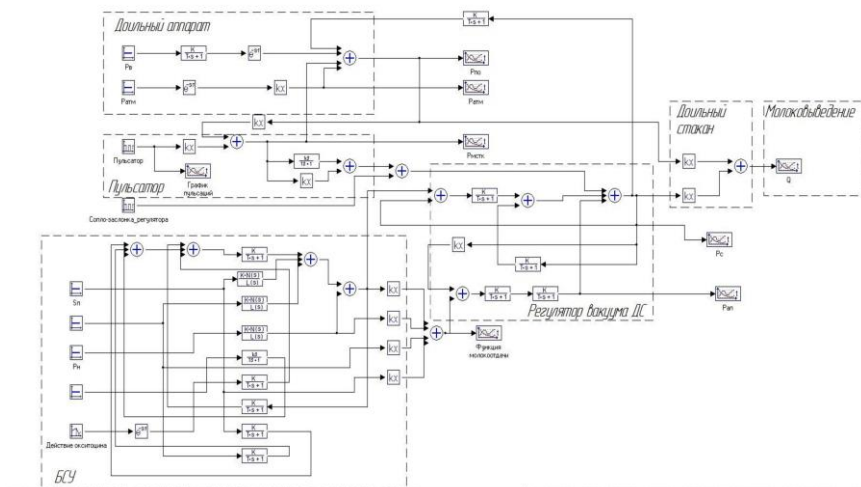


Рисунок 3 – Компьютерная модель БОУ (одной доли вымени в среде MBTU)

Полученная компьютерная модель биологической составляющей объекта управления позволит доработать полную модель адаптивной системы управления, уточнить алгоритм управления, оптимизировать параметры технической части системы, позволит сократить продолжительность лабораторных и производственных экспериментов неизбежно сопровождающих процесс создания новой техники.

Таблица 1 - Диапазоны регулирования параметров модели

Параметр	Диапазон значений	Параметр	Диапазон значений
Время моделирования, с	120...420	Количество вырабатываемого окситоцина организмом, мг	0...20
$S_n, \text{мм}^2$	0,10...0,20	$k_2$	4,5...8
$P_B, \text{кПа}$	45...60	$k_{11}$	0,1...0,9
$P_H, \text{кПа}$	48...58	$k_{10}$	0,1...0,7
$P_a, \text{кПа}$	103...112,8	$k_3$	0,9...1,1
$T_3, \text{с}$	1...6	$k_4$	0,8...0,99
$T_4, \text{с}$	0,25...0,95	$k_5$	0,1...0,9
$T_5, \text{с}$	2...6	$k_{12}$	0,15...0,72
$T_6, \text{с}$	0,50...1,35	$k_{13}$	0,1...0,95
$T_7, \text{с}$	0,5...9,5	$k_{14}$	4,1...6,3
$T_8, \text{с}$	0,5...12	$k_{15}$	1...2,5
$k_{д}$	0,05...0,35	$k_{16}$	0,20...0,9
Интенсивность Молокоотдачи, г/с	3,3...43	Время разноса окситоцина кровью, с	2...10

### Литература

1. Забродина, О.Б. Доильный аппарат как объект управления // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2001, № 11.
2. Винников, И.К. Технологии, системы и установки для комплексной механизации и автоматизации доения коров / И. К. Винников, О. Б. Забродина, Л.П. Кормановский: под ред. Л.П. Кормановского. – зерноград, 2001. – 354 с.
3. Забродина, О.Б. Оценка переходных характеристик молоковыведения. / О.Б. Забродина, О.И. Мартыненко // Электротехнологии и электрооборудование в сельскохозяйственном производстве: сборник научных трудов АЧГАА – зерноград, 2007. – Вып.6.Т.1 С.156-159.

### *Abstract*

*They were proposed mathematical and computer simulated (programming environment of the MVTU) models of biological component of control object for adaptive automatic control system milking cows. Its parameters were received by identification method.*

**УДК 636.2.3:637.116**

## **РЕГУЛЯТОР ВАКУУМА ПОД СОСКОМ ДЛЯ АДАПТИВНОЙ САУ ДОЕНИЕМ КОРОВ**

**А.А. Машлякевич, аспирант**

*Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО Донской  
государственный аграрный университет, г. зерноград,  
Российская Федерация*

*В данной статье рассматривается регулятор вакуума под соском для адаптивной САУ доения коров. Приведены дифференциальные уравнения, описывающие рабочий режим регулятора и его функциональная и структурная схемы.*

Важным направлением совершенствования технических средств, извлекающих молоко из вымени коровы, является разработка адаптивных систем автоматизированного управления доением. Предложены способы и алгоритмы молоковыведения по долям вымени адекватного молокоотдаче [1], имеются простые, малогабаритные технические средства бесконтактного контроля интенсивности потока молока [2]. Одним из необходимых элементов такой системы является регулятор вакуума в подсосковом пространстве доильного стакана, однако исполнительные органы для регули-

рования вакуума под соском вымени проработаны недостаточно, особенно в части управления таким регулятором.

Целью исследований явилось создание регулятора вакуума под соском для адаптивной САУ доением, имеющего возможность управления по команде микроконтроллера.

За основу при разработке был принят регулятор, работающий на принципе пневматического повторителя [3], пневматическая схема которого приведена на рис. 1.

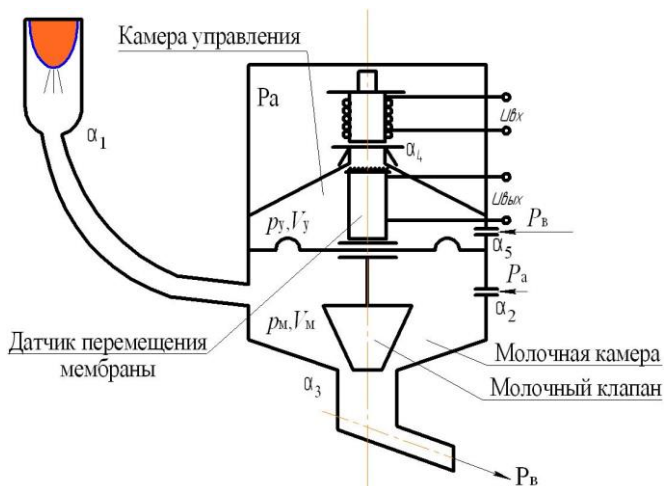


Рисунок 1 – Принципиальная схема регулятора вакуума в подсосковом пространстве доильного аппарата:

$p_y$  – глубина вакуума в управляющей камере регулятора вакуума;  $p_m$  – глубина вакуума в молочной камере регулятора вакуума;  $P_a$  – атмосферное давление;  $P_v$  – номинальная глубина разряжения доильной установки;  $V_y$  – объем управляющей камеры;  $V_m$  – объем молочной камеры;  $\alpha_1$  – проводимость сфинктера соска вымени;  $\alpha_2$  – проводимость дросселя технологического отверстия в молочной камере;  $\alpha_3$  – проводимость дросселя переменного сечения молочного клапана;  $\alpha_4$  – проводимость дросселя переменного сечения «сопло-заслонки» микромашины регулятора вакуума;  $\alpha_5$  – проводимость дросселя технологического отверстия в управляющей камере.

Для обеспечения возможности регулирования вакуума под соском в необходимых пределах – от атмосферного давления до глубины вакуума 55 кПа, управляющая камера оснащена клапаном с электромагнитным приводом и датчиком перемещения мембраны.

Управляющий сигнал на электромагнитный привод заслонки  $u_{вх}$  поступает от управляющего микроконтроллера.

Функциональная схема регулятора вакуума подсосового пространства доильного стакана представлена на рисунке 2.

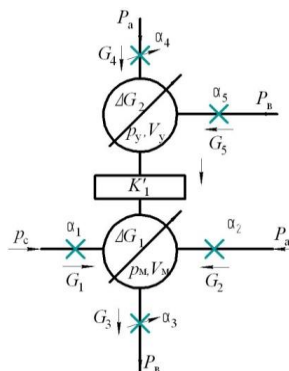


Рисунок 2 – Функциональная схема регулятора вакуума

Согласно приведённой функциональной схеме на основе принятых допущений и анализа процессов истечения в камерах регулятора получены уравнения, описывающие баланс расхода воздуха,

$$\begin{cases} \Delta G_1 = G_1 + G_2 - G_3, \\ \Delta G_y = G_4 - G_5 \end{cases} \quad (1)$$

где  $G_1, G_2, G_3, G_4, G_5$  – расходы воздуха через дроссели в соответствии с функциональной схемой.

После подстановки уравнений расходов воздуха через соответствующие дроссели в уравнения (1), последующего дифференцирования и линеаризации, получим уравнения описывающие динамику работы регулятора:

$$T_1 \cdot \frac{dp_y}{dt} + p_y = T_2 \cdot \frac{dp_M}{dt} + k_1 \cdot \alpha_4, \quad (1)$$

$$T_3 \cdot \frac{dp_M}{dt} + p_M = T_4 \cdot \frac{dp_y}{dt} + k_2 \cdot \alpha_1 - k_3 \alpha_3 + k_4 \cdot p_c, \quad (2)$$

$$x = C_M \cdot (P_M - P_y), \quad (3)$$

где  $T_1, T_2, T_3, T_4$  – постоянные времени;

$k_1, k_2, k_3, k_4$  – передаточные коэффициенты;

$x$  – перемещение мембраны.

Постоянные времени и передаточные коэффициенты могут быть определены аналитически по выражениям:

$$T_1 = \frac{V - V_{m0} - S_{эф} \cdot P_{m0} \cdot C_M}{R \cdot T \cdot A}; \quad T_2 = \frac{S_{эф} \cdot P_{y0} \cdot C_M}{R \cdot T \cdot A}; \quad T_3 = \frac{V_{m0} - S_{эф} \cdot P_{y0} \cdot C_M}{R \cdot T \cdot B};$$

$$T_4 = \frac{P_{m0} \cdot S_{эф} \cdot C_M}{R \cdot T \cdot B}; \quad k_1 = \frac{\sqrt{P_a - P_{y0}}}{A}; \quad k_2 = \frac{P_c}{B}; \quad k_3 = \frac{\sqrt{P_{m0} - P_b}}{B}; \quad k_4 = \frac{\alpha_{10}}{B}$$

$$A = \frac{2 \cdot P_{y0} \cdot S_{эф} \cdot C_M}{R \cdot T} + \frac{\alpha_{40}}{2 \cdot \sqrt{P_a - P_{y0}}} - \frac{\alpha_5}{2 \cdot \sqrt{P_a - P_{y0}}}$$

$$B = \frac{2 \cdot P_{m0} \cdot S_{эф} \cdot C_M}{R \cdot T} - \alpha_{10} - \frac{\alpha_2}{2 \cdot \sqrt{P_a - P_{m0}}} + \frac{\alpha_{30}}{2 \cdot \sqrt{P_{m0} - P_b}}$$

$$S_M = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot (R_1^2 + R_2^2 + R_1 \cdot R_2);$$

где  $S_M$  – эффективная площадь мембраны

$R_1$  и  $R_2$  – радиусы оснований конуса;

$C_M$  – жёсткость мембраны.

На рисунке 3 приведена структурная схема регулятора вакуума, полученная с использованием уравнений (1-3). На ее основе получена компьютерная модель регулятора, разработанная в среде МВТУ.

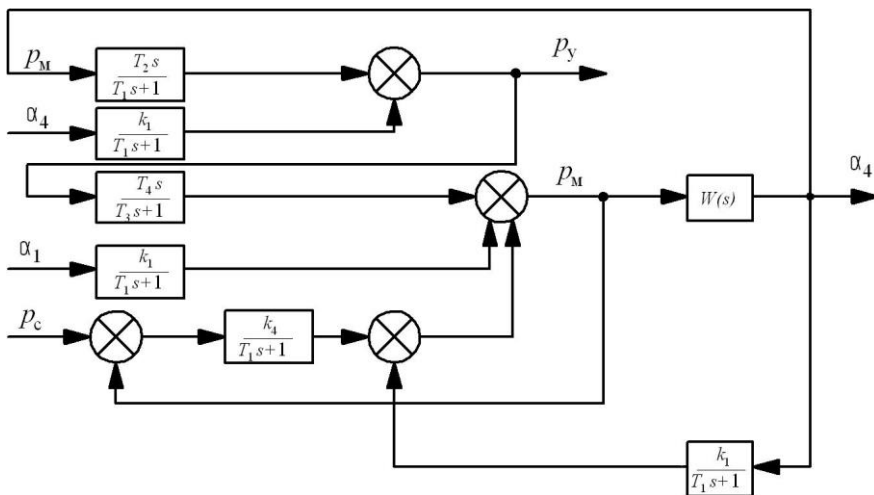


Рисунок 3 – Структурная схема регулятора вакуума

Проведенное моделирование работы регулятора вакуума и результаты лабораторного эксперимента подтвердили адекватность полученной модели регулятора и его работоспособность.

Модель регулятора в среде МВТУ позволяет оптимизировать конструкцию самого регулятора вакуума с целью улучшения качества регулирования, уменьшения колебаний вакуума в подсосковом пространстве доильного аппарата, уменьшения его габаритов и стоимости. Также появилась возможность получить общую модель адаптивной системы автоматизированного управления процессом доения коров, уточнения ее алгоритма функционирования.

Разработанная с использованием предложенного регулятора, адаптивная САУ доением защищена патентом RU 126 564, и обеспечивает молоковыведение по долям вымени адекватное молокоотдаче.

### Литература

1. Забродина О.Б. Обоснование способа адаптивного управления процессом доения коров / О.Б. Забродина, О.И. Мартыненко. //Механизация, электрификация животноводства, растениеводства, № 1, 2010
2. Патент №2315473 U1, МПК А 01 J 5/01. Способ измерения расхода молока и устройство для его осуществления / О.Б. Забродина, С.А. Моренко (РФ) – №2005229218/28; заявл. 21.06.2005; опубликовано 01.07.2008, БЮЛ. №34
- 3 Винников И.К. Технологии, системы и установки для комплексной механизации и автоматизации доения коров / И. К. Винников, О. Б. Забродина, Л.П. Кормановский. Под ред. Л.П. Кормановского. – зерноград, 2001. – 354 с.
3. Патент №126565 U1, МПК А 01 J 5/14. Устройство управления автоматизированного доильного аппарата / А.А. Машлякевич, М.Ю. Матвейкин, О.Б. Забродина, И.Н. Максаев (РФ) – №2012149482/13; заявл. 20.11.2012; опубликовано 10.04.2013, БЮЛ. №10

### *Abstract*

*This article describes the vacuum regulator of teat cup for automated control of adaptive control system milking cows. They were listed differential equals describing working condition of vacuum regulator and his functional and structure principals.*

УДК 636.2.034

## ВЛИЯНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ВЫМЕНИ И ТЕХНОЛОГИИ СОДЕРЖАНИЯ КОРОВ НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ

**С.А. Костюкевич, к.с.-х.н., доцент**

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

*Исследована молочная продуктивность коров с учетом морфологических свойств вымени при беспривязно-боксовой технологии содержания в сравнении с привязной технологией.*

### **Введение**

В современных условиях актуальна проблема увеличения надоя и повышение экономической эффективности молочного скотоводства. Молочное скотоводство дает свыше 25% валовой продукции сельского хозяйства Беларуси. В этих условиях первостепенное значение приобретает проведение аналитического поиска наиболее рациональных технологических решений, прогрессивных методов и средств интенсификации молочного скотоводства.

Одним из приемов увеличения молочной продуктивности является тщательный отбор коров-первотелок по морфологическим признакам и функциональным свойствам вымени, что является важным направлением при селекции молочного скота, а при доении коров в специализированном доильном зале, она становится наиболее актуальной, так как все процессы от начала до завершения доения автоматизированы и требуют молочное поголовье с определенными параметрами вымени и размерами тела [1, 3].

### **Основная часть**

Цель исследований – оценить морфологические признаки и функциональные свойства вымени коров, определить их молочную продуктивность при беспривязно-боксовой технологии содержания с системой доения в доильном зале в сравнении с привязной технологией содержания.

Исследования проводились на базе СПК «Доброволец» Слуцкого района. При беспривязно-боксовой технологии содержания коров с применением системы доения коров в доильном зале (доильная установка «Westfalia»), при привязной технологии доения в линейный молокопровод использовалась доильная установка АДМ–8А.

Объектом исследования явились коровы черно-пестрой породы второй лактации. Группы животных были подобраны по принципу пар-аналогов с

учетом генотипа, живой массы, физиологического состояния. Морфологические признаки вымени оценивали по общепринятой методике [2].

Для изучения состава и свойств получаемого молока в течение всего периода лактации в двукратной повторности ежемесячно отбирали среднесуточные пробы молока. В средних пробах молока определяли: содержание жира – на приборе «ЦЖМ–1», общее содержание белка – на приборе «Про-Милк МР–2», содержание казеина – на анализаторе молока «АМ–2», содержание лактозы – иодометрическим методом, общее количество минеральных веществ – методом озольнения с последующим определением кальция – оксалатометрическим методом, фосфора – фотоэлектрокалориметрическим методом.

Оценка коров по промерам вымени дает более объективное представление о его величине и форме. При привязной технологии содержания 96 % исследуемых коров имели чашеобразную и ваннообразную и 4 % округлую формы вымени. При беспривязно-боксовой системе содержания все коровы имели ваннообразную и чашеобразную формы вымени. Морфологические признаки вымени были лучше при доении коров в доильном зале. Это связано с тем, что были созданы для коров более комфортные условия содержания, кормления и доения. Подмывание вымени коров, процесс доения, выход коровы из станка осуществляется по автоматизированной заданной программе. При доении в молокопровод технологический процесс зависит от мастерства доярки. Для заинтересованности добровольного захода коров на доение при беспривязном содержании коровы получали определенную порцию комбикорма с учетом суточного удоя, так как вся информация поступала с компьютера. При привязном содержании коров раздача комбикорма не всегда соответствовала величине суточного удоя.

Объективная оценка функциональных свойств вымени в комплексе с оценкой морфологических признаков дает полное представление о пригодности коров к машинному доению (табл. 1).

Таблица 1 – Функциональные свойства вымени при различных технологиях содержания

Показатели	Технология содержания	
	привязная	беспривязная
Суточный удой, кг	23,10±0,32	24,90±0,29**
Продолжительность доения, мин.	14,20±0,27	14,00±0,23
Интенсивность молокоотдачи, кг/мин.	1,55±0,04	1,77±0,05
Латентный период, с	24,18±0,28	отсутствует

Здесь и далее: \*P < 0,05, \*\*P < 0,01, \*\*\*P < 0,001.

Установлено, что суточный удой при беспривязно-боксовой системе содержания был выше на 1,8 кг, или 7,46 %. Средняя продолжительность

доения была 14,0 мин., несколько выше при привязном содержании, так как доярки подмывали вымя коровы более продолжительное время, надевали доильный аппарат.

Одна из основных характеристик пригодности коров к машинному доению – интенсивность молокоотдачи, которая является индивидуальным качеством животных. За сутки она была выше на 12,7 % при беспривязном содержании.

Важное значение в процессе получения молока имеют не только количественные показатели, но и качественные, которые также зависят от технологии содержания, кормления и генетического потенциала животных (табл. 2).

Надой за лактацию при беспривязно-боксовой технологии содержания составил 7260 кг молока, или выше на 542 кг (8,1 %) по сравнению с привязным содержанием. Также при беспривязно-боксовом содержании коров живая масса животных была выше на 16 кг, коэффициент молочности – на 68 кг, массовая доля жира – на 0,12 %, массовая доля белка – на 0,02 %, выход молочного жира – 27,89 кг (11,55 %), выход молочного белка в молоке коров выше на 17,86 кг (8,64 %), СОМО – на 0,06 %, плотность молока – на 0,03 °А.

Таблица 2 – Молочная продуктивность коров и качественные показатели молока

Показатели	Технология содержания	
	привязная	беспривязная
Удой за лактацию, кг	6718±127,3	7260±143,1**
Живая масса, кг	554±5,0	570,1±4,9*
Коэффициент молочности, кг	1210	1278
Массовая доля жира, %	3,61±0,03	3,73±0,03**
Массовая доля белка, %	3,03±0,01	3,08±0,01*
Количество молочного жира, кг	241,8±3,62	270,1±4,51***
Количество молочного белка, кг	204,8±2,43	223,6±4,11***
Сухое вещество, %	12,15±0,03	12,36±0,03**
СОМО, %	8,55±0,04	8,64±0,03
Лактоза, %	4,42±0,01	4,49±0,01**
Зола, %	0,66±0,002	0,7±0,002**
Плотность, °А	27,97±0,11	28,02±0,07
Кислотность, °Т	17,03±0,12	17,19±0,07

### Заключение

1. Объективная оценка функциональных свойств вымени в комплексе с оценкой морфологических признаков дает полное представление о пригодности коров к машинному доению.

2. При одинаковых морфологических и функциональных свойствах вымени наибольшее влияние на продуктивность и качественные показатели молока оказывает технология содержания коров.

3. При беспривязном содержании и доении коров в доильном зале были получены лучшие показатели по производству и качеству молока: молочная продуктивность выше на 8,1 %, выход молочного жира – на 11,55 %, молочного белка – на 8,64 %.

### Литература

1. Безенко Т.И. Повышение качества молока и снижение его потерь /Т.И. Безенко /Резервы увеличения производства молока. – М., 1986. С.159–168.

2. Карликова, Г. Качество молока – решающий фактор /Г. Карликова //Молочное и мясное скотоводство. –2011. – № 7. – С. 7–12.

3. Кудрин, М.Р. Внедрение инновационных технологий в сельскохозяйственное производство /М.Р. Кудрин //Модернизационные процессы в экономике /Наука.– 2012. –№ 1 (50) – С.58–61.

### **Abstract**

*The milk productivity of cows from the point of view of morphological traits of the udder at free stall house technology in comparison with stall house technology is investigated. With free cow traffic, and milking cows in milking parlor received the best performance in production and quality of milk: milk productivity is higher by 8,1 %, the output of milk fat – 11,55%, milk protein –8,64 %.*

УДК 631.821.1

## ОСОБЕННОСТИ ИЗВЕСТКОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

**О.Ф. Смянович<sup>1</sup>, к.с.-х.н., В.Н. Босак<sup>2</sup>, д.с.-х.н., профессор**

*<sup>1</sup>РО «Белагросервис», <sup>2</sup> Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Республика Беларусь*

*В результате интенсивного известкования кислотность почв сельскохозяйственных угодий в Республике Беларусь практически соответствует оптимальным значениям. Ежегодно для целей известкования в среднем применяется около 2000 тыс. т известковых мелиорантов на площади 400 тыс. га.*

### Введение

Дерново-подзолистые почвы, которые преобладают в почвенном покрове Республики Беларусь (более 80% пахотных земель), имеют невысо-

кое природное плодородие, в т.ч. характеризуются кислой реакцией почвенного раствора. Для успешного ведения сельского хозяйства на таких землях необходимо известкование.

Известкование позволяет улучшить агрохимические, агрофизические и биологические свойства почвы, усилить мобилизацию и иммобилизацию макро- и микроудобрений, создать оптимальные физические, водно-физические, воздушные и другие условия жизни культурных растений. Известкование и поддержание кислотности почвы в диапазоне оптимальных значений позволяет значительно увеличить продуктивность и качество сельскохозяйственных культур [1].

### **Основная часть**

Известкованию подлежат дерново-подзолистые песчаные и супесчаные почвы пахотных земель и улучшенных луговых земель, имеющие показатель кислотности пахотного горизонта  $pH_{KCl}$  5,5 и ниже; дерново-подзолистые суглинистые и глинистые почвы с  $pH_{KCl}$  6,0 и ниже; торфяно-болотные почвы с  $pH_{KCl}$  5,0 и ниже; почвы рекультивированных земель, если кислотность подготавливаемого в качестве пахотного или гумусового горизонта имеет  $pH_{KCl}$  5,5 и ниже.

Мелиоративное известкование проводится на почвах с pH I и II групп кислотности; поддерживающее – на почвах III и IV групп.

В севооборотах со льном, картофелем и люпином известкование проводится при pH 5,5 и ниже (на песчаных почвах – 5,25 и ниже).

Внесение известковых мелиорантов проводится после уборки основного и побочного урожая возделываемой культуры под культивацию или боронование полей.

Внесение пылевидных мелиорантов осуществляется при скорости ветра, не превышающей 6 м/сек. Необходимо также соблюдать рабочую скорость движения машин по внесению мелиорантов, установленную ширину посева и параллельность между смежными проходами; внесение мелиорантов в период плохой проходимости машин по полю не допускается.

В зимний период проводится поддерживающее известкование почв III–IV групп кислотности. Почвы I–II групп кислотности в зимнее время известкуются лишь в случаях, если в другое время года не представляется возможным проведение этих работ из-за непроходимости на данных полях специализированной техники.

Регулировка разбрасывателей проводится в соответствии с инструкциями по эксплуатации, прилагаемыми в обязательном порядке к каждому разбрасывателю.

В Республике Беларусь известкование сельскохозяйственных земель осуществляется за счет бюджетного финансирования. В настоящее время

## Секция 2 Инновационные технологии в АПК

непосредственные работы по внесению известковых мелиорантов проводят подразделения республиканского объединения «Белагросервис», разработку проектно-сметной документации – областные проектно-изыскательские станции по химизации сельского хозяйства, которые также отвечают за агрохимическое обследование сельскохозяйственных земель [2].

Благодаря интенсивному известкованию средневзвешенное значение показателя  $pH_{KCl}$  на пахотных землях по результатам X тура агрохимического обследования (сейчас заканчивается XI тур агрохимического обследования) составило 5,98, на улучшенных луговых землях – 5,85, что практически соответствует оптимальным значениям (рисунок).

Количество кислых почв с  $pH_{KCl} < 5,0$  на пахотных землях на данный период составляет менее 3,7%, на улучшенных луговых землях – менее 4,5%.

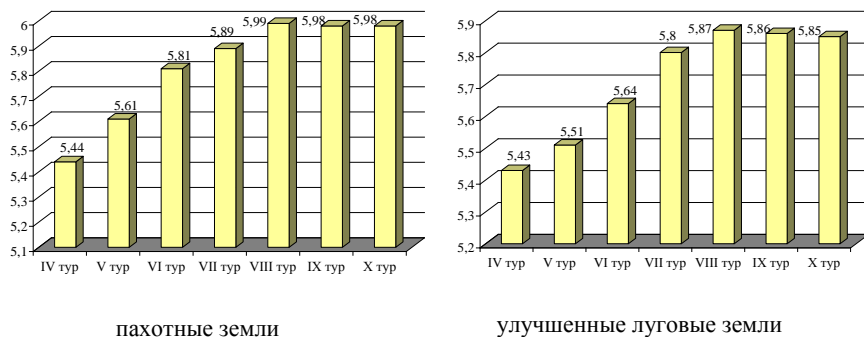


Рисунок - Динамика кислотности на землях Республики Беларусь ( $pH_{KCl}$ )

Ежегодно в Республике Беларусь в среднем известкуется около 400 тыс. га сельскохозяйственных земель (384,4–488,3 тыс. га) (таблица).

Таблица - Динамика известкования земель Республики Беларусь

Годы	Площадь, тыс. га	Использовано известковых мелиорантов, тыс. т			
		доломитовая мука	дефекат	сапропель	всего
2005	488,3	2184,0	178,0	15,0	2377,0
2006	446,3	1958,0	170,2	7,2	2135,4
2007	415,0	1815,9	196,9	8,9	2021,7
2008	376,3	1650,9	183,3	10,1	1844,3
2009	395,4	1863,4	164,2	10,9	2038,5
2010	384,4	1650,7	155,0	10,4	1816,1

Вся площадь сельскохозяйственных земель в Беларуси на 1.01.2009 г. составила 8772,7 тыс. га, в т.ч. пахотные земли – 5474,2, земли под постоянными культурами – 118,4, луговые земли (сенокосы и пастбища) – 3180,1 тыс. га.

Основным известковым мелиорантом является доломитовая мука (добывается ОАО «Доломит» в Витебской области); в небольших количествах применяют также дефекат и карбонатный сапропель.

За 2005–2010 гг. ежегодное использование доломитовой муки составило 1650,7–2184,0 тыс. т, сапропеля – 7,2–10,9 тыс. т, дефеката – 155,0–196,9 тыс. т.

Известкование проводят в соответствии с «Инструкцией о порядке известкования кислых почв сельскохозяйственных земель» (Минск, 2008) [3].

При проведении известкования в севооборотах с кальциефобными культурами руководствуются также соответствующими рекомендациями [4].

Вопросы применения сапропеля и дефеката изложены в «Инструкции по использованию сапропеля в сельскохозяйственном производстве» (Минск, 2007) и рекомендациях «Применение дефеката для известкования кислых почв» (Минск, 2004) [5–6].

### **Заключение**

Известкование относится к важнейшим агротехническим приемам улучшения почвенного плодородия. Ежегодно в Республике Беларусь для целей известкования в среднем применяется около 2000 тыс. т известковых мелиорантов на площади 400 тыс. га, что позволило оптимизировать кислотность пахотных почв и улучшенных луговых земель.

### **Литература**

1. Справочник агрохимика / В.В. Лапа [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2007. – 390 с.
2. Крупномасштабное агрохимическое и радиологическое обследование почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: методическое указания / И.М. Богдевич [и др.]. – Минск, 2006. – 64 с.
3. Инструкция о порядке известкования кислых почв сельскохозяйственных земель / В.В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2008. – 30 с.
4. Известкование почв в севооборотах с кальциефобными культурами / В.В. Лапа [и др.]. – Минск: БелНИВНФХ в АПК, 2006. – 24 с.
5. Инструкция по использованию сапропеля в сельскохозяйственном производстве / Н.Н. Бамбалов [и др.]. – Минск: БНИВНФХ в АПК, 2007. – 29 с.
6. Применение дефеката для известкования кислых почв / И.М. Богдевич [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2004. – 19 с.

**Abstract**

*As a result of intensive liming, soil acidity of farmland in Belarus practically corresponds to optimal values. About 2 million tons of lime ameliorants on the area of 400000 hectares is used annually for liming.*

УДК 677.057.617

**ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ МАЛОГАБАРИТНОЙ ПЛИТНО-ВАЛЯЛЬНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА УТЕПЛИТЕЛЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ**

**С.И. Павленко., к.т.н., доцент, В.В. Лиходед, к.т.н.,  
Э.Б. Алиев, к.т.н., В.В. Ивлев, аспирант**

*Национальный научный центр «Институт механизации  
и электрификации сельского хозяйства» НААН, г. Киев, Украина*

*По результатам анализа последних исследований и публикаций разработана конструктивно-технологическая схема и создан экспериментальный образец малогабаритной плитно-валяльной машины для переработки неостребованной овечьей шерсти в утеплитель животноводческих помещений непосредственно на местах содержания овец. Установлено, что предложенная конструкция плитно-валяльной машины по результатам предварительных испытаний обеспечивает производство утеплителя животноводческих помещений в виде войлочного пласта с параметрами в пределах норм технологических требований.*

**Введение**

Объемы неостребованной овечьей шерсти в Украине (рис. 1) на сегодня составляют 3415 т.



Рисунок 1 – Объемы неостребованной шерсти в Украине

Однако с реализацией и переработкой этой шерсти имеются определенные проблемы: она или реализуется по низкой цене, или совсем не используется по назначению. При такой ситуации возникает необходимость в разработке новейших ресурсосберегающих механизированных технологий и создании технических средств для обработки и переработки значительных объемов невостребованной шерсти в товарную продукцию непосредственно на местах ее производства [1,2]. Такой подход будет стимулировать товаропроизводителя за счет повышения реализационных цен на конечную товарную продукцию.

### **Основная часть**

На основе проведенного анализа литературных источников [3], существующих конструкций машин для производства войлочных изделий из грубой шерсти [4] и результатов предыдущих научных исследований [5] можно утверждать, что достижение оптимальных показателей производительности, качества и эффективности работы создаваемой малогабаритной плитно-валяльной машины возможно при выполнении следующих условий:

- осуществление процесса валяния грубой шерсти в войлочный пласт за счет применения способа ударно - механического виброуплотнения слоя влажной грубой шерсти, что позволит обеспечить достаточно высокую производительность рабочего процесса при низких энергетических затратах на его реализацию;

- применение периодического увлажнения слоя грубой шерсти в процессе виброуплотнения, что позволит обеспечить достаточно высокую степень ее уплотнения;

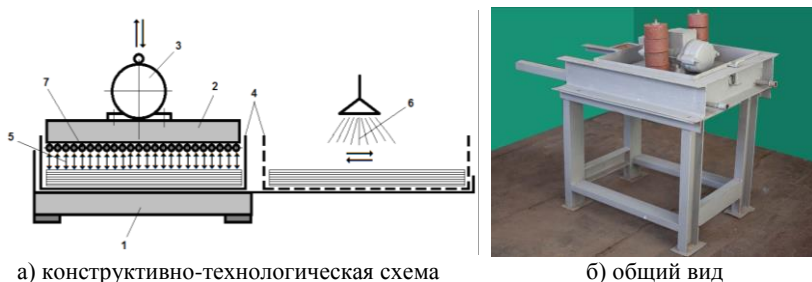
- интенсификация процесса валяния грубой шерсти за счет применения фигурных рифлей круглой формы на рабочей поверхности верхней подвижной плиты, что позволит организовать направленное наиболее интенсивное ударно-механическое воздействие на слой влажной грубой шерсти.

От предложенной конструкции малогабаритной плитно-валяльной машины можно ожидать повышение степени уплотнения слоя влажной грубой шерсти в пределах установленных нормами технологических требований при уменьшении удельных показателей материалоемкости и энергоёмкости ее работы.

При обосновании конструктивно-технологической схемы (рис. 2а) и создании экспериментального образца плитно-валяльной машины (рис. 2б) за основу были приняты результаты предыдущих научных исследований [5], с конструктивными усовершенствованиями, направленными на повышение эффективности процесса валяния грубой овечьей шерсти в войлочный пласт.

Основной конструктивной особенностью предложенной конструкции малогабаритной плитно-валяльной машины является двухплитный модуль,

плиты которого, верхняя подвижная 2 с вибродвигателем 3 и нижняя неподвижная 1 с поддоном 4, в сочетании и парном взаимодействии обеспечивают интенсивное ударно-механическое виброуплотнение слоя влажной грубой шерсти с регулируемой частотой ударов (от 1600 до 2700 удар. / мин.).



а) конструктивно-технологическая схема

б) общий вид

Рисунок 2 – Малогабаритная плитно-валяльная машина ПВМ-1:

1 – неподвижная плита; 2 – верхняя подвижная плита; 3 – дебалансный вибродвигатель; 4 – поддон; 5 – зона валки; 6 – зона формирования и увлажнения заготовок; 7 – рифли

Технологический процесс изготовления войлочного пласта осуществляется согласно разработанной технологии в такой последовательности. Перед началом технологического процесса валяния (см. рис.1а) верхняя подвижная плита 2 перемещается вертикально в крайнее верхнее положение относительно нижней неподвижной плиты 1 и фиксируется. Поддон 4 перемещается в горизонтальной плоскости с зоны валки 5 в зону формирования и увлажнения заготовок 6. Заготовка грубой шерсти равномерными слоями раскладывается по площади поддона 4 и одновременно увлажняется специальным раствором. Загруженный поддон 4 обратно перемещается в зону валки 5. Верхняя плита 2 расфиксируется и перемещается вертикально вниз до контакта продольных рифлей 7, размещенных на нижней рабочей плоскости верхней плиты 2, с заготовкой грубой шерсти, находящейся в поддоне 4. После этого включается в работу привод 3, для чего используется дебалансный вибродвигатель с переменной амплитудой колебания. Под действием колебательного движения верхней плиты 2 заготовка грубой шерсти продольными рифлями 7 цилиндрической формы синхронно уплотняется определенный промежуток времени.

После завершения первого цикла уплотнения верхняя плита 2 перемещается вертикально в крайнее верхнее положение и фиксируется снова. Поддон 4 перемещается из зоны валки 5 в зону формирования и увлажнения заготовок 6, где он поворачивается по часовой стрелке на угол  $90^\circ$ , и заготовка увлажняется повторно специальным раствором. Затем поддон 4 обратно перемещается в зону валки 5.

Верхняя плита 2 расфиксируется и перемещается вертикально вниз до контакта ее продольных рифлей 7 с заготовкой грубой шерсти в поддоне 4. Включается привод 3 с увеличенной амплитудой колебания. Таким образом осуществляется второй цикл уплотнения заготовки.

Предварительные испытания разработанной конструкции плитно-валяльной машины проведены в павильоне испытаний Института механизации животноводства НААН (ИМЖ НААН) на о. Хортица в сентябреноябре 2010 года при обработке и валке 10 кг грубой овечьей шерсти ( табл. 1) согласно разработанной программе и методике исследований.

Таблица 1 – Характеристика шерсти

№	Название	Влажность, %	Загрязненность, %		Шерстный жир, %	Выход чистой шерсти, %
			растительные отходы	грязь		
1	Шерсть грубая (исходная)	13,69	6,25	13,02	4,46	86,31
2	Шерсть грубая (потрепанная)	13,66	3,66	7,61	3,38	86,34

По результатам испытаний определены основные технические данные и показатели качества работы экспериментального образца плитно-валяльной машины (табл. 2).

Таблица 2 - Техническая характеристика и показатели качества работы экспериментального образца плитно-валяльной машины

№	Показатель	Значение показателя	
		технологические требования	испытания
1	Производительность, кг / ч	до 1,0	0,50
2	Потребляемая мощность, кВт	не более 0,75	0,15-0,65
3	Частота колебания плиты, Гц		20-50
4	Рабочая площадь валяльной плиты, м <sup>3</sup>	-	0,092
5	Одноразовая загрузка шерсти, кг	не более 1,0-	0,5
6	Продолжительность валяния, мин.	не более 60	60
7	Габариты машины, мм	520x400x500	510x400x455
8	Масса, кг	не более 180	80
9	Удельная материалоемкость, кг ч / кг	не более 180	160
9	Удельная энергоёмкость, кВт ч / кг	не более 0,75	0,3-1,3
10	Средние габаритные размеры, мм:		
11	- поддона с исходным сырьём	-	510x400x105
11	- войлочного пласта	-	470x370x18
12	Средняя масса войлочного пласта, кг	не более 1,0	0,50
13	Средняя плотность образца кг/м <sup>3</sup> :		
13	- исходного сырья	от 50 до 70	53-56
13	- войлочного пласта	140-180	100-160

### Заключення

1. Обосновано конструкцію і створено експериментальний образець малогабаритної плитно-валяльної машини, від якої можна очікувати отримання екологічно чистої і безпечної продукції в вигляді войлочного пласта з щільністю в межах норм технологічних вимог при зменшенні удільних показувачів матеріаломісткості і енергоємності робочого процесу.

2. Предлагается конструкция малогабаритной плитно-валяльной машины при одноразовой загрузке до 0,5 кг исходного сырья и потребляемой мощности вибродвигателя 0,15-0,65 кВт обеспечила получение войлочных пластов с площадью 0,099 м<sup>2</sup> толщиной до 0,018 м массой 0,50 кг со средней плотностью 100-160 кг/м<sup>3</sup>.

### Литература

1. Сокол О. І. Шляхи відродження вівчарства України / О. І. Сокол. – Харків: Бізнес Інформ, 2001. – С. 63.

2. Сухарльов В. О. Обґрунтування розроблення техніко-технологічного модуля для виготовлення повсті на місцях виробництва вовни / В. О. Сухарльов, В. В. Лиходід, І. М. Романцов // Механізація, екологізація та конвертація біосировини в тваринництві: зб. наук. праць / Ін-т мех. тваринництва НААН. – Запоріжжя, 2010. – Вип. 1 (5, 6). – С. 116-119. – ISSN 2075-1591.

3. Гурвич М. Я. Механическая технология валяльно-войлочного производства / М. Я. Гурвич, П. С. Ртищев. – М.: Гизлегпром. – 1952. – 321 с.

4. Павленко С. І. Механізація переробки вовни у фермерських господарствах / С. І. Павленко, В. В. Лиходід, В. В. Івлєв // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка «Сучасні проблеми вдосконалення технологічних систем і технології у тваринництві». – Вип. № 108. – Харків: ХНТУСГ ім. П. Василенка, 2011. – С. 305-311.

5. Павленко С. І. Дослідження процесу валяння грубої овечої вовни / С. І. Павленко, В. В. Лиходід, В. В. Івлєв, Є. О. Реневич, В. М. Забудченко // Механізація, екологізація та конвертація біосировини в тваринництві: зб. наук. праць / Ін-т мех. тваринництва НААН. – Запоріжжя, 2011. – Вип. 1 (7). – С. 197-205. – ISSN 2075-1591.

### Abstract

*According to the analysis of recent research and publications developed constructive-technological set up an experimental model of small-sized playing the wool of sheep machines for processing unclaimed sheep wool insulation in livestock buildings directly on places of sheep. Found that the proposed design of playing the wool of sheep machine, on preliminary test results, enables the production of insulation of livestock buildings in the felt reservoir parameters within the limits of technological requirements.*

УДК 677.051.2:677.31

## МАЛОГАБАРИТНАЯ ТРЕПАЛЬНАЯ МАШИНА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ОВЕЧЬЕЙ ШЕРСТИ

**В.В. Полюсов, аспирант**

*Национальный научный центр «Институт механизации  
и электрификации сельского хозяйства» НААН, г. Киев, Украина*

*Предлагается усовершенствованная конструкция малогабаритной трепальной машины, которая обеспечивает высокое качество очистки загрязненной рунной овечьей шерсти путем более интенсивного ударно-механического воздействия на нее. Отмечается, что предлагаемая конструкция трепальной машины по результатам производственных испытаний обеспечивает необходимую степень очистки загрязненной шерсти в пределах норм технологических требований.*

### **Введение**

Узким местом существующих технологий первичной обработки шерсти является низкое качество очистки загрязненной шерсти от технологических (органические, минеральные, растительные, землистые, кормовые вещества, дёготь, краска и др.) и механических (сечка, перестрыга) загрязнений перед её мойкой. Этот фактор в дальнейшем существенно влияет как на качество мойки шерсти, так и эффективность самих технологий [1].

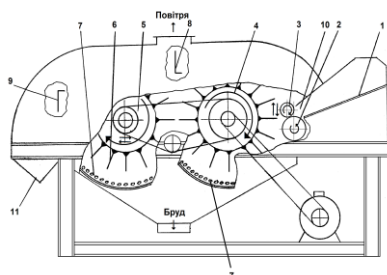
Технологическая задача повышения качества очистки загрязнённой шерсти является предметом исследований многих ученых. Над её решением работали: С. Ф. Костров (2000), Л. И. Захаров (2000), М. В. Горбачева (2000), Ю. Б. Логинов (2000), К. Е. Разумеев (2003), Н. К. Тимошенко (2004), Н. В. Рогачев (2004), В. Н. Туринский (2005), А. Д. Горлова (2005-2010), В. В. Лиходед (2005-2011), А. М. Дубинин (2007), А. И. Нестерова (2007), В. А. Сухарлёв (2008-2011) и другие ученые. По результатам их исследований созданы современные технические средства для линий первичной обработки шерсти. Однако на сегодня наименее исследованным является процесс сухой очистки загрязненной овечьей шерсти перед мойкой [2-5]. Поэтому исследования направленные на решение этого вопроса являются актуальными и перспективными.

### **Основная часть**

В мировой практике существует достаточное количество технических средств, в основу которых положен принцип ударного механического воздействия на шерсть путем ее разрыхления, трепания и выбивания из нее загрязнений.

Наиболее характерными из них являются такие известные технические средства как разрыхлительно-очистная машина РО-400 [6] и трепальная

машина 2БТМ-470 [7]. Однако данные конструкции малогабаритных трепальных машин являются малопроизводительными и обеспечивают степень сухой очистки загрязнённой овечьей шерсти лишь в пределах 36-40 %, что не удовлетворяет нормам технологических требований (не менее 40 %). Поэтому в Институте механизации животноводства (ИМЖ НААН, Украина) совместно с ООО «Прокс» разработано конструктивную схему и создано опытный образец трепальной машины МТ-001А-12, которая значительно превосходит по показателям работы известные аналоги (рис. 1).



а) конструктивная схема



б) общий вид

Рисунок 1 – Малогабаритная трепальная машина МТ- 001А-12:

1 – загрузочный лоток; 2 – ведущий валок; 3 – ведомый валок; 4 – первый трепальный барабан; 5 – второй трепальный барабан; 6 – колки; 7 – колосниковое решето; 8,9 – отсекающие пластины; 10 – загрузочное окно; 11 – выгрузное окно.

Исследования эффективности использования опытного образца машины МТ-001А-12 проведены в 2012 году в частном предприятии «Романцов И. М.» в составе технологического модуля первичной обработки шерсти ТМ ПОВ-8,0 по технологии ИМЖ НААН.

За период исследований осуществлена сухая очистка 600 кг загрязненной овечьей шерсти, в том числе тонкой – 400 кг, грубой – 200 кг (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристика шерсти

№	Название	Влажность, %	Загрязненность, %		Шерстяной жир, %	Выход чистой шерсти, %
			Растительные примеси	Грязь		
1	Шерсть тонкая (исходная)	15,67	4,82	12,16	12,56	84,73
2	Шерсть грубая (исходная)	14,85	6,23	12,75	4,46	87,15
3	Шерсть тонкая (после трепания)	14,15	2,23	8,93	12,48	85,85
4	Шерсть грубая (после трепания)	13,28	2,64	8,31	3,38	86,72

По результатам исследований определены основные технические данные и показатели качества работы трепальной машины МТ-001А-12 в производственных условиях (табл. 2).

Таблица 2 – Техническая характеристика и показатели качества работы трепальной машины МТ-001А-12

№	Показатель	Значение показателя	
		технологические требования	результаты испытаний
1	Производительность, кг/час	150-200	252
2	Мощность, кВт	не более 2,2	2,2
3	Рабочая ширина, мм	не менее 1000	1025
4	Габариты, мм, не более	2000x1500x1250	1900x1500x1150
5	Масса, кг	не более 500	450
6	Удельная материалоемкость, кг·час/кг	2,5-3,3	1,8
7	Удельная энергоемкость, кВт·час/кг	0,011-0,015	0,0087
8	Степень удаления грязи, %:		
	- шерсть тонкая	не менее 40	42,16
	- шерсть грубая	не менее 40	41,86

### **Заключение**

1. Применение новой конструкции трепальной машины МТ-001А-12 в составе технологического модуля ТМ ПОВ-8,0 обеспечивает повышение на 15 % качества сухой очистки загрязненной овечьей шерсти.

2. Трепальная машина МТ-001А-12 обеспечивает степень очистки загрязненной шерсти в пределах 41,86 - 42,16 %, что удовлетворяет технологическим требованиям для такого типа машин (не менее 40 %).

3. Полученные результаты исследований свидетельствуют о высокой эффективности и перспективности применения трепальной машины МТ-001А-12 в составе линий первичной обработки шерсти.

### **Литература**

1. Тимошенко, Н. К. Новые - старые проблемы промывки овечьей шерсти / Н. К. Тимошенко, Н. В. Рогачев // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2004. – № 2. – С. 18-20.
2. Костров, С. Ф. Производство, первичная обработка и реализация шерсти в России / С. Ф. Костров, Л. И. Захаров // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2000. – № 2. – С. 1-6.
3. Рогачев, Н. В. Шерсть – первичная обработка и рынок / Н. В. Рогачев, Л. Г. Васильева, Н. К. Тимошенко и др. под ред. Н. К. Тимошенко. – М. : ВНИИ мясн. пром. РАСХН, 2000. – С. 14-111.
4. Тимошенко, Н. К. Состояние и перспективы развития первичной обработки шерсти / Н. К. Тимошенко // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2007. – № 4. – С. 46-50.

5. Туринський, В. М. Обґрунтування і розробка системи технологічних рішень та способів виробництва продукції вівчарства: дис. ... доктора с.-г. наук: 06.02.04 / Туринський Василь Михайлович. – Асканія-Нова, 2005. – 416 с.

6. Комплект малогабаритного обладнання для випуску пряжи // АО «Костромское СКБТМ». – Кострома, 1993. – 9 с.

7. Протокол державних приймальних випробувань № 3-49-99 (1220199). Тріпальна машина для вовни 2БТМ-470. Південно - Українська державна зональна машиновипробувна станція. – Херсон, 1999. – 20 с.

УДК 621.431.7

## ТЕПЛОНАПРЯЖЕННОСТЬ ДИЗЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ

В.Е. Тарасенко, к.т.н., доцент,

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

*Представлены результаты аналитического исследования распределения тепловых потоков в жидкостных системах охлаждения, а также экспериментальные данные составляющих теплового баланса дизелей тракторов «БЕЛАРУС», позволившие в совокупности определить характер тепловыделения на режиме номинальной мощности, провести оценку тепловой нагруженности по удельным показателям.*

### Введение

В соответствии с функциональным назначением - отводить теплоту, система охлаждения подвержена тепловой нагрузке. Под *тепловой нагрузкой* будем понимать количество теплоты, поступающее в охлаждающую жидкость от стенок цилиндров и других деталей двигателя при сгорании топлива. Тепловая нагрузка в системе охлаждения создается тепловыми потоками от двигателя. Схема тепловых потоков в системе охлаждения представлена на рисунке 1.

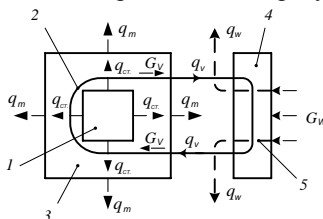


Рисунок 1 – Схема тепловых потоков в жидкостной системе охлаждения:  
1 – источник теплоты (стенки цилиндров); 2 – жидкостный контур; 3 – блок двигателя; 4 – радиатор (охладитель); 5 – воздушный контур

В охлаждающую жидкость в рубашке охлаждения теплота поступает от стенок цилиндров и вследствие конвекции распространяется по всему потоку жидкости. К радиатору теплота переносится потоком жидкости и теплопроводностью материала трубок и пластин переносится к наружным поверхностям этих элементов и конвекцией рассеивается с потоком воздуха в окружающей среде. Тепловые потоки в системе охлаждения могут быть попутными, встречными или перекрещивающимися в зависимости от направленности движения теплоносителей. Результирующим направлением нескольких тепловых потоков будет определяться направленность теплового потока большей тепловой напряженности.

### Основная часть

Тепловая нагрузка системы охлаждения состоит (рисунок 2) из трех стадий нагрева жидкости: до температуры окружающей среды от начала отсчета –  $Q_{окр}$ , до температуры жидкости на входе в рубашку охлаждения –  $Q_{прог}$  и до рабочей температуры жидкости на выходе из рубашки охлаждения –  $Q_V$ .

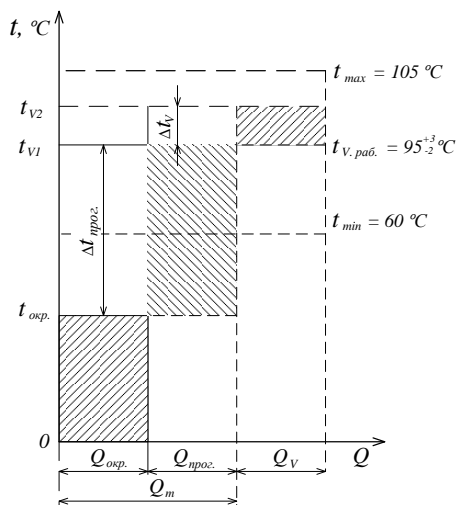


Рисунок 2 – Диаграмма тепловой нагрузки системы жидкостного охлаждения

Следует считать, что в охлаждающую жидкость часть теплоты поступает и от отработавших газов, температура которых значительно превышает температуру охлаждающей жидкости, через выпускной тракт и другие детали двигателя, и от смазочного масла. Источником теплоты также является и трение элементов двигателя (поршни, вкладыши, подшипники), на преодо-

ление которого используется энергия введенного в цилиндры топлива. Составляющая теплоты от трения отдельно не рассматривается и при исследованиях не выделяется, она входит в составляющие теплоты систем охлаждения жидкости и смазочного масла. Суммарное количество теплоты в охлаждающей жидкости оценивается по разности конечной и начальной температуры теплоносителя.

Количество теплоты, поступающее от газов в цилиндрах к охлаждающей жидкости, определяется путем снятия теплового баланса двигателя. Распределение теплоты, полученной при сгорании введенного в цилиндры двигателя топлива, по составляющим называется внешним тепловым балансом [1, 2, 3, 4]. Внешний тепловой баланс определяется экспериментально и выражается в абсолютных единицах теплоты или относительных величинах его составляющих. Тепловая напряженность системы охлаждения двигателя, как и его составляющие теплового баланса, не остается постоянной и зависит от множества возмущающих воздействий как постоянно действующих, так и временных. Организация рабочего процесса, особенности конструкции узлов и систем, тепловое состояние двигателя, режимы работы трактора, внешние окружающие условия влияют на количество теплоты, поступающее в систему охлаждения. Работа системы охлаждения определяется количеством поступающей в нее теплоты, что, в свою очередь, определяет теплонапряженность двигателя, которая косвенно оценивается температурным режимом системы охлаждения.

На рисунке 3 приведена принципиальная тепловая нагрузочная характеристика системы охлаждения. В диапазоне режима работы двигателя от холостого хода до некоторого значения мощности в массе двигателя и системе охлаждения накапливается теплота, происходит прогрев двигателя до рабочей температуры. Характерно, что после открытия основного клапана термостата интенсивность прогрева уменьшается. В последующем на режиме номинальной нагрузки теплота, поступающая в систему охлаждения, отводится в окружающую среду и тепловое состояние двигателя сохраняется в заданном диапазоне температуры. На режиме максимальной мощности количество теплоты в системе охлаждения несколько увеличивается, соответственно повышаются и температурные показатели двигателя и системы до допустимого предела. Неспособность системы отвести поступающую теплоту приводит к превышению теплового состояния двигателя. На режиме максимального крутящего момента также происходит повышение температурного режима, но не вследствие увеличения тепловой нагрузки, а вследствие уменьшения частоты вращения коленчатого вала, что, прежде всего, влияет на расходные характеристики водяного насоса и вентилятора.

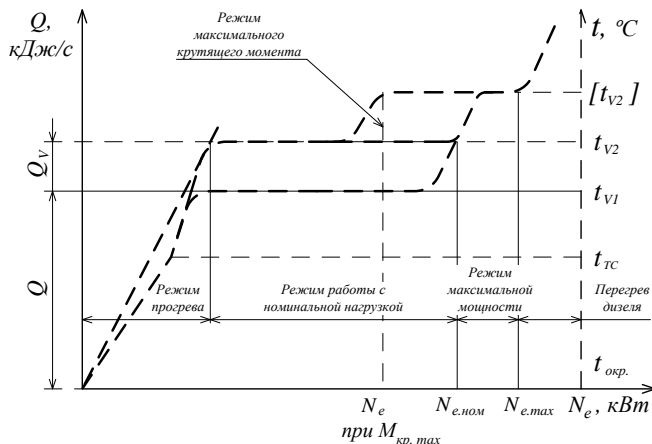


Рисунок 3 – Тепловая нагрузочная характеристика системы жидкостного охлаждения дизеля ( $t_{окр.} = const$ )

Теплота, поступающая в систему охлаждения, – это потери тепловой энергии, снижающие эффективную работу двигателя. Тепловая энергия системы зависит от рабочего процесса, режима работы и конструкции двигателя. В диапазоне работы двигателя от холостого хода до номинальной мощности отмечается увеличение тепловой нагрузки. Наибольшее значение она принимает при номинальной мощности. График функции  $Q_V = f(N_e)$  имеет прямолинейный характер (рисунок 4).

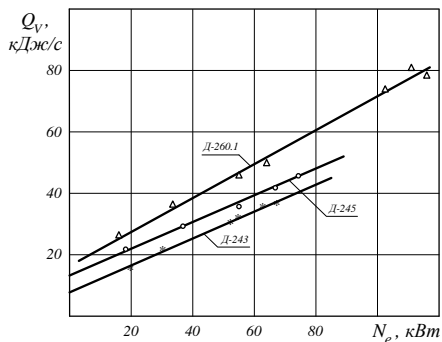


Рисунок 4 – Приток теплоты в охлаждающую жидкость дизелей тракторов «БЕЛАРУС»

График функции  $Q_V = f(N_e)$  характеризует приток теплоты в охлаждающую жидкость в зависимости от мощности двигателя. Тепловая

нагрузка в систему охлаждения дизеля Д-245 при одной и той же мощности выше, чем у дизеля Д-243, имеющего естественное всасывание воздуха в цилиндры. Это является следствием применения на дизеле Д-245 турбонаддува всасываемого воздуха, более форсированного процесса сгорания топлива. Увеличение тепловой нагрузки в систему охлаждения при применении турбонаддува у дизеля Д-245 по сравнению с дизелем Д-243 с естественным всасыванием составляет 8,3%. При этом часть теплоты от поршней и цилиндров перераспределяется в смазочное масло вследствие применения струйного охлаждения поршневой группы. Уменьшение тепловыделения в систему охлаждения Д-245 вследствие охлаждения поршневой группы составляет 3,1–5,74 %, тепловыделение в смазочное масло увеличивается до 28,97 %. Более высокая тепловая нагруженность системы охлаждения дизеля Д-260.1 (рисунок 4) является также следствием перераспределения части теплоты смазочного масла в охлаждающую жидкость при охлаждении масла ЖМТ.

Экспериментальные исследования составляющих теплового баланса дизелей типоразмерного ряда тракторов «БЕЛАРУС» позволили построить статистический график (рисунок 5) зависимости тепловыделения в систему охлаждения на режиме номинальной мощности ряда дизелей. График свидетельствует об увеличении тепловой нагруженности системы охлаждения дизелей при повышении номинальной мощности. Составляющая теплоты охлаждающей жидкости при увеличении нагрузки на 1 кВт увеличивается на 0,23 %. Эта интенсивность увеличения тепловыделения в жидкость является общей закономерностью для всех дизелей. Характерно уменьшение тепловой нагрузки на систему охлаждения при увеличении температуры жидкости, так при увеличении температуры жидкости от 80 до 95 °С тепловая нагруженность уменьшается на 4–6 %.

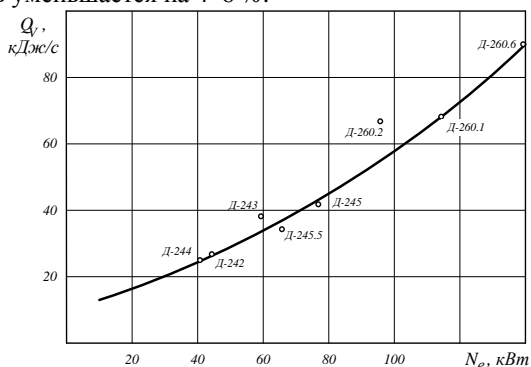


Рисунок 5 – Количество теплоты, поступающей в систему охлаждения дизелей тракторов «БЕЛАРУС» на режиме  $N_{e \text{ ном}}$

Более общую оценку тепловой нагруженности системы охлаждения двигателей мобильных машин можно получить при расчете удельной теплоты системы охлаждения. Для анализа и расчетов применим коэффициент равный отношению количества теплоты отдельного составляющего в абсолютных единицах к эффективной мощности двигателя. Приведенный коэффициент, рассчитанный для некоторого количества двигателей, отражает среднестатистическое значение удельного количества теплоты рассматриваемого составляющего теплового баланса двигателей. График функции  $g_V = f(Q_V, N_e)$  для отдельно взятого двигателя имеет вид, представленный на рисунке 6. При номинальной мощности коэффициент удельной теплоты принимает наименьшее значение. График функции  $g_V = f(Q_V, N_e)$  для типоразмерного ряда тракторных дизелей при номинальной мощности представляет прямую линию (рисунок 7), среднестатистическое значение коэффициента остается одинаковым при номинальной мощности. С достаточной степенью точности тепловую нагрузку на систему охлаждения можно рассчитывать по коэффициенту удельного количества теплоты при известном значении номинальной мощности дизеля.

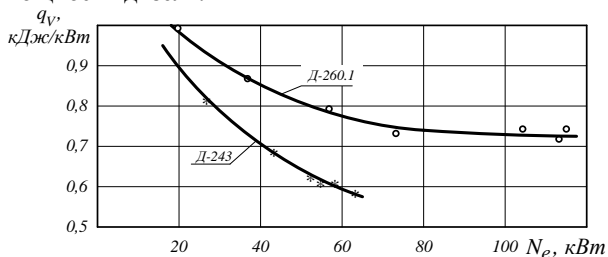


Рисунок 6 – Удельная теплота систем охлаждения в зависимости от мощности дизеля

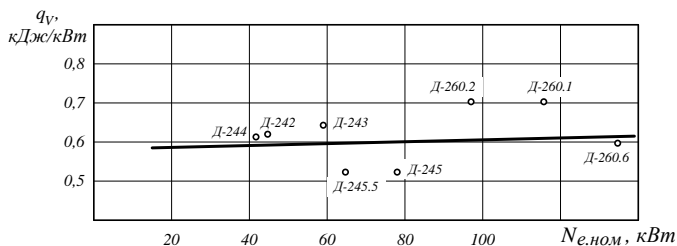


Рисунок 7 – Удельная теплота систем охлаждения типоразмерного ряда тракторов «БЕЛАРУС» на режиме номинальной мощности дизеля

### Заключение

Аналитические и экспериментальные исследования тепловой нагрузки на систему охлаждения на примере типоразмерного ряда дизелей тракторов «БЕЛАРУС» позволяют отметить следующее:

- тепловая нагрузка на систему охлаждения определяется режимом работы двигателя и количеством сжигаемого в цилиндрах двигателя топлива;

- тепловая энергия, поступающая в охлаждающую жидкость и смазочное масло и отводимая системой охлаждения, сопоставима с тепловой энергией, превращенной при сгорании топлива в цилиндрах в полезную работу. Суммарная теплота системы охлаждения составляет 52...68% от теплоты, превращенной в эффективную работу;

- рабочий процесс двигателя, применение турбонаддува, способ охлаждения смазочного масла и др. составляют группу конструктивных факторов, влияющих на тепловую нагрузку системы охлаждения; режим работы двигателя является определяющим внешним фактором тепловой нагрузки системы охлаждения;

- количество теплоты в относительных единицах, поступающей в систему охлаждения оснащенных ВМР дизелей, составляет 19,3–23 % и дизелей с ЖМТ – 24–26 %; тепловая нагрузка на систему охлаждения с ЖМТ выше вследствие суммирования теплоты, поступающей в охлаждающую жидкость и смазочное масло;

- среднестатистическое значение коэффициента удельной теплоты системы охлаждения тракторных дизелей составляет  $0,629 \pm 0,022$  кДж/кВт. Это значение коэффициента удельного количества теплоты рекомендуется для расчетов тепловой нагрузки системы охлаждения. В дизелях, оснащенных струйным охлаждением поршневой группы, коэффициент удельного количества теплоты системы охлаждения на 13–16 % меньше по сравнению с дизелями без охлаждения поршневой группы.

- конструкция дизеля, способ охлаждения смазочного масла существенно влияют на тепловую нагрузку на систему охлаждения, так при использовании ЖМТ тепловая нагрузка на систему охлаждения увеличивается на 8–10%.

### Литература

1. Якубович, А.И. Системы охлаждения двигателей тракторов и автомобилей. Конструкция, теория, проектирование: монография / А.И. Якубович, Г.М. Кухаренок, В.Е. Тарасенко. – Минск: БНТУ, 2011. – 435 с.

2. Ленин, И.М. Теория автомобильных и тракторных двигателей: учеб. для вузов / И.М. Ленин. – М.: Машиностроение, 1969. – 368 с.

3. Двигатели внутреннего сгорания: теория рабочих процессов: учеб. для вузов: в 3 кн. / В.Н. Луканин [и др.]; под ред. В.Н. Луканина и М.Г. Шатрова. – 3-е изд., перераб. и испр. – М.: Высшая школа, 2007. – Кн. 1. – 479 с.

4. Якубович, А.И. Системы охлаждения тракторных и автомобильных двигателей. Конструкция, теория, проектирование / А.И. Якубович, Г.М. Кухаренок, В.Е. Тарасенко. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2013. – 473 с. : ил. – (Высшее образование: Магистратура).

**Abstract**

*The paper presents the results of an analytical investigation of the distribution of heat flows in liquid cooling systems, as well as the experimental data of the heat balance of diesel tractors "BELARUS", which allowed to determine the character set of heat release on the rated power mode, to assess the thermal loading on specific yet- indicators.*

УДК 633.112.9:631.8:631.445.2

**ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ОЗИМОГО ТРИТИКАЛЕ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВЫХ ПРОДУКТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ НА  
ОСНОВЕ ОТХОДОВ КАЛИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Л.Г. Шейко, к.с.-х.н., доцент, А.Ф. Станкевич, инженер**

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

*В статье приведены результаты полевых опытов по изучению эффективности применения новых продуктов, полученных на основе отходов калийного производства. Применение новых продуктов под озимое тритикале способствует повышению урожая и улучшению качества получаемой продукции.*

**Введение**

Производство высококонцентрированного хлористого калия (60% д.в.  $K_2O$ ) и применение продуктов на основе обезвоженного глинисто-солевого шлама в сельском хозяйстве имеет важное значение. Новое удобрение кроме калия и натрия содержит в своем составе кальций, магний, серу, бор, марганец, кобальт и другие микроэлементы, необходимые растениям для создания высококачественной продукции.

В первую очередь, эти удобрения следует рассматривать, как дешевый источник натрия для сахарной свеклы, потребность которой в натрии определена в 105 кг/га действующего вещества натрия, а также для кормовых и столовых корнеплодов. Другие сельскохозяйственные культуры (зерновые, многолетние травы, кукуруза), также нуждаются в калии, натрии и микроэлементах. Химический состав новых продуктов, получен-

ных на основе отходов калийного производства, открывает большие перспективы по их использованию в сельском хозяйстве.

### Основная часть

Исследования проводились на учебно-опытном поле УО Белорусский государственный аграрный технический университет в Боровлянах. Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная со следующей агрохимической характеристикой (таблица 1).

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика почвы

рН в KCl	Гумус, %	Содержание в почве подвижных форм, мг/кг						
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	B	Cu	Zn
6,08	2,17	163	185	1197	393	0,61	1,3	2,5

Показатели кислотности дерново-подзолистой супесчаной почвы опытного участка – рН 6,08. По содержанию фосфора почва опытного участка относится к среднеобеспеченной (163 мг/кг почвы).

По содержанию калия почва относится к третьей группе обеспеченности. Содержание подвижного калия составляет 185 мг/кг почвы. Почва высоко обеспечена магнием (393 мг/кг почвы) и кальцием (1197 мг/кг почвы). Средне обеспечена микроэлементами. Содержание бора составляет 0,61 мг/кг почвы, меди - 1,3 мг/кг почвы и цинка - 2,5 мг/кг почвы.

При возделывании озимого тритикале наиболее эффективно внесение фосфорных и калийных удобрений осенью под предпосевную культивацию и подкормки азотом во время возобновления вегетации и в стадию первого узла [1].

В 2011 году осенью калийные удобрения и новые продукты согласно схеме опыта были внесены под культивацию. Семена озимого тритикале перед посевом обрабатывались фунгицидом максим 2л\г. Осенью в фазу 3-4 листа растений была проведена обработка посевов гербицидом кугар 1л\га совместно с фунгицидом фундазол 0,5 кг\га для предотвращения снежной плесени.

Весной 2012 года азотные удобрения были внесены в подкормку в два срока (в период возобновления вегетации и в период начала трубкования). В фазу колошения посевы обрабатывались фунгицидом фоликур 1л\га совместно с инсектицидом децис 0,01 л\га.

Обработка почвы и уход за посевами выполнялись в соответствии с агротехническими правилами для данной зоны. Объектом исследований был сорт озимого тритикале «Модератэ» польской селекции. Норма высева 220 кг/га. Посев проводился 10 сентября сеялкой СПУ-6.

Уборка проводилась в фазу полной спелости зерна. Учет урожая – поделяночный. Урожайные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Эффективность калийных удобрений и новых продуктов при выращивании озимого тритикале.

Варианты опыта	Урожай, ц/га	Прибавка				Оплата 1 кг. д.в. калийных удобрений урожаем, кг
		к контролю		к фону		
		ц/га	%	ц/га	%	
1. Контроль (без удобрений)	41,5	-	-	-	-	-
2. P <sub>120</sub> (осенью) + N <sub>120 (60+60)</sub> в подкормку (весной) - фон	53,0	11,5	28	-	-	-
3. фон + K <sub>150</sub> (KCl стандартный) (осенью)	60,8	19,3	46	7,8	15	5,2
4. фон + K <sub>150</sub> (ГСШ гранулированный) (осенью)	62,9	21,4	52	9,9	19	6,6
5 фон + K <sub>150</sub> (новый продукт, содержащий 20% KCl) (осенью)	64,4	22,9	55	11,4	22	7,6
6. фон + K <sub>150</sub> (новый продукт, содержащий 50% KCl) (осенью)	65,1	23,6	57	12,1	23	8,1
НСР <sub>0,95</sub>	2,2					

Уровень потенциальной продуктивности озимого тритикале в условиях Беларуси достигает 100 ц/га и более [2].

Урожай озимого тритикале без применения удобрений на среднеобеспеченной подвижными формами калия и фосфора почве составил 41,5 ц/га зерна. За счет азотно-фосфорных удобрений получена прибавка урожая по отношению к контролю 11,5 ц/га. Применение стандартного хлористого калия и гранулированного глинисто-солевого шлама в дозе K<sub>150</sub> позволило получить практически одинаковый урожай зерна на уровне 7,8-9,9 ц/га. Новые продукты обеспечили увеличение урожая 22-23% по отношению к фону.

Самая высокая оплата 1 кг. д.в. калийных удобрений урожаем 8,1 кг получена при применении нового продукта, содержащего 50% KCl в дозе 150 кг/га действующего вещества.

Урожайность зерна озимого тритикале и эффективность применения новых удобрений в исследованиях во многом была обусловлена лучшими показателями структуры урожая (таблица 3).

Таблица 3 – Структура урожая озимого тритикале в зависимости от применения различных форм калийных удобрений

Варианты опыта	Количество продуктивных стеблей, шт./м <sup>2</sup>	Высота растений, см	Длина колоса, см	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна 1 колоса, г	Масса 1000 зерен, г
1. Контроль (без удобрений)	357	103	7,3	44	1,38	37,3
2. P <sub>120</sub> (осенью) +N <sub>120 (60+60)</sub> в подкормку (весной) - фон	393	111	8,0	51	1,64	42,5
3. фон +K <sub>150</sub> (KCl стандартный) (осенью)	405	118	8,0	53	1,72	42,0
4. фон + K <sub>150</sub> (ГСШ гранулированный) (осенью)	386	106	7,9	49	1,87	39,6
5. фон + K <sub>150</sub> (новый продукт, содержащий 20% KCl) (осенью)	418	121	8,2	52	1,89	44,5
6. фон + K <sub>150</sub> (новый продукт, содержащий 50% KCl) (осенью)	404	119	8,4	50	1,86	43,2
НСР <sub>0,95</sub>	12,4	3,1	0,3	1,5	0,04	1,3

Количество продуктивных стеблей в вариантах с удобрениями увеличилось с 353 до 418 шт./м<sup>2</sup>, высота растений со 103 до 121 см, длина колоса с 7,3 до 8,4 см, число зерен в колосе с 44 до 53 шт. Масса 1000 зерен в зависимости от варианта опыта составила 37,3-44,5г. Лучшая структура урожая по всем параметрам получена при применении нового продукта, содержащего 20% KCl.

### **Заключение**

1. Наиболее предпочтительным с точки зрения использования глинисто-солевых шламов (отходов образующихся в процессе обесшламливания сальвинитовой руды) является производство на их основе новых форм удобрений.

2. Использование новых продуктов на основе глинисто-солевых шламов на легких почвах, бедных калием и другими элементами, содержащимися в отходах калийного производства, будет способствовать более эко-

номному производительному использованию таких почв, улучшению их водно-физических и агрохимических свойств.

3. Основным способом применения новых продуктов на основе глинисто-солевых шламов является равномерное поверхностное распределение их по полю с последующей заделкой в почву.

4. Сравнительное изучение эффективности стандартного хлористого калия и новых продуктов в эквивалентных по калию количествах показало их примерно равное влияние на урожайность и качество сельскохозяйственных культур.

### Литература

1. Лапа В.В. Урожайность и качество зерна озимого тритикале в зависимости от системы удобрения на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. / В.В. Лапа [и др.]. // Почвоведение и агрохимия. – 2011. - № 1(46). – С. 124-134.

2. Современные технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сборник научных материалов/ под общей редакцией доктора с.х. наук М.А. Кадырова. – Минск: ИВЦ Минфина, изд. 2 2007. – 287 с.

### **Abstract**

*The article presents the results of field experiments to study the effectiveness of new products derived from potash production wastes. Application of new products under winter triticale crop and contributes to improving the quality of the products.*

**УДК 631.3.004**

## **УМЕНЬШЕНИЕ ХОЛОСТЫХ ПРОБЕГОВ КОМБАЙНА ПРИ УБОРКЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР**

**Ю.Т. Антонишин, к.т.н., доцент, В.А. Сокол, студент**

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

*Статья содержит результаты исследования способа уборки зерновых культур с применением систем точного позиционирования и параллельного вождения.*

### **Введение**

Для реализации потенциальных возможностей новой техники необходимо повысить эффективность ее использования. Требуется дальнейшее развитие форм организации уборки зерновых культур уборочно-

транспортными комплексами и бригадами, обеспечение высокой технологической готовности к проведению уборочных работ. Многообразие факторов, определяющих качество подготовки и выполнения технологического процесса уборки зерновых культур, обуславливает необходимость комплексного подхода при решении вопросов технологического обеспечения уборки, которое представляет систему мероприятий, регламентирующих выбор технологии выполнения технологических операций, их последовательность и взаимосвязь, комплектование состава уборочной техники.

На производительность зерноуборочных комбайнов влияет ширина захвата жатки, скорость и время основной работы. Целесообразно увеличивать время основной работы за счет уменьшения времени холостого хода. Решение этой задачи возможно при использовании систем точного позиционирования.

### Основная часть

Производительность ( $W_{см}$ , га) с использованием системы спутниковой навигации

$$W_{см} = 0,1B_p S_p, \quad (1)$$

где  $B_p$  – ширина захвата жатки, м,

$S_p$  – рабочий ход, км,

Величина  $S_p$  определяется по формуле

$$S_p = S_{об} \varphi, \quad (2)$$

где  $\varphi$  – коэффициент рабочего хода,

$S_{об}$  – общий пробег, км.

Значение  $S_{об}$  – за определенный промежуток времени (за время смены) дает система позиционирования.  $S_{об}$  включает в себя  $S_p$  и  $S_{мп}$  непроизводительные проезды

$$S_{об} = S_p + S_{мп} \text{ или} \\ S_{об} = S_p + S_x + S_{заг} + S_{омд} + S_{раз} \quad (3)$$

Из-за существования возможности сведения к минимуму непроизводительных проездов, связанных с  $S_{заг}$ ,  $S_{омд}$ ,  $S_{раз}$  спрогнозировать их закономерность достаточно сложно, рассмотрено влияние  $S_x$  на коэффициент рабочих ходов.

Зерноуборочные комбайны в хозяйствах Республики работают бригадным способом. При этом в бригадах выделены звенья, для каждого из которых на поле выделяется отдельный загон. На одном загоне уборку ведут от 2 до 8 комбайнов. Основным способом движения является гоновый с расширением прокоса. При этом комбайны совершают движение от центрального прокоса, а затем к центру.

Зерноуборочные комбайны в хозяйствах Республики работают бригадным способом. При этом в бригадах выделены звенья, для каждого из которых на

поле выделяется отдельный загон. На одном загоне уборку ведут от 2 до 8 комбайнов. Основной способ движения - гоновый с расширением прокоса. При этом комбайны двигаются от центрального прокоса, а затем к центру.

Суммарный холостой ход от прохода  $N$  комбайнов на загоне составит

$$S_{xN} = 2Ck - \sum_1^N N \cdot B(k+2) = 2Ck - \frac{BN(N+1)}{2}(k+2) \quad (4)$$

где  $C$  – ширина загона, м;

$B$  – ширина захвата жатки, м;

$k$  – количество кругов на загоне.

Заменив  $k$  в выражении (4) на  $\frac{C}{2B}$  получим

$$S_{xN} = \frac{2C^2 - 0,5BN(N+1)(C+2B)}{2B} \quad (5)$$

Таким образом, выражение (5) дает возможность вычислить сумму расстояния холостых ходов группы зерноуборочных комбайнов на всем загоне (поле) в зависимости от его ширины без учета поворота.

Траектория поворота составляет  $\pi/2$  рад и представляет собой кривую в соответствии с рисунком 1.

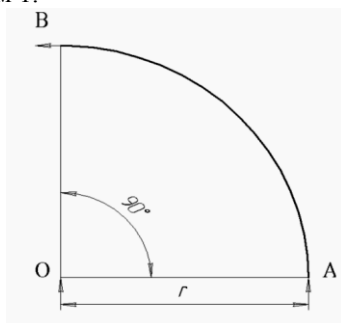


Рисунок 1 –Траектория поворота комбайна

При повороте комбайн проходит по кривой АВ.

Все комбайны совершат общее количество поворотов  $4 \cdot 1,14r \cdot k$ . Зная,

что количество кругов на загоне  $k = \frac{C}{2B}$ , получим

$$S_{xN} = \frac{2C^2 - 0,5BN(N+1)(C+2B)}{2B} + 4 \cdot 1,14r \cdot \frac{C}{2B} \quad (6)$$

$$S_{.m} = \frac{2C(C + 2,28r) - 0,5BN(N + 1)(C + 2B)}{2B} \quad (7)$$

Из полученных выражений видно, что при движении в загоне с правыми поворотами (к центру) первый комбайн выполняет больший холостой ход, по сравнению с другими комбайнами, а при движении с расширением прокоса (от центра) – наоборот.

На участках прямоугольной формы при неизменной рабочей длине  $L$  и гоновых способах движения коэффициент  $\varphi$  определяют для одного цикла движения агрегата по формуле

$$\varphi = \frac{L}{L + S_x} \quad (8)$$

где  $S_x$  – среднее значение холостого хода на загоне для группы комбайнов.

Анализ закономерности холостого хода позволил определить его среднее значение при условии, что все агрегаты выполняют одинаковое количество рабочих ходов на загоне.

$$S_x = z + l_{нов} \quad (9)$$

где  $z$  – коэффициент холостого хода для загонного способа движения, м;  $z = 2NB$ ;

$l_{нов}$  – длина поворота, м.  $l_{нов} = 2 \cdot 1,14r$ .

Подставив полученные выражения в (9), получим

$$S_x = 2NB + 2,28r. \quad (10)$$

Коэффициент рабочих ходов на загоне с учетом непроизводительных переездов, зависящих от способа движения, после преобразований

$$\varphi_{иN} = \frac{L}{L + 2NB + 2,28r} \quad (11)$$

При работе группы агрегатов на подборе валков челночным способом, комбайн с установленным подборщиком при заходе на следующий валок отсчитывает число валков  $N-1$  и продолжает уборку. На прямом комбайнировании этот способ вызывает трудности, из-за того, что комбайн, движущийся первым, после поворота не имеет ориентира. При этом возникает необходимость использования систем точного позиционирования. Установка системы на ширину позволит успешно использовать этот способ движения, но только в случае, когда комбайны заходят в загон с интервалом времени. Холостой ход будет постоянным на всем протяжении загона (поля) для каждого комбайна.

$$S_{11} = S_{12} = \dots = S_{21} = \dots = S_{k1} = BN, \quad (12)$$

где  $B$  – ширина захвата жатки, м;

$N$  – количество зерноуборочных комбайнов, одновременно работающих на поле и движущихся друг за другом.

При прямом комбайнировании и выходе всех комбайнов в загон с небольшим интервалом времени преобразуем траектории движения группы комбайнов, обеспечивающие равный холостой ход рисунок 2. Выражение (12) справедливо и для рисунка 2.

С учетом поворота холостой ход увеличится на  $2,28r$ . Формула для холостого хода всех  $N$  комбайнов с учетом поворота примет вид

$$S_{xN} = \frac{(BN + 2,28r) \cdot NC \cdot (C - B)}{B} \quad (13)$$

Тогда коэффициент рабочих ходов при движении группы зерноуборочных комбайнов челночным способом

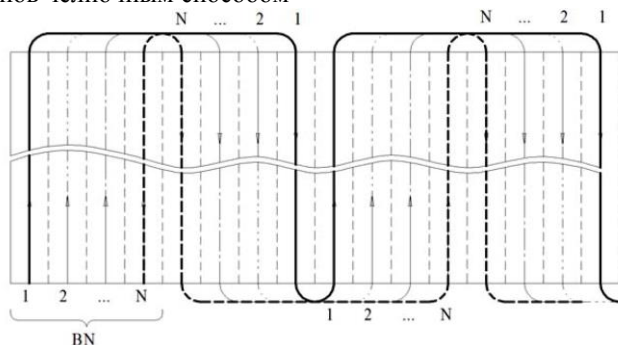


Рисунок 2 – Движение комбайнов преобразованным способом

$$\varphi_{uN} = \frac{CL}{CL + (BN + 2,28r) \cdot NC \cdot (C - B)} \quad (14)$$

Из выражения (14) видно, что при движении комбайнов челночным способом с увеличением количества уборочных агрегатов группы коэффициент рабочих ходов уменьшается.

При правильной конфигурации поля формула (14) преобразуется следующим образом

$$S_x = \frac{z}{2} + l_{нов} = NB + l_{нов} \quad (15)$$

$$\varphi_{uN} = \frac{L}{L + NB + 2,28r} \quad (16)$$

Круговой способ движения комбайнов применяют на полях неправильной конфигурации (или) с длиной гона менее 400 м. Недостаток способа в том, что первый комбайн выполнит больший по сравнению с другими

рабочий ход. Например, на загоне площадью 15 га в группе из 6 комбайнов последний проходит на 2,2 км меньше первого.

Определена ширина загона в зависимости от количества комбайнов, обеспечивающая равное количество кругов для всех агрегатов звена. Результаты обработки данных систем точного позиционирования показывают, что на уборке зерновых культур коэффициент рабочих ходов составляет в среднем 0,60.

Сократить непроизводительные переезды можно правильной разбивкой полей и выбором способа движения с использованием спутниковой навигации и системы параллельного вождения. На коэффициент рабочих ходов более всего влияет способ движения. При челночном способе он больше, чем при других способах движения.

На уборке круговым способом увеличение количества комбайнов ведет к увеличению коэффициента рабочих ходов. Челночный способ движения целесообразен при количестве комбайнов в группе не более 5.

### **Заключение**

1. Установлено, что до 40 % всего пройденного пути затрачивается комбайном на холостые переезды. Факторами, оказывающими влияние на эффективность уборки урожая, являются выбор способа движения и правильная разбивка поля на загоны, которая невозможна без системы точного позиционирования и параллельного вождения.

2. Получены аналитические выражения, характеризующие коэффициент рабочих ходов в зависимости от способа движения;

3. Предложен способ движения комбайнов, позволяющий увеличить производительность на уборке зерновых культур;

4. Определена оптимальная ширина загона в зависимости от количества группы комбайнов и ширины захвата жатки.

### **Литература**

1. Шило, И.Н. Обобщенный показатель для комплексной оценки машин и технологий / И.Н. Шило, Е.Г. Родов // Интенсификация с.-х. производства и формирование системы машин. – Минск: НПО» Белсельхозтехника, 1989.

### **Abstract**

*The article contains the results of experimental studies of the method of harvesting crops using GPS.*

УДК: 633.34:546.36

**СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ НОРМАТИВНО ЧИСТОЙ  
ПРОДУКЦИИ ВЫСОКОБЕЛКОВЫХ КУЛЬТУР (НА ПРИМЕРЕ  
КУЛЬТУРЫ СОЯ) ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ИХ В УСЛОВИЯХ  
РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ**

**Г.З. Гуцева, к.с.-х. н., А.Н. Никитин, к.с.-х. н., Н.В. Телицына**  
*ГНУ «Институт радиобиологии НАН Беларуси», г. Гомель, РУП «Научно-  
практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь*

*В результате исследований проведенных с районированными в Беларуси сортами сои на дерново-подзолистых супесчаных почвах загрязненных в результате Чернобыльской катастрофы  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  установлена сортовая избирательность в накоплении радионуклидов.*

*Для получения стабильных урожаев сои с минимальным накоплением радионуклидов в продукции на загрязненных территориях целесообразно возделывать сорт Березина.*

**Введение**

В результате аварии на Чернобыльской АЭС 23 % территории Беларуси подверглось загрязнению радионуклидами. В послеаварийный период основной задачей сельскохозяйственного производства на загрязненных радионуклидами землях является производство сельскохозяйственной продукции с допустимым содержанием  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ . Для решения этой задачи разработана система эффективных мероприятий, направленных на снижение поступления радионуклидов в урожай, важным звеном которой, является оценка накопления  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  сортами одного вида растений.

Сорта растений, в силу своих биологических особенностей, могут в значительной степени отличаться по степени поглощения радиоактивных веществ из почвы. Такой прием не требует изменений в структуре посевных площадей и значительных дополнительных затрат. Многочисленные исследования свидетельствуют о том, что межсортные различия по накоплению радионуклидов в пределах культуры могут достигать 3 – 5 раз [1].

В последние годы, в республике Беларусь большое внимание уделяется высокобелковым культурам, к которым относится соя. В настоящее время, посевы сои в республике расширяются, чтобы исключить ввоз шрота (высокобелкового продукта переработки сои), в том числе и на загрязненных радионуклидами территориях. Имеющийся сортимент позволяет производителю подобрать сорта, наиболее полно соответствующие условиям хозяйствования. Создаются новые перспективные сорта, однако данных о поступлении долгоживущих радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в продукцию сои в

зависимости от сортовых особенностей очень мало, что обуславливает актуальность настоящих исследований.

### Основная часть

Исследования проводились в 2004-2006 годах путем постановки полевого стационарного опыта на загрязненных радионуклидами пахотных угодьях КСУП «Дубовый лог» Добрушского района Гомельской области.

Изучались три сорта сои: *Ясельда* Сорт районирован в Белоруссии по Гомельской, Брестской, Минской и Гродненской областям с 1998 года и на сегодняшний день является основным производственным сортом и стандартом в Госсортоиспытании Белоруссии. Сорт предназначен для возделывания в климатической зоне с суммой активных температур (выше 10<sup>0</sup>С) около 2400<sup>0</sup>С, до 52-53<sup>0</sup> северной широты. На территории Беларуси созревает в середине – конце сентября. Содержание белка в семенах 38-39 %, масла – 21-22 %. Сорт характеризуется повышенным содержанием водорастворимой фракции белка – 88,3 %.

*Припять* Сорт районирован в республике по Брестской, Минской и Гродненской областям. Превышает стандартный сорт Ясельда по урожайности на 4 %, а на фоне умеренной засухи во второй половине лета – на 20 % при созревании на 1-2 дня раньше. Сорт предназначен для возделывания в климатической зоне с суммой активных температур около 2400<sup>0</sup>С. Отличается повышенным содержанием белка в семенах (43-44 %) и водорастворимой фракции белка (87,9 %). Масла содержит 19-20 %, наиболее пригоден для пищевой переработки.

*Березина* Включен в Государственный реестр Беларуси по Брестской, Гомельской, Гродненской и Минской областям с 2004 года. Урожайность сорта составляет 97 % урожайности стандартного сорта Ясельда при созревании на 7-10 дней раньше. Сорт предназначен для возделывания в климатической зоне с суммой активных температур 2200-2300<sup>0</sup>С. Содержание белка в семенах 39 %, масла – 20 %.

Посев производился широкорядным способом, с шириной междурядий 45 см, плотность стеблестоя сортов сои составляла 40-50 растений на м<sup>2</sup>. Для определения размеров накопления радионуклидов сортами, нами проводился отбор сопряженных проб растений и почвы.

Важным критерием при оценке сорта является урожайность. Урожайность сои определяется типом роста растений, ветвистостью и плотностью стеблестоя, числом продуктивных узлов, числом бобов в узле, фотопериодизмом и качественными признаками. В наших опытах наибольшим числом продуктивных побегов (до 3-4 боковых ветвей) характеризовался сорт Березина (таблица 1). Это обеспечивало больший урожай зеленой массы по сравнению с другими сортами.

Таблица 1 – Структура урожая сои в зависимости от сортовых особенностей

Сорт	Высота растений см	Качественные признаки		Число прод. побегов	Число прод. узлов	Число бобов в узле	Масса 1000 семян
		окраска опушения	форма листовой пластинки				
Ясельда	42	корич.	яйцевидн.	1-2	10-11	3-5	142
Припять	58	корич.	яйцевидн.	2-3	11-13	5-6	150
Березина	59	серая	ланцето-видная	3-4	14-15	5-6	130

Наибольшее количество продуктивных узлов отмечено также у сорта Березина что, безусловно, повлияло на урожайность семян. формировании урожая зерна. Кроме того, в формировании величины урожая значительная роль принадлежит качественным признакам растений сои. Фенологические наблюдения показали что, светлое опушение, характерное для сорта Березина, препятствовало перегреву растений в жаркую погоду [2]. Этот же сорт обладает и небольшой листовой поверхностью (лист ланцетовидный), что способствовало получению большего урожая зеленой массы, из-за снижения конкуренции за свет в нижних ярусах растений. Небольшое количество семян в бобе компенсировалось числом побегов и числом бобов в узле. Таким образом, при одинаковых условиях возделывания сортов сои развитие основных элементов продуктивности происходило по-разному, что повлияло на конечное формирование урожая зеленой массы и семян.

Кроме того, урожайность оказывает влияние на удельную активность растений. Наши исследования свидетельствуют о влиянии урожайности зеленой массы и семян сои на накопление радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в продукции. На основании экспериментальных данных установлена отрицательная корреляционная связь между урожайностью зеленой массы, семян сои и поступлением  $^{137}\text{Cs}$  в растения. Для зеленой массы коэффициент корреляции составил - 0,59, для семян - 0,87. Также отрицательная корреляционная связь установлена между урожайностью и поступлением  $^{90}\text{Sr}$  в зеленую массу и семена сои. Коэффициенты корреляции для зеленой массы – 0,78, для семян – 0,79.

Изученные нами сорта сои: Ясельда, Припять и Березина имеют различия по накоплению радионуклидов. Максимальный переход  $^{137}\text{Cs}$ , как в зеленую массу (43 Бк/кг), так и в семена (55 Бк/кг) характерен для сорта Ясельда. Переход радионуклида в зеленую массу сортов Припять и Березина на 40 % и в семена на 10 % меньше, чем в сорт Ясельда. Таким образом, по накоплению  $^{137}\text{Cs}$  в зеленой массе и семенах сои сорта располагались в следующий ряд по убыванию: Ясельда > Припять > Березина.

Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в зеленой массе сортов сои изменялось от 83 до 107 Бк/кг, и от 62 до 74 Бк/кг в семенах. Максимальным накоплением  $^{90}\text{Sr}$

(107 Бк/кг) в зеленой массе характеризовался сорт Ясельда. Достаточно высоким (101 Бк/кг) было содержание  $^{90}\text{Sr}$  в зеленой массе сорта Припять. Минимальное количество радионуклида, до 22 % меньше, чем в вышеуказанных сортах, содержалось в зеленой массе сорта Березина.

Приблизительно в таком порядке характеризуются сорта сои по накоплению  $^{90}\text{Sr}$  в семенах. Ряд сортов по убыванию выглядит так же, как и для  $^{137}\text{Cs}$ : Ясельда > Припять > Березина.

Учитывая накопление радионуклидов в продукции, наибольшей возможностью для возделывания на зеленую массу и семена, на дерново-подзолистых супесчаных почвах загрязненных радионуклидами, обладает наиболее урожайный сорт сои – Березина.

### Заключение

1. Накопление радионуклидов в продукции сои в значительной степени зависит от урожайности культуры. Установлена отрицательная корреляционная связь между накоплением  $^{137}\text{Cs}$  в зеленой массе ( $r = -0,59$ ), бобах ( $r = -0,87$ ) и  $^{90}\text{Sr}$  в зеленой массе ( $r = -0,78$ ) и бобах ( $r = -0,79$ ) от урожайности сои.

2. По накоплению радионуклидов ряд сортов сои по убыванию выглядит следующим образом: Ясельда > Припять > Березина. Подбор сорта является наиболее экономически оправданным приемом и позволяет снизить накопление  $^{137}\text{Cs}$  в зеленой массе сои до 40 %, в семенах до 10 %, накопление  $^{90}\text{Sr}$  в зеленой массе культуры снижается до 20 %, и в семенах до 15 %. Среди изученных сортов минимальным накоплением  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в продукции характеризовался сорт Березина.

### Литература

- 1 Агеец, В.Ю. Система радиозокологических контрмер в агрофере Беларуси / В.Ю. Агеец. – Мн.: РНИУП «Институт радиологии», 2001. – 250 с.
- 2 Давиденко, О.Г. Соя для умеренного климата / О.Г. Давиденко, Д.Е. Голоенко, В.Е. Розенцвейг. – Минск: Технология, 2004. – 173 с.

### Abstract

*As a result of investigation carried out with soya sorts zoned in Byelorussia on soddy-podsolic sandy soils polluted as a result of Chernobyl accident with  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  a high sort selectivity in accumulation of the radionuclides is established.*

*For reception of stable soya crops with minimal accumulation of radionuclides in production it is expedient to cultivate on the polluted territories the Berezina sort.*

УДК 631.22.018

## ВЫБОР КОНСТРУКЦИИ ВИНТОВОЙ МЕШАЛКИ МИКСЕРА ДЛЯ НАВОЗА

**И.И. Скорб, ст. преподаватель, И.М. Швед, ст. преподаватель**  
*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*В статье произведен анализ конструкций винтовых мешалок миксеров для навоза.*

### Введение

Перед удалением расслоившегося навоза из навозохранилищ или гидравлических каналов животноводческих помещений его необходимо перемешать с помощью специальных миксеров, до тех пор пока все слои не перемешаются и вся масса не станет однородной. В хорошо перемешанном навозе питательные вещества (N,P,K) равномерно распределяются по всему объему и практически в нем нет осадка на дне. Миксеры для жидкого навоза могут иметь привод от электродвигателя или от ВОМ трактора, могут быть стационарными и передвижными[1].

### Основная часть

Основным рабочим органом миксеров для жидкого навоза, как правило, является винтовая мешалка. Рассмотрим подробно её конструкцию и параметры.

Винтовая мешалка преобразует вращение вала двигателя в гидравлический напор. Лопасть винтовой мешалки представляет собой гидродинамический профиль, который работает под определенным углом наклона к водному потоку, отбрасывая (ускоряя) его и образуя, таким образом, напор. Лопасть имеет входящую и выходящую кромки, а также рабочую (нагнетающую) поверхность,

Основной характеристикой винтовой мешалки является шаг. Если винтовая мешалка совершит полный оборот, то можно измерить расстояние, на которое она продвинется, при условии, что жидкость является твердым телом. Это геометрическое перемещение, равное длине витка винтовой поверхности, часть которой образует лопасть, называют геометрическим шагом или просто шагом винтовой мешалки.

Винтовая мешалка (Рис.1) состоит из центральной ступицы и нескольких лопастей, имеет измеряемый диаметр. Число лопастей незначительно влияет на коэффициент полезного действия винтовой мешалки.



Рисунок 1 - Винтовая мешалка с тремя и четырьмя лопастями

По мере увеличения размера лопасти или увеличением количества лопастей, увеличивается так называемое отношение диаметра к площади. Хотя увеличение площади лопастей увеличивает площадь действия сил, создающих гидравлический напор, но увеличивается и трение.

Чтобы уменьшить трение, создаваемое лопастями, их должно быть меньше, но не меньше двух.

Достоинством четырех лопастной винтовой мешалки является то, что у неё количество противостоящих лопастей равно, что делает её работу ровной, позволяет быстрее создавать гидравлический напор.

Для гомогенизации сильно разбавленного (98% и более) жидкого навоза достаточно миксера с двух- или трех лопастной винтовой мешалкой, если навоз имеет влажность 92-94% желательно использовать четырех лопастную винтовую мешалку.

Если необходимо создать большой гидравлический напор, то необходимо использовать винтовую мешалку большего диаметра, при этом необходимо учитывать, сможет ли двигатель создать требуемые обороты. Также для увеличения гидравлического напора можно использовать винтовую мешалку увеличенного шага, но меньшего диаметра. Таким образом, при выборе винтовой мешалки необходимо сбалансировать диаметр и шаг винта.

Если достигнуты максимальные возможные обороты мотора, то можно только увеличивать шаг при уменьшении диаметра, или увеличивать диаметр, соответственно уменьшая шаг. При использовании миксера в гидравлических каналах животноводческого помещения увеличение диаметра проблематично, так как канал имеет ограниченные геометрические размеры [2].

Трех лопастная винтовая мешалка имеет меньшее сопротивление и более высокий коэффициент полезного действия, однако на трех лопастных мешалках раньше возникает кавитация.

Однако при небольших мощностях максимально достигаемый гидравлический напор с четырех лопастной мешалкой меньше по сравнению с трех лопастной мешалкой того же диаметра и шага.

Диаметр винтовой мешалки - это диаметр окружности, охватывающей все лопасти мешалки. Обычно чем меньше обороты приводного вала, тем больше

должен быть диаметр мешалки. Правильный выбор диаметра очень важен. Как правило, для малооборотистых миксеров используют винтовую мешалку с большим диаметром, для высокооборотистых - с меньшим.

Лопастей могут иметь самую разнообразную форму. Наиболее распространены лопасти типа «круглое ухо» и эллиптические. Такие винтовые мешалки обеспечивают оптимальный гидравлический напор. Некоторые модели миксеров имеют винтовые мешалки, лопасти которых сужаются к кончикам. Это уменьшает трение. Винтовые мешалки, лопасти которых закручены в направлении вращения, называются косыми. Такая форма идеально подходит для перемешивания жидкого навоза с волокнистыми остатками, поскольку такие лопасти не склонны накручивать их на себя. Форма очертаний лопасти как правило не влияет на коэффициент полезного действия винтовой мешалки.

Овальное очертание лопасти является таким же благоприятным, как и асимметричное в его различных вариантах. При асимметричном очертании лопасти входную кромку скашивают так, чтобы вход лопасти в навозную массу происходил как можно мягче. Сегментные лопасти применяются для повышения эффективности винтовой мешалки при определенных условиях: винтовая мешалка с сегментными лопастями сведет к минимуму кавитацию при больших нагрузках [2].

Высокая частота вращения мешалки становится причиной кавитации - вскипания жидкости и образования пузырьков паров в области разрежения на всасывающей стороне лопасти. В начальной стадии кавитации эти пузырьки невелики и на работе мешалки практически не сказываются. Однако когда эти пузырьки лопаются, создаются большие местные давления, отчего поверхность лопасти выкрашивается. При длительной работе кавитирующей винтовой мешалки такие эрозионные разрушения могут быть настолько значительными, что эффективность её снизится.

Момент наступления кавитации зависит не только от частоты вращения но и от ряда других параметров. Так, чем меньше площадь лопастей, больше толщина их профиля и ближе к поверхности расположена мешалка, тем при меньшей частоте вращения, то есть раньше наступает кавитация. Если мешалка расположена близко к поверхности, то происходит засасывание воздуха. Это явление называется поверхностной кавитацией. Возникновение поверхностной кавитации характерно для миксеров, применяемых для перемешивания навозной массы в гидравлических каналах. Считается, что расстояние от оси винтовой мешалки до поверхности жидкости должно быть не менее её диаметра.

### **Заключение**

Перемешивание навоза перед уборкой из навозохранилищ и каналов гидравлических систем является обязательным технологическим приёмом,

поэтому важен выбор соответствующего миксера для навоза, конструкция которого обеспечивала бы высокое качество перемешивания навоза.

### Литература

1. Вейнла В.Э., Ази М.М. Энергоемкость системы удаления навоза// Механизация и электрификация сел. хоз-ва. 1984. №7. С.47.

2. Интернет-портал [Электронный ресурс]/-Режим доступа: [www.acepropeller.com](http://www.acepropeller.com) / Дата доступа 21.04.2014.

### *Abstract*

*The article analyzed the design of screw mixers, agitators for manure.*

УДК621.182.1:631.17

## РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ВОДОПОДГОТОВКА ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК

**А.М. Миронов, к.т.н., доцент;**

**М.А. Игнатенко-Андреева ст. преподаватель**

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

*Существует большая проблема очистки и дезинфекции воды для предприятий пищевой промышленности. Согласно научным разработкам, для решения данной проблемы наиболее целесообразно использование озонирования. Озонирование улучшает микробиологические показатели, цветность, запах, уменьшает мутность, не увеличивает солевой состав, продукты реакции не токсичны для теплокровных организмов.*

С каждым годом проблема качества воды, применяемой в народном хозяйстве, обретает все большую актуальность, ужесточаются требования к ее качеству, в то время как добываемая вода с учетом изменения экологической обстановки, становится все менее пригодной к употреблению. Даже добытая из подземного источника чистая вода, пройдя до потребителя через гидросеть, теряет свое качество. Из-за биокоррозионных процессов, проникновения загрязнителей через уплотнения, наличия тупиковых участков, смены давлений и перераспределения потоков воды водопроводы часто превращаются в мощный источник вторичного загрязнения питьевой воды. Аналогичным образом загрязняются питьевые воды в регулирующих емкостях, водонапорных башнях и резервуарах, а так же при контакте с загрязненным окружающим воздухом. Основными загрязняющими компонентами в воде, вредными для человека, являются: повы-

шенное содержание железа, марганца, сероводорода, всевозможной органики. Все они как следствие придают воде неприятные привкус и запах, неестественный цвет. Загрязнения в воде могут присутствовать как в виде взвеси (мутность, осадок), так и в растворенном состоянии. Взвешенные частицы особой проблемы для очистки не представляют и, как правило, задерживаются обычными механическими фильтрами различных конструкций, но растворенные загрязнения такие фильтры задержать не могут.

В практике водоподготовки и большинстве публикаций принято условно разделять способы обеззараживания воды на реагентные (химические), безреагентные (физические) и комбинированные.

К химическим способам обеззараживания питьевой воды относятся хлорирование, озонирование, использование препаратов серебра, меди, йода и некоторых других реагентов. И если первые два способа получили широкое распространение на очистных сооружениях водопроводов, то последующие нашли применение, как правило, при обеззараживании небольших объемов воды на автономных объектах, в полевых и экстремальных условиях водоснабжения.

Хлорирование – наиболее известный способ обеззараживания воды, как в нашей стране, так и за рубежом характеризуется широким спектром антимикробного действия в отношении вегетативных форм микроорганизмов. Хлор воздействует в основном на вегетативные формы микроорганизмов, при этом грамположительные формы бактерий более устойчивы к его действию, чем грамотрицательные. Спороцидный эффект проявляется при относительно высоких концентрациях активного хлора (200—300 мг/л) и экспозиции от 1.5 до 24 ч. Что касается вирулицидного действия хлорсодержащих препаратов, то, по данным разных авторов гибель вирусов наблюдается при концентрациях активного хлора от 0,5 до 100 мг/л. Высокорезистентными к действию хлора являются также цисты простейших и яйца гельминтов. В литературе имеются многочисленные сведения о реактивации микроорганизмов в хлорированной питьевой воде, появлении хлорустойчивых штаммов. Для получения гарантированного бактерицидного эффекта прибегают к хлорированию заведомо избыточными дозами хлора, что ухудшает органолептические показатели и приводит к денатурации воды.

По мнению ряда отечественных и зарубежных авторов (Кожин В.Ф., Singer P.C., Tate C.H.), такие способы обеззараживания питьевой воды, как озонирование и обработка перекисью водорода, лишены ряда недостатков, присущих хлорированию.

Озонирование воды – это метод водоподготовки, при котором происходит глубокая и комплексная ее очистка без каких-либо побочных эффектов. Этот процесс имеет несомненные преимущества перед другими технологиями, так как озон – природный окислитель, благодаря своей активности, при смешивании с очищаемой водой, достаточно быстро окисляет загрязнения, переводя их из

растворенного состояния во взвесь, которая легко задерживается на механическом фильтре. Остаток озона превращается опять в кислород, из которого он и был произведен. Процесс очистки происходит достаточно быстро, при этом не требуется никаких расходных реагентов, материалов, регламентных работ, в воде не образуется вредных примесей, сохраняется минеральный состав и уровень Ph, другими словами, очистка является абсолютно экологически безопасной. Большинство самых распространенных загрязнений – металлы, органика и др. – подвержены озоновому окислению. Обладая высокой стерилизующей способностью, озон оказывает обеззараживающее воздействие на возбудителей заболеваний, в том числе и на споры, стойкие к хлорной обработке. Озон обеззараживает воду и насыщает ее кислородом.

Насыщенная озоном вода стерилизуется сама, и определенное время является стерилизующим агентом для поверхностей, с которыми соприкасается, это эффективно при бутылировании воды, так как нет необходимости в предварительной дезинфекции тары. Кроме того озонированная вода может быть использована для мойки трубопроводов и технологического оборудования.

При обработке воды озоном происходит окисление органики, детоксикация вредных загрязнений и дезинфекция воды. Все эти процессы взаимосвязаны и протекают одновременно, что в определённой степени характеризует многообразие и неспецифичность действия озона. При введении озона в воду помимо обеззараживания происходит ее дезодорация, устранение привкусов, осветление, обезжелезивание, деманганация. Комплексные соединения железа и марганца, связанные с анионными группами, трудно поддаются удалению из воды обычными методами. Для облегчения и ускорения этого процесса весьма эффективным оказывается предварительное озонирование воды. В результате этого происходит глубокое окисление соединений железа и марганца, их последующее осаждение в виде высоковалентных нерастворимых гидратов при широком диапазоне pH, обесцвечивание и улучшение органолептических показателей воды, полное удаление из воды железа и марганца. Такой широкий спектр действия озона объясняется его высокой окислительной способностью и позволяет заменить целый комплекс мероприятий по дезинфекции, смягчению, дезодорации воды и др.

Отечественный и зарубежный опыт применения озона для обеззараживания и дезодорации воды свидетельствует о перспективности его использования для очистки подземных и поверхностных вод от железа, марганца, сероводорода, аммиака, фенолов, пестицидов, нефти и нефтепродуктов, СПАВ, гумусовых веществ, пахнущих веществ биологического происхождения и т.п.

Сфера применения установок водоподготовки озонированием в народном хозяйстве очень широка: разлив напитков и воды; пивоварение; купажирование вина; полив зерна при прорастивании на солод; приготовление заторов барды и солодового молочка; использование озонированной воды в процессе хранения

мяса и птицы; обеззараживание (обработка) поверхностей, соприкасающихся с пищевыми продуктами, тары для консервирования; мытья продуктов и так далее.

Одним из вариантов реализации технологии озонирования воды является станция водоподготовки «ГИДРООЗОН» (рисунок) которая может быть включена в эксплуатируемую линию того или иного технологического процесса, без ее реконструкции и перепланировки помещения.



Рисунок – Станция водоподготовки «ГИДРООЗОН»

«ГИДРООЗОН» обеспечивает полное исключение, или значительное уменьшение в воде железа и марганца, бактериальных загрязнений (вегетативные и споровые бактерии, вирусы, цисты и другие патогенные микроорганизмы), ее мутности и запаха. Технические характеристики станции «ГИДРООЗОН» приведены в таблице.

Таблица – Технические характеристики базового варианта станции водоподготовки «ГИДРООЗОН»

Производительность по очищенной воде	м <sup>3</sup> /ч	1,0 – 10,0
Потребляемая мощность	кВт	0,9
Габаритные размеры (Д×В×Ш):	мм	700х500х2200
Вес (без воды)	кг	120

Следует отметить, что более 95% всей бутилированной воды в мире проходит озоновую обработку, озон является дезинфектантом, утвержденным Международной Ассоциацией бутилированной воды (IBWA). Очистка воды с использованием озона может с успехом применяться не только для

бутилированной воды, но также для лимонадов, напитков, пива и нужд ликеро-водочного производства.

Любое пищевое производство, использующее воду питьевого качества, значительно выиграет от использования технологии озонирования.

### Литература

1. Гончарук В.В., Потапченко Н.Г. Химия и технология воды. — 1998. — № 2.
2. Зарубин Г.П., Новиков Ю.В. Современные методы очистки и обеззараживания питьевой воды. — М., 1976.
3. Кульский Л.А., Основы химии и технологии воды. — Киев, 1991.
4. Шевелев Ф.А., Орлов Г.А. Водоснабжение больших городов зарубежных стран. — М., 1987.
5. King C.H., Shotts E.B., Wooley R.E., Porter K.G. Appl. Environm. Microbiol. — 1988. — Vol. 54, № 12.
6. Кожин В.Ф., Кожин И.В. Озонирование воды. — М., 1974.
7. Журков В.С., Соколовский В.В., Можаяева Т.Е., Миркис В.И. и др. Влияние хлорирования и озонирования на суммарную мутагенную активность питьевой воды. Гигиена и санитария. — 1997. — № 1.

### Abstract

*There is a big problem of cleaning and disinfection for the food industry. According to scientific research, to solve this problem is most expedient to use ozonation. Ozonation improves the microbiological quality, color, odor, turbidity decreases, not increases the salt composition of the reaction products are non-toxic to warm-blooded organisms.*

УДК 631.3.001.4

## ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ АГРЕГАТАХ

**А.В. Козаченко, д.т.н., профессор, О.В. Блезнюк, к.т.н., доцент,  
А.Н. Шкрегаль, к.т.н., доцент**

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко, г. Харьков, Украина*

*Представлены результаты исследования различных схем компоновки и агрегатирования рабочих органов сельскохозяйственных агрегатов. Установлена эффективность использования мостовой схемы, которая обеспечивает снижение энергоемкости основной обработки почвы.*

### **Введение**

В современных условиях возрастающего дефицита энергоносителей особенно актуальной является проблема снижения затрат на выполнение технологических процессов производства продукции аграрного сектора.

Анализ баланса мощности сельскохозяйственных агрегатов указывает на два основных затратных источника энергии: преодоление рабочего сопротивления и сопротивления на перекатывание. При этом их соотношение существенно зависит от выполняемого агрегатом технологического процесса. Например, при уборке корнеплодов это соотношение приблизительно одинаковое, а для других операций (посев, внесение удобрений) основная доля затрат приходится на перекатывание. Известно много научных работ, посвященных снижению именно этого сопротивления [1-5], за счет выбора способа агрегатирования рабочих органов. Решение проблемы снижения энергозатрат в сельскохозяйственных агрегатах целесообразно вести в этих двух направлениях.

С точки зрения минимизации и стабилизации сопротивления на перекатывание предложен агрегат с элементами мостовой схемы, в которой предусматривается позиционное перемещение агрегата по полю, а рабочих органов – по направляющим.

### **Основная часть**

Для оценки эффективности агрегата рассмотрим два способа выполнения технологического процесса с определением расхода энергии:

- обычный способ выполнения технологического процесса;
- предложенный способ, при котором полезная работа выполняется позиционно при движении рабочих органов относительно рамы по направляющим.

В первом случае энергия двигателя затрачивается на привод ведущих колес и создание движущей силы  $P_T$ , обеспечивающей преодоление сопротивлений рабочей нагрузки  $R$  и качению колес  $P_{кп}$  по почве

$$P_T = R + P_{кп} \quad (1)$$

При перемещении рабочего органа на расстояние  $S$  полезная работа –  $RS$ , а затрачиваемая работа, в сумме равная  $(R + P_{кп})S_i$ , где  $S_i$  - путь прохождения точки колеса при контакте с почвой с учетом буксования  $\delta_{п}$ .

Учитывая, что  $S$  и  $S_i$  связаны соотношением

$$\delta_{п} = \frac{S_i - S}{S_i} \quad (2)$$

и выражая  $P_{кп}$  в долях  $R$  ( $P_{кп} / R = K$ ), получим:

$$\eta_{п} = \frac{1 - \delta_{п}}{1 + K} \quad (3)$$

Во втором случае, при холостом перемещении рабочего органа вместе с рамой, полезная работа не выполняется, а затрачивается работа на преодоления качения  $P_{кп}$ . При относительном движении рабочего органа по направляющим, как и в первом случае, выполняется полезная работа  $RS$  и затрачивается общая работа  $(R + P_{кн})S_{и}$ , где  $P_{кн}$  – сопротивление качению металлического колеса (ролика) по направляющим при перемещении точки колеса на расстоянии  $S_{и}$  при буксовании  $\delta_{н}$ . В формулу для определения коэффициента полезного действия необходимо также включить сопротивление качению всего агрегата при холостом перемещении на величину  $S_{и}$ , в отличие от  $S_i$  при холостом ходе. Это объясняется тем, что буксование агрегата зависит от величины создаваемой силы тяги. Для упрощения следующих выкладок примем следующие допущения. Величина сопротивления качению тележки с рабочим органом по направляющим в сравнении с  $R$  и  $P_{кп}$  очень мала и им можно пренебречь. Сопротивление качению равно:

$$P_{к} = \frac{N_z \cdot f_{к}}{r_{к}}, \quad (4)$$

где  $N_z$  - вертикальная реакция колеса;

$f_{к}$  - коэффициент трения качения;

$r_{к}$  - радиус колеса.

Записывая формулу (4) для случая качения колеса по направляющим и почве, и беря отношение получим:

$$P_{кн} = \frac{N_{zн} \cdot r_{кп} \cdot f_{кн}}{N_{zп} \cdot r_{кн} \cdot f_{кп}} \cdot P_{кп}, \quad (5)$$

где обозначение с индексом «П» относится к почве, а «Н» - к направляющим.

В формуле (5) величины  $N_{zн}$ ,  $N_{zп}$ ,  $r_{кн}$ ,  $r_{кп}$  одного порядка и отношение  $\frac{f_{кн}}{f_{кп}} = 1/30$  [7].

Для упрощения примем, согласно [7], что буксование в рабочей зоне пропорционально общей создаваемой колесом тяге. Поэтому

$$\delta_{пн} = \delta_{п} \cdot \frac{P_{кп}}{R + P_{кп}} = \frac{\delta_{п} K}{1 + K}. \quad (6)$$

Окончательно имеем:

$$\eta_H = \frac{1}{\frac{1}{1 - \delta_H} + \frac{K(1 + K)}{1 + K - \delta_H K}}. \quad (7)$$

Для оценки эффективности разных способов агрегатирования рабочего органа введем следующую функцию:

$$\xi = \frac{\eta_H - \eta_{\Pi}}{\eta_{\Pi}}. \quad (8)$$

В таблице представлены результаты расчета эффективности для разных способов при значениях:  $K=0,1 \dots 0,5$ ;  $\delta_{\Pi}=0,2 \dots 0,5$ ;  $\delta_H=0,15$ .

Анализ результатов показывает, что эффективность повышается с увеличением  $K$ , а также с повышением буксования.

Таблица 1 – Результаты расчета  $\eta_{\Pi}$ ,  $\eta_H$  и функции  $\xi$

$K / \eta_{\Pi}$	0,1			0,2			0,3		
	$\eta_{\Pi}$	$\eta_H$	$\xi$	$\eta_{\Pi}$	$\eta_H$	$\xi$	$\eta_{\Pi}$	$\eta_H$	$\xi$
0,2	0,727	0,7983	0,077	0,666	0,723	0,085	0,533	0,584	0,09
0,3	0,636	0,782	0,229	0,583	0,721	0,276	0,466	0,577	0,23
0,4	0,545	0,781	0,433	0,500	0,719	0,438	0,400	0,570	0,420
0,5	0,454	0,780	0,718	0,416	0,717	0,723	0,333	0,563	0,690

Экспериментальные исследования энергоемкости основной обработки почвы проводились в почвенном канале с использованием серийного корпуса плуга-луцильника ППЛ-10-25 и экспериментального, который имел покрытие рабочих поверхностей низкофрикционным материалом – фторопластом. Исследования проводились при скорости движения 1 м/с по вариантам:

- серийный корпус в навесном варианте;
- экспериментальный корпус в навесном варианте;
- серийный корпус без полевой доски по мостовой схеме;
- экспериментальный корпус без полевой доски по мостовой схеме.

Анализ полученных экспериментальных данных (табл.2) показывает, что использование фторопласта в качестве покрытия рабочих поверхностей плуга дает положительные результаты. Так, при агрегатировании плуга в навесных вариантах 1 и 2 снижение тягового сопротивления экспериментального корпуса в сравнении с серийным в среднем составляет 19 %, что совпадает с данными А.И Мильцева [9].

Таблица 2 – Результаты определения эффективности плуга по разным схемам агрегатирования

Способ агрегатирования	Показатели				Эффективность, % (средняя, интервал)			
	$\bar{P}_{\text{ПЛ}}$ , Н	$\sigma_{\text{ПЛ}}$ , Н	Доверительный интервал, Н	Теоретическая ошибка, %	1	2	3	4
Серийный корпус в навесном варианте	750	89	696÷804	7,2		-19 (17÷21)	-55 (-54÷-56)	-32 (-30÷-33)
Экспериментальный корпус в навесном варианте	607	99,8	546÷668	10	+19 (17÷21)		-45 (-44÷-46)	-15 (-14÷-16)
Экспериментальный корпус без полевой доски по мостовой схеме	334	48	305÷363	8,6	+55 (54÷56)	+45 (44÷46)		+35 (34÷36)
Серийный корпус без полевой доски по мостовой схеме	513	84	462÷564	10	+32 (30÷33)	+15 (14÷16)	-35 (-34÷-36)	

Наибольший эффект достигается при переходе к выполнению технологического процесса вспашки по мостовой схеме агрегатирования. Сила сопротивления серийного корпуса плуга по мостовой схеме (вариант 4) в сравнении с традиционной (вариант1) уменьшается на 32%, а экспериментального корпуса на 55%. То есть использование мостового способа агрегатирования позволяет почти вдвое снизить энергоёмкость процесса вспашки.

### Заключение

1. Покрытие рабочих поверхностей плуга низкофрикционным материалом позволяет снизить тяговое сопротивление в среднем на 19%.

2. Мостовая схема агрегатирования в сравнении с традиционной обеспечивает снижение тягового сопротивления на 32-55%, что значительно снижает энергоёмкость пахоты.

### Литература

1. Александров И.К. Проблемы энергосбережения в сельскохозяйственных машинах и агрегатах / И.К. Александров // Техника в сельском хозяйстве. – №1, 1995. – С.12-14.

2. Жалнин Э.В. История развития и перспективы внедрения мостового растениеводства / Э.В. Жалнин, Р.С. Муфтеев // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 5. – С. 23 – 30.

3. Майсов И.А. Мостовое земледелие в теплицах и фермерских хозяйствах / И.А. Майсов // Техника и оборудование для села. – 1999. – № 10. – С. 21-24.

4. Микаэлян Г.А. Перспективы использования мостовых агрегатов в рассадных комплексах / Г.А. Микаэлян // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1985. № 4. – С. 13 – 14.

5. Погорельый Л.В. Сельскохозяйственная техника и технология будущего / Л.В. Погорельый. –К.: Урожай, 1988. – 174 с.

6. Д. п. України № 2860. Гичко-коренезбиральний модуль для машин мостового землеробства. / Автор: Козаченко О.В. Опубл. 16.08.2004. Бюл. № 8.

7. Чудаков Д.А. Основы теории трактора и автомобиля / Д.А. Чудаков. - Издво с.х. литературы.- М.,1962. – 312 с.

8. Козаченко А.В. Энергоемкость основной обработки почвы при мостовом земледелии / А.В. Козаченко // Экология и сельскохозяйственная техника. Т.2. Экологические аспекты производства продукции растениеводства, мобильной энергетики и сельскохозяйственных машин: Материалы 5-й международной научно-практической конференции. – СПб.;СЗНИИМЭСХ, 2007. – С.134-139.

9. Мильцев А.И. Тяговое сопротивление и к.п.д. плуга // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1974. –№ 1. – С. 7 – 8.

### **Abstract**

*The results of studies of various schemes of arrangement and aggregating the working bodies of agricultural units. The effectiveness of using a bridge circuit that reduces energy consumption primary tillage.*

УДК 621.923

## **ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНОСТИ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ ФИНИШНОЙ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

**Н.К. Толочко, д.ф.-м.н., профессор, К.Л. Сергеев, аспирант**  
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь

*Экспериментально исследованы закономерности магнитно-абразивной обработки с использованием эмульсионной смазочно-охлаждающей жидкости, подвергнутой ультразвуковому диспергированию. Установлено,*

*что увеличение дисперсности смазочно-охлаждающей жидкости вызывает увеличение производительности обработки и уменьшение шероховатости поверхности.*

Одним из перспективных методов финишной обработки поверхностей металлических деталей сложной формы является магнитно-абразивная обработка (МАО), представляющая собой особую разновидность обработки металлов резанием. Метод МАО прост в осуществлении, экологически чист, обеспечивает высокое качество обрабатываемых поверхностей и существенное повышение их сопротивляемости износу, обладает высокой производительностью и успешно заменяет некоторые виды механической и электрохимической обработки [1].

Сущность МАО состоит в том, что ферромагнитный абразивный порошок (ФАП), уплотненный энергией магнитного поля, оказывает абразивное воздействие на обрабатываемую деталь. Последняя помещается между полюсными наконечниками электромагнита. Рабочий зазор между полюсами и обрабатываемой поверхностью детали заполняется ФАП. Частицы порошка под действием энергии магнитного поля, создаваемого намагничивающими катушками, удерживаются в зазоре и, ориентируясь наибольшей осью по направлению магнитных силовых линий, создают ферроабразивную щетку, которая прижимается к обрабатываемой поверхности. Детали сообщаются вращательное и возвратно-поступательное осциллирующее движения относительно абразивных частиц, которые, прижимаясь к поверхности детали магнитным полем, оказывают давление на деталь практически в каждой точке обрабатываемой поверхности, что в результате приводит к сдвигу металла и сглаживанию микронеровностей. Механическое воздействие ФАП на поверхность детали в значительной степени усиливается при введении в рабочий зазор смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ).

В общем случае при обработке металлов резанием СОЖ может оказывать смазывающее, охлаждающее, диспергирующее и моющее действия. Характер влияния СОЖ на процессы резания может быть различными для разных видов обработки. Особенности проявления действия различных видов СОЖ зависят от их химического состава. В случае МАО широко применяются СОЖ в виде эмульсий типа «масло в воде» [1, 2], для которых характер влияния на процессы обработки может определяться не только их химическим составом, но и их дисперсностью.

Данная работа посвящена экспериментальным исследованиям влияния дисперсности СОЖ на эффективность их применения при финишной МАО металлических деталей (исследования проводились в рамках выполнения задания 1.101 от 14.02.2012 г. ГНТП «Ресурсосбережение-2015»).

Традиционно используемые при обработке металлов резанием СОЖ эмульсионного типа содержат в своем составе нефтяные масла. Поскольку

такие СОЖ потребляются машиностроительными предприятиями в больших количествах, то это приводит, соответственно, к большим расходам нефти, а также к образованию больших нефтесодержащих отходов. Кроме того, следует заметить, что нефтяные масла являются токсичными и взрывоопасными. С учетом указанных обстоятельств в экспериментах использовали специально разработанную СОЖ, которая вместо нефтяных масел содержит отходы масложирового производства, благодаря чему обеспечивается снижение себестоимости и улучшение экологичности СОЖ [3].

Исследуемая СОЖ представляла собой 5%-ую водную эмульсию, приготовленную на основе концентрата, химический состав которого представлен в табл. 1. В качестве отходов масложирового производства использовали соапстоки растительных масел, масленичный фуз, первичные жировые гудроны. Триэтаноламиновое мыло олеиновой кислоты является высокоэффективным смачивателем и обеспечивает повышенное обезжиривание металлических поверхностей, кроме того, оно предотвращает коррозию обрабатываемого материала. Калия гидроокись играет роль щелочного агента, а силиконовая жидкость служит в качестве противопенной присадки.

Таблица 1 – Химический состав концентрата СОЖ [4]

Компоненты	Содержание, мас. %
Отходы масложировой промышленности	30-40
Триэтаноламиновое мыло олеиновой кислоты	4-6
Калия гидроокись (КОН)	2
полиметилсилоксановая жидкость ПМС 200А	0,1
Вода	остальное

В экспериментах использовали два вида СОЖ: исходную и диспергированную, которые различались своей дисперсностью. Средний размер масляных капель  $R_{cp}$  в исходной эмульсии составлял 6,1 мкм, в диспергированной – 2,9 мкм.

Диспергирование СОЖ осуществляли с помощью ультразвукового диспергатора погружного типа (производство БГУИР, Беларусь). Ультразвуковую обработку вели на рабочей частоте 22 кГц при выходной мощности генератора ~20 Вт в несколько этапов общей длительностью 30 мин. Объем обрабатываемой СОЖ составлял 400 мл. Значения  $R_{cp}$  в исходной и диспергированной СОЖ определяли с помощью компьютерного микроскопа (производство ЧНПУП «Спектравтомат-комплекс», Беларусь) [4].

СОЖ обоих видов использовали при финишной МАО поверхности детали типа «вал» из стали 40Х, имевшей начальную шероховатость  $Ra = 1,25$  мкм. Обработка проводилась на станке МАС-3 в ОАО «Гомельский мотороремонтный завод». Параметры и режимы обработки представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Параметры и режимы МАО

Магнитная индукция в рабочем зазоре, Т	0,9-1,1
Скорость вращения детали, м/с	0,5-2
Скорость осцилляции детали, м/с	0,15-0,25
Амплитуда осцилляции, мм	1-3 мм
Рабочий зазор, мм	1
Коэффициент величины заполнения рабочего зазора	1
Режущий инструмент	ФАП Ж15КТ, зернистость 160-200 мкм

В ходе испытаний СОЖ оценивали производительность обработки и шероховатость обработанной поверхности. Производительность обработки вычисляли по формуле  $q = Q/St$ , где  $Q$  – массовый съём металла с обработанной поверхности,  $S$  – площадь обработанной поверхности,  $t$  – длительность обработки. Величину  $Q$  определяли как разность масс детали до и после обработки. Массы исходной и обработанной детали находили взвешиванием на лабораторных весах модели ВЛТ-1 с точностью до 0,001 г. Шероховатость обработанной поверхности по параметру  $Ra$  устанавливали с помощью профилографа-профилометра модели 252 (производство ОАО «Завод «Калибр», Россия). Значения показателей процесса финишной МАО определяли как среднее арифметическое результатов замеров на пяти образцах детали.

Результаты испытаний СОЖ показаны в табл. 3.

Таблица 3 – Результаты испытаний исходной и диспергированной СОЖ

Параметры процесса и качества обработки	Вид образца СОЖ	
	Исходный	Диспергированный
Производительность обработки, мг/см <sup>2</sup> ·мин	15-18	20-25
Шероховатость поверхности $Ra$ , мкм	0,32	0,2

Как следует из результатов испытаний, диспергированная СОЖ, характеризующаяся более высокой дисперсностью масляных капель эмульсии, обеспечивает более эффективное воздействие на процесс МАО.

Полученные результаты можно объяснить следующим образом. Как известно [5], производительность МАО и шероховатость поверхности, обработанной в процессе МАО, зависят от физико-химических свойств используемой СОЖ. Очевидно, что при увеличении дисперсности СОЖ эти свойства изменяются определенным образом, вызывая соответствующие изменения в характере влияния СОЖ на процесс МАО.

### Литература

1. Акулович, Л.М. Основы магнитно-абразивной обработки металлических поверхностей / Л.М. Акулович, Л.Е. Сергеев, В.Я. Лебедев. – Минск: БГАТУ, 2012. – 316 с.

2. Киселева, Е.В. Теоретические предпосылки механической активации технологической жидкости / Е.В. Киселева // Вестник ИГЭУ (Ивановский гос. энерг. ун-т). – 2009 г. – Вып. 4. – С. 1-4.

3. Акулович, Л.М. Создание смазочно-охлаждающих технологических средств для финишной абразивной обработки с использованием отходов масложирового производства / Л.М. Акулович, Л.Е. Сергеев, В.В. Шабуня // Международный науч.-практ. конф. с участием государств-участников СНГ «Технологические тенденции повышения промышленной экологической безопасности, охраны окружающей среды, рациональной и эффективной жизнедеятельности человека»: тезисы докладов. – Минск: ГУ «БелИСА», 2013. – С. 31-35.

4. Толочко, Н.К. Применение компьютерной микроскопии в научной и учебной деятельности аграрных вузов / Н.К. Толочко, А.А. Андрушевич, П.С. Чугаев, К.Л. Сергеев // Агропанорама. – 2013. – № 6. – С.43-48.

5. Акулович, Л.М. Влияние состава смазочно-охлаждающих технологических средств на производительность магнитно-абразивной обработки и шероховатость поверхности / Л.М. Акулович, Л.Е. Сергеев, Е.В. Сенчуров, В.В. Падаляк // Весці. НАН Беларусі. Сер. фіз.-тэх навук. – 2012. – №1. – С. 64-69.

#### **Abstract**

*The regularities of magnetic abrasive machining with the use of emulsion oil dispersed by ultrasound were investigated experimentally. It was established that the increase of emulsion oil dispersity leads to the increase of machining efficiency and the decrease of surface roughness.*

УДК 631.362:53

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПСЕВДООЖИЖЕННОЙ ЗЕРНОВОЙ СМЕСИ ПО НАКЛОННОЙ ЧЕШУЙЧАТОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПНЕВМОСЕПАРИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ**

**С.А. Харченко, к.т.н., доцент, Ю.П. Борщ, инженер**

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко, г. Харьков Украина*

*В статье проведено моделирование динамики псевдоожигенной зерновой смеси по наклонной скатной поверхности с рифами-чешуйками в пневмосепарирующих устройствах зерновых сепараторов*

#### **Введение**

В результате исследований предложен способ повышения эффективности пневмосепарирования [1], который заключается в предварительном

расслоении зерновых смесей (ЗС) при помощи воздухопроницаемой чешуйчатой поверхности. Проведенным анализом теоретических исследований установлено, что при построении модели динамики зерновой смеси в разработанном пневмосепарирующем устройстве рационально использовать гидродинамические аналогии с движением несжимаемой неньютоновской жидкости [1], описываемой уравнениями:

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho \frac{\partial u_x}{\partial t} = \rho F_x + \frac{\partial \sigma_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{yx}}{\partial y} \\ \rho \frac{\partial u_y}{\partial t} = \rho F_y + \frac{\partial \sigma_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{yy}}{\partial y} \end{array} \right., \quad (1)$$

$$\frac{\partial u_x}{\partial x} + \frac{\partial u_y}{\partial y} = 0, \quad (2)$$

где  $\rho$  - плотность,  $\bar{u}$  - скорость,  $\bar{F}$  - вектор внешних объемных сил, а  $\sigma_{ij}$  - компоненты тензора напряжений;

- реологическим законом:

$$\mu \approx \mu_0 + \mu_\infty \left| \frac{\partial u}{\partial y} \right|, \quad (3)$$

где первое слагаемое учитывает вязкую (Ньютоновскую) часть тензора напряжения, а второе – отклонение от него;

- условиями на свободной и на скатной поверхности.

**Цель работы:** провести математическое моделирование динамики псевдооживленной зерновой смеси на наклонной чешуйчатой поверхности.

### Основная часть

ЗС относится к так называемым полидисперсным сыпучим материалам, для которых переход в псевдооживленное состояние происходит постепенно в некотором интервале скоростей. В таких слоях происходит обмен количеством движения между частицами разного размера и массы. Поэтому критическая скорость псевдооживления полидисперсного слоя ниже, чем для монодисперсного, составленного из наиболее крупных и тяжелых частиц. В тоже время она выше скорости псевдооживления слоя, составленного из наиболее мелких и легких частиц [2]. В момент начала псевдооживления нарушается устойчивость слоя. Давление зернистого материала уравнивается силой гидравлического сопротивления слоя и в дальнейшем, вплоть до достижения скорости свободного витания одиночных частиц, перепад давления на слое сохраняет почти постоянное значение. Это объясняется тем, что с ростом скорости псевдооживляющего воздуш-

ного потока контакт между частицами уменьшается и они получают большую возможность хаотического перемешивания по всем направлениям.

На рис.1 показана схема движения продуваемой воздухом псевдооживленной ЗС по скатной поверхности, которая наклонена под углом к горизонту.

Запишем уравнения движения ЗС в прямоугольной системе координат  $xOy$  (пренебрегаем изменением параметров смеси из-за ее расслоения и не учитываем эффекты, связанные с неравномерностью движения смеси, которые как показано в [3] незначительны)

$$\begin{cases} \rho F_x + \frac{\partial \sigma_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{yx}}{\partial y} = 0 \\ \rho F_y + \frac{\partial \sigma_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{yy}}{\partial y} = 0 \end{cases} \quad (4)$$

Здесь координата  $X$  направлена вдоль наклонной скатной плоскости,  $Y$  - перпендикулярно к ней, а внешняя сила является суперпозицией гравитационных сил и сил, вызванных прохождением воздуха через зерновой слой.

Таким образом, вектор внешних объемных сил имеет вид

$$F_x = g \sin \theta, \quad F_y = g \cos \theta - \Delta p, \quad (5)$$

где  $\theta$  - угол наклона поверхности, по которой движется зерновой поток к горизонту,  $\Delta p$  - перепад давления на слое,  $g$  - ускорение свободного падения.

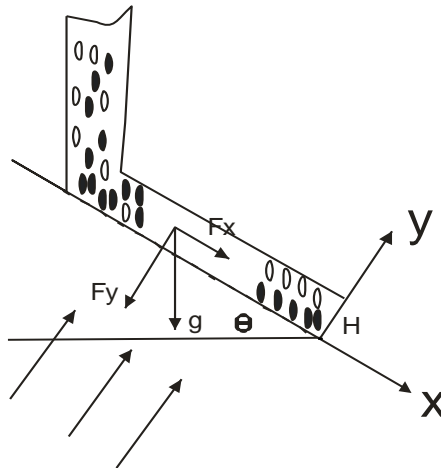


Рисунок 1 - Схема движения псевдооживленной зерновой смеси по скатной поверхности

При этом возрастает среднее расстояние (просветы) между частицами, т.е. увеличивается порозность слоя и, следовательно, его высота. Таким образом, практически сила давления зернового слоя на скатной поверхности, по которой он движется, близка к нулю.

Далее, очевидно, в установившемся движении псевдооживленной ЗС первом приближении можно считать, что поперечная составляющая скорости равна нулю, а продольная сохраняет постоянное значение вдоль слоя.

Выразим напряжения через проекции скорости с помощью соотношений обобщенного закона Ньютона [4]:

$$\begin{cases} \sigma_{xy} = \sigma_{yx} = \mu \left( \left| \frac{\partial u_x}{\partial y} \right| \right) \frac{\partial u_x}{\partial y}, \\ \sigma_{xx} = \sigma_{yy} \approx -p \end{cases} \quad (6)$$

где  $\mu = \mu \left( \left| \frac{\partial u_x}{\partial y} \right| \right)$ , Па·с - принятый для описания псевдооживленной ЗС реологический закон (3) и, подставив в уравнения динамики (1), получим уравнения для определения профиля скорости движущегося слоя

$$\frac{\partial}{\partial y} \left[ \mu \left( \left| \frac{\partial u}{\partial y} \right| \right) \frac{\partial u}{\partial y} \right] = -\rho g \sin \theta, \quad (7)$$

где  $\theta$  - угол наклона скатной поверхности, а  $g \approx 9,8 \text{ м/с}^2$  - ускорение свободного падения.

Уравнение (7) при реологическом законе (3) допускает аналитическое решение

$$\frac{\partial u}{\partial y}(y) = \frac{-\mu_0 + \sqrt{\mu_0^2 + 4\mu_\infty \rho g (H - y) \sin \theta}}{2\mu_\infty}. \quad (8)$$

Откуда интегрированием получим профиль скорости

$$u(y) = u_0 - \frac{\mu_0}{2\mu_\infty} y + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{\rho g \sin \theta}{\mu_\infty}} \cdot \left[ \left( \frac{\mu_0^2}{4\mu_\infty \rho g \sin \theta} + H \right)^{\frac{3}{2}} - \left( \frac{\mu_0^2}{4\mu_\infty \rho g \sin \theta} + (H - y) \right)^{\frac{3}{2}} \right], \quad (9)$$

где  $u_0 = \beta \frac{-\mu_0 + \sqrt{\mu_0^2 + 4\mu_\infty \rho g H \sin \theta}}{2\mu_\infty}$  - скорость проскальзывания ЗС по скатной поверхности, а  $H$  - толщина слоя ЗС.

При  $\mu_\infty \rightarrow 0$  выражения (9) переходят в обычные выражения для профиля скорости Ньютоновой жидкости

$$u(y) \approx \frac{\rho g H \sin \theta}{\mu_0} \left\{ \beta + \frac{H}{2} \left[ 1 - \left( 1 - \frac{y}{H} \right)^2 \right] \right\}, \quad (10)$$

а при  $\mu_0 = 0$  вязкость изменяется по толщине слоя по степенному закону  $\mu(y) = \sqrt{\mu_\infty \rho g (H - y) \sin \theta}$  и выражения (9) переходят в выражения, аналогичные полученным в [3]

$$u(y) \approx \sqrt{\frac{\rho g H \sin \theta}{\mu_\infty}} \left\{ \beta + \frac{2H}{3} \left[ 1 - \left( 1 - \frac{y}{H} \right)^{\frac{3}{2}} \right] \right\}. \quad (11)$$

Для моделирования принимали ЗС с насыпной плотностью  $750 \text{ кг/м}^3$  и вязкостью потока  $\mu_\infty = 0,1 \text{ Па} \cdot \text{с}^2$ .

В результате исследований проведен анализ влияния угла наклона скатной поверхности и толщины зернового слоя на удельную производительность, т.е. на количество ЗС, проходящей в единицу времени по единице ширины скатной поверхности (рис.2, 3). Установлено, что основное влияние на повышение производительности имеет толщина зернового слоя. При ее увеличении производительность резко возрастает, в то время как увеличение угла наклона скатной поверхности приводит к незначительному росту производительности. Поэтому следует стремиться, прежде всего, к увеличению толщины слоя ЗС, движущегося по скатной поверхности.

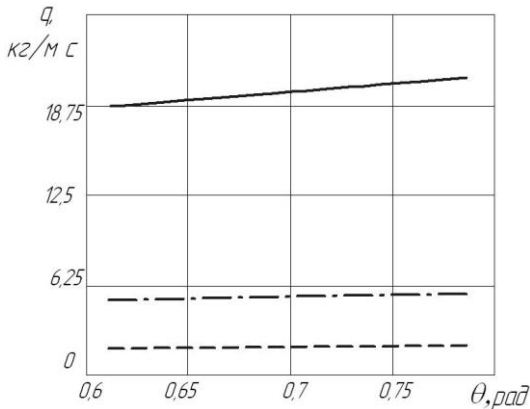


Рисунок 2 - Зависимость удельной производительности от угла наклона скатной поверхности: **—** -  $H=5$ см; **⋯** -  $H=3$ см; **- · - ·** -  $H=2$ см

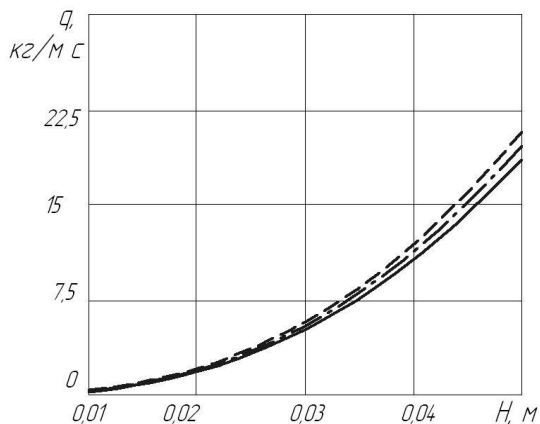


Рисунок 3 - Зависимость удельной производительности от толщины зернового слоя: —  $\theta=35^\circ$ ; - - -  $\theta=40^\circ$ ; - · -  $\theta=45^\circ$

Однако, увеличение толщины слоя ЗС, как известно, приводит к ухудшению степени очистки в пневмосепарирующем канале. Это происходит из-за того, что легкие примесные частицы не успевают пройти через толстый слой ЗС и увлекаются им.

Поэтому особую важность приобретает предварительное расслоение зернового потока на скатной поверхности, в результате чего легкие примеси перемещаются в верхнюю часть слоя ЗС.

Из уравнений (10), (11), следует, что при равных скоростях на поверхности слоя, отклонение закона движения псевдооживленной ЗС от Ньютонского приводит к тому, что в глубине скорость движения зернового слоя отличается от скорости движения обычной ньютоновой жидкости. Это обстоятельство влияет на процесс разделения слоя на качественное зерно и легкие примеси. Очевидно, это необходимо учитывать при моделировании процессов расслоения ЗС в процессе движения по скатной поверхности.

Для анализа процесса перемещения легких примесей по толщине движущегося псевдооживленного зернового слоя важное значение имеет характер изменения его скорости движения по толщине и величина градиента скорости. В нижней зоне слоя ЗС скорость его движения быстро нарастает, но по мере приближения к верхней зоне рост скорости замедляется (рис.4).

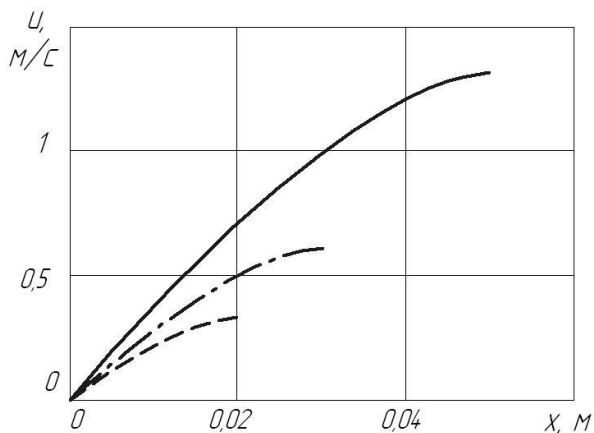


Рисунок 4 - Зависимость профиля скорости зернового слоя от его толщины:  
 -  $H=5\text{см}$ ;  -  $H=3\text{см}$ ;  -  $H=2\text{см}$

Поэтому наиболее важными являются процессы расслоения ЗС именно в нижней зоне слоя, где горизонтальные скорости потока еще относительно невелики.

Однако, как видно вертикальный градиент скорости на скатывающей поверхности равен нулю (рис.5). Это означает, что вблизи этой поверхности процесс расслоение ЗС на качественное зерно и легкие примеси затруднен и для его интенсификации, очевидно, необходимо обеспечить дополнительное разрыхление слоя ЗС.

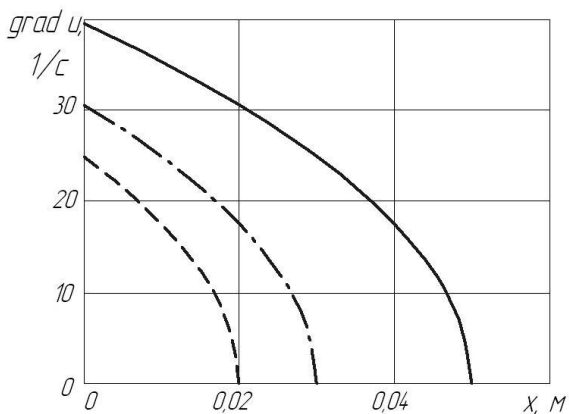


Рисунок 5 - Зависимость градиента скорости зернового слоя от его толщины:  
 -  $H=5\text{см}$ ;  -  $H=3\text{см}$ ;  -  $H=2\text{см}$

Это разрыхление обеспечивается “чешуйчатой” структурой примененной скатной поверхности (рис.6).

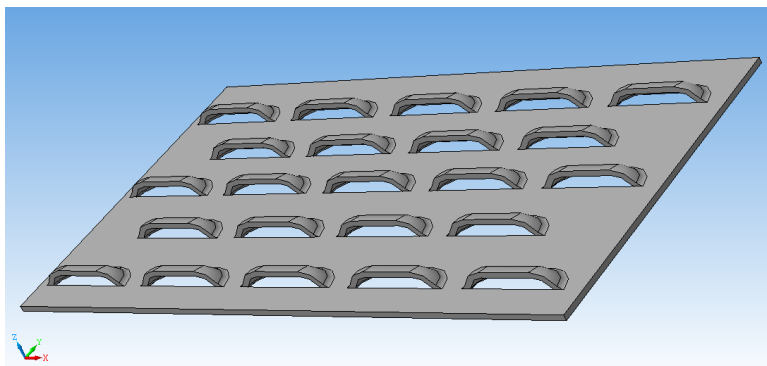


Рисунок 6- Структура скатной поверхности

Заметим, что “чешуйчатая” структура скатной поверхности практически исключает проскальзывание зернового потока, а относительно высокие скорости сдвига позволяют для расчета профиля скорости с достаточной точностью использовать уравнение (11).

### Заключение

В результате исследований предложен подход к моделированию динамики псевдооживленных зерновых смесей, который учитывает гидродинамические аналогии с движением несжимаемой неньютоновской жидкости, реологический закон, условия на свободной и на скатной поверхности. Полученные зависимости позволяют изучить возможности расслоения зерновой смеси на скатных чешуйчатых поверхностях.

Дальнейшее добавление в уравнения действия воздушного потока и параметров чешуек позволит получить модель расслаивающего устройства для различных зерновых смесей.

### Литература

1. Тищенко Л.Н. Способ повышения эффективности пневмосепарирования зерновых смесей в пневмосепарирующих устройствах / Л.Н. Тищенко, С.А. Харченко, Ю.П.Борщ, М.М. Абдуев // Вісник ХНТУСГ: Механізація сільськогосподарського виробництва. – Харків:ХНТУСГ, 2014.
2. Zenz F.A., Other D.F. Fluidization and Fluid-partical Systems, 19604 Олевский В.А., ЖПХ, 28, в.8, 1955.

3. Тищенко Л. Н. Виброрешетная сепарация зерновых смесей: / Л. Н. Тищенко, В. П. Ольшанский, С. В. Ольшанский. - Х.: Міськдрук, 2011. - 280 с.
4. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа / Л.Г. Лойцянский – М.: Наука, 1973. – 847 с.

**Abstract**

*The article has been conducted simulation of dynamics of the pseudo fluidized grain mixture on a sloping skate plane with reefs-scales in the pneumatic separation devices of grain separators*

УДК 631.326:53

**РЕЗУЛЬТАТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ ПСЕВДООЖИЖЕННОЙ ЗЕРНОВОЙ СМЕСИ НА ПЛОСКОМ СТРУКТУРНОМ ВИБРОРЕШЕТЕ**

**С.А. Харченко, к.т.н., доцент**

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко, г. Харьков, Украина*

*В статье приведены поля скоростей псевдоожигженной зерновой смеси с учетом конструктивно-кинематических параметров виброрешет и физико-механических свойств смеси.*

**Введение**

Моделирование процессов динамики зерновой смеси (ЗС) по виброрешету, путем применения аналогии между движением вязкой несжимаемой жидкости и ЗС, показали свою эффективность [1]. Разработанные подходы к постановке и решению такой задачи позволили по-новому подойти к вопросу адекватного математического моделирования процессов сепарации ЗС на виброрешетах. Численный анализ результатов математического моделирования позволит оценить и уточнить предложенный подход к решению подобных задач.

**Цель работы:** провести анализ результатов математического моделирования динамики псевдоожигженной ЗС на структурных виброрешетах.

**Основная часть**

Применением методов механики сплошных сред проведено уточненное моделирование динамики ЗС на виброрешетах [2, 3]. Виброрешета рас-

смотрены как периодическая структура с периодом, определяемым расположением отверстий.

Для моделирования динамики ЗС принята схема (рис.1) [2]. Слой ЗС толщиной  $h$  движется по плоскому структурному решетку. Введена декартовая система координат  $x_1, x_2, x_3$  таким образом, чтобы поверхность решетки совпадала с плоскостью  $x_1, x_3$ . Структурное решетку наклонено к горизонту под углом  $\theta$  и совершает вдоль оси  $x_1$  гармонические колебания с амплитудой  $A$  и круговой частотой  $\omega$ . Под воздействием этих колебаний ЗС находится в псевдооживленном состоянии.

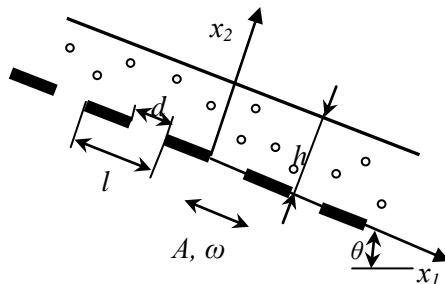


Рисунок 1. Схема движения зерновой смеси по виброрешетку

Заданы краевые условия [2, 3]: нормальные компоненты скорости на поверхности расположения отверстий, а касательные - на поверхности их поперечных перемычек, на поверхности решетки при  $x_2=0$  поле скорости обращается в нуль, на свободной поверхности зернового слоя избыточное давление  $P_2=0$  и др.

Решение нелинейных уравнений Навье – Стокса, удовлетворяющее указанным выше краевым условиям, построены методом последовательных приближений.

Поле скорости слоя псевдооживленной ЗС первого приближения получено в виде [4]:

$$U_{11} = A\omega \sqrt{\frac{\cos^2(\lambda(h-x_2)) + sh^2(\lambda(h-x_2))}{\cos^2(\lambda h) + sh^2(\lambda h)}} \sin(\omega t + \Phi - \psi) - \quad (1)$$

$$-2V_0 \sum_{n=1}^{\infty} (P_{n-1}(U) - P_n(U)) e^{-\frac{2\pi n}{l} h} sh\left(\frac{2\pi n}{l}(h-x_2)\right) \sin\left(\frac{2\pi n}{l} x_1\right),$$

$$U_{12} = 2V_0 \sum_{n=1}^{\infty} (P_{n-1}(U) - P_n(U)) e^{-\frac{2\pi n}{l} h} ch\left(\frac{2\pi n}{l}(h-x_2)\right) \cos\left(\frac{2\pi n}{l} x_1\right). \quad (2)$$

Здесь:  $\Phi = \arctg (tg (\lambda (h - x_2))th (\lambda (h - x_2))),$

$$\psi = \arctg (tg (\lambda h)th (\lambda h)), \quad \lambda = \sqrt{\frac{\omega}{2\nu}}, \quad U = \cos \frac{\pi d}{l},$$

$\nu = \mu/\rho$  - кинематический коэффициент вязкости псевдожидкости,  $\mu$  - динамический коэффициент вязкости псевдожидкости,  $\rho$  - усредненное значения плотности псевдооживленного зернового слоя;  $V_0$  - средняя скорость прохождения зерна через отверстия решета;  $l$  - период повторения отверстий решета (рис.1);  $d$  - средний диаметр отверстий решета,  $U_1$  и  $U_2$  - соответственно, компоненты поля скорости вдоль оси  $x_1$  и оси  $x_2$ .

Выражение для компонент скорости стационарного потока второе приближение в псевдожидкости, моделирующей зерновой слой получено в виде [4]:

$$U_{21} = -\frac{Bl^2 e^{-\frac{4\pi x_2}{l}}}{64\pi^2 \nu} \left[ 1 - \frac{8\pi h}{l} + \frac{\left(\frac{4\pi h}{l} + 0,5\right)^2 + 0,25}{\frac{4\pi h}{l} - 1} + \frac{4\pi x_2}{l} \left( 1 + \frac{8\pi h}{l} - \frac{\left(\frac{4\pi h}{l} + 0,5\right)^2 + 0,25}{\frac{4\pi h}{l} - 1} \right) - \frac{16\pi^2}{l^2} x_2^2 \right] \times \sin \left( \frac{4\pi}{l} x_1 \right), \quad (3)$$

$$U_{22} = \frac{Blx_2 e^{-\frac{4\pi x_2}{l}}}{16\pi \nu} \left( \frac{4\pi x_2}{l} + 1 - \frac{8\pi h}{l} + \frac{\left(\frac{4\pi h}{l} + 0,5\right)^2 + 0,25}{\frac{4\pi h}{l} - 1} \right) \cos \left( \frac{4\pi}{l} x_1 \right), \quad (4)$$

где величина  $B$  определяется по формуле:  $B = \pi V_0^2 \left( 1 - \cos \frac{\pi d}{l} \right)^2 / l.$

Для математического моделирования динамики псевдооживленной ЗС по структурному виброрешету приняты следующие исходные данные (табл.1).

Решением уравнения (1), (2) получены зависимости составляющих скорости движения псевдооживленной ЗС вдоль направления ее движения (нормальная) и по высоте слоя (поперечная) от периода отверстий виброрешета (рис.2).

Таблица 1 - Исходные данные

Параметры	Значения
Амплитуда колебаний решета $A$ , м	0,0075
Плотность зернового слоя $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	750
Толщина зернового слоя $h$ , м	0,008
Угол наклона решета к горизонту $\theta$ , град	8
Средняя скорость зерна через отверстия $V_0$ , м/сек	0,1
частота колебаний решета $\omega$ , с <sup>-1</sup>	41,86
коэффициент динамической вязкости $\mu$ , Па с	0,052
период повторения отверстий решета $l$ , м	0,021
площадь отверстия $S$ , мм <sup>2</sup> (ширина x длина)	1,7x16

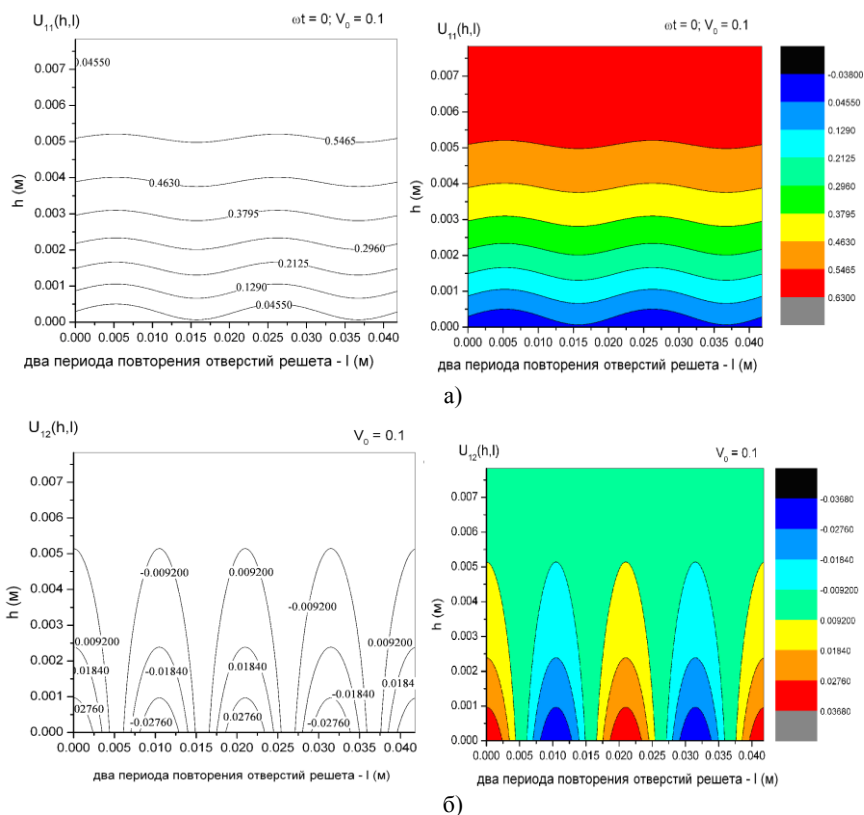


Рисунок 2 - Закономерности изменения нормальной составляющей (а) и поперечной составляющей (б) скорости движения слоя псевдосжиженной зерновой смеси от периода отверстий решета

Решением уравнений (3), (4) получены поле скорости движения псевдосжиженной ЗС вдоль направления ее движения и по высоте слоя от периода отверстий виброрешета (рис.3).

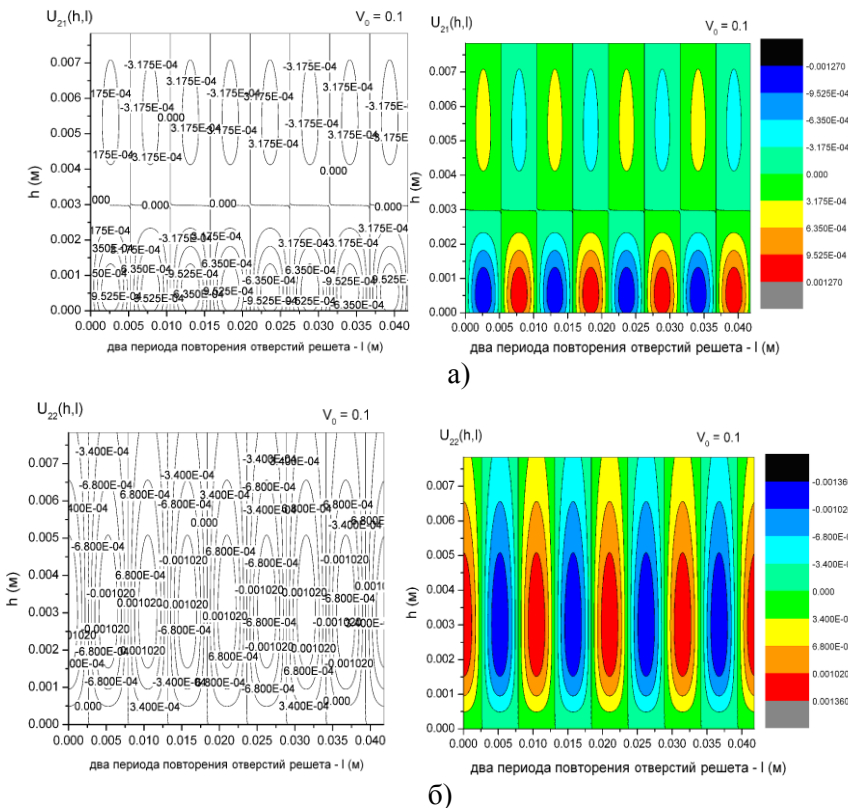


Рисунок 3 - Закономерности изменения нормальной составляющей (а) и поперечной составляющей (б) скорости движения слоя псевдосжиженной зерновой смеси от периода отверстий решета

### Заключение

Применение гидродинамической аналогии при моделировании динамики процесса сепарации зерновых смесей показывают хороший результат. Учет решета как периодической структурной поверхности с дифференциацией динамического коэффициента вязкости смеси над отверстиями позволяет получить сложную динамическую модель движения зерновой смеси.

### Литература

1. Тищенко Л.Н. Виброрешетчатая сепарация зерновых смесей / Л.Н. Тищенко, В.П. Ольшанский, С.В. Ольшанский. - Харьков: "Міськдрук", 2011. - 280 с.
2. Тищенко Л.Н. К применению методов механики сплошных сред для описания движения зерновых смесей на виброрешетках / Л.Н.Тищенко, С.А.Харченко // MOTROL «Motorization and power industry in agriculture». – Poland: Lublin, 2013. – Vol. 15 D. – №7. – P. 94-99.
3. Харченко С.А. Построение решений уравнений динамики зерновых смесей на плоских виброрешетках / Харченко С.А. // Конструювання, виробництво та експлуатація с.г. машин, вип.43, ч.ІІ.- Кіровоград: КНТУ, 2013. - С.287-292.
4. Харченко С.А. К построению уравнений динамики стационарных потоков в псевдооживленном зерновом слое на структурных виброрешетках / Харченко С.А. // Вісник ХНТУСГ: Механізація сільськогосподарського виробництва. – Харків:ХНТУСГ, 2014. – С.181-186.

### **Abstract**

*In the article the fields of speeds of corn mixture are resulted taking into account the structural-kinematics parameters of oscillation sieves and physical mechanical properties of mixture.*

**УДК: 629.353**

## **ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СДВОЕННЫХ КОЛЕС В АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКЕ**

**А.И. Бобровник<sup>1</sup>, д.т.н., ст.н.с., Т.А. Варфоломеева<sup>2</sup>, ст. преподаватель**  
*<sup>1</sup> УО «Белорусский национальный технический университет», <sup>2</sup> УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

*Проанализированы позитивные и негативные аспекты применения шин для сдвоенных колес автотракторной техники. Приведены технические решения, позволяющие улучшить агроэкологические показатели, снизить нагруженность трансмиссии, повысить транспортные скорости, уменьшить расход топлива, увеличить ходимость шин, уменьшить сдвиг и смятие почвы.*

### **Введение**

Технико-экономические показатели эксплуатации шин играют решающую роль в общей экономике автотранспорта, а режимы их эксплуатации –

в обеспечении безопасной его работы. Стоимость шин в автотракторной технике большой грузоподъемности составляет примерно 20% первоначальной стоимости. Затраты на шины за весь амортизационный период автотракторной техники составляют до 70% его стоимости. На отдельных предприятиях 50-60% шин изнашивается и разрушается преждевременно по причинам эксплуатационного характера.

### **Основная часть**

Увеличение ресурса шин может быть обеспечено за счет:

- совершенствование конструкции и повышения качества шин;
- правильной их технической эксплуатации.

Характерные причины отказов шин при эксплуатации:

- производственные дефекты, которые не были обнаружены при выходном контроле шин завода-изготовителя;
- механические повреждения-порезы, проколы грунтозацепов и пр.;
- усталостные и тепловые разрушения - отслоение протектора, боковин, расслоение корда и пр.;
- естественный износ протектора [2].

Исследование показали, что число отказов правых передних шин в среднем на 10% больше, чем передних левых, так как при поворотах путь, проходимый правой шиной, больше, чем левой. Наибольшее число отказов у шин задней полуоси на 8-15% больше, чем у задней правой.

Ресурс шин определяется следующими основными факторами:

- качество покрытия;
- спектром вертикальных нагрузок на шину, определяемым их абсолютной величиной и цикличностью;
- среднеэксплуатационной скоростью движения;
- давлением воздуха внутри шин.

При эксплуатации шин на дорогах с грунтовым покрытием ресурс шин в большей мере зависит от состава грунта.

Эксплуатация автомобильных шин показывает, что в 55-65% случаев они работают с перегрузом, что крайне отрицательно сказывается на их ресурсе [2].

С целью выполнения нормативных документов по повышению тягово-сцепных качеств автотракторной техники при работе на почвах с малой несущей способностью на переувлажненных и заболоченных почвах, предусматривается снижение удельного давления на почву, путем увеличения пятна контакта движителей.

В развитии ходовых систем следует отметить переход на тракторы и автомобили со всеми ведущими колесами, увеличение роли переднего ведущего моста в передаче силы тяги, применение шин с увеличенной опорной поверхностью, сдвигание и страивание колес, переход на резиноармированные гусеницы.

Применение сдвоенных колес наиболее эффективно по соображениям агротехники на рыхлой и влажной почве, при выполнении ранневесенних работ, так как грузоподъемность колес увеличивается вдвое, что позволяет снизить давление воздуха в шинах и на почву. В этих условиях снижение давления движителей на почву достигается при незначительном влиянии на энергетические показатели, циркуляции мощности между сдвоенными колесами.

Наиболее сложные режимы движения автотракторной техники с широкоразнесенными сдвоенными колесами – непрямолинейное движение и поворот. При криволинейном движении сдвоенных колес в ведущем режиме между ними возникает циркуляция мощности, потому что внешние по отношению к центру поворота колеса катятся с юзом. Скольжение сдвоенных колес зависит от условий их качения, причем циркулирующий момент может достигать 15 % ведущего момента на оси колеса.

Для решения актуальной проблемы уменьшения уплотнения почвы ходовыми системами автотракторной техникой применяют методы сдвигания. Уменьшая давление на почву, мы сохраняем ее способность плодоносить.

Тем самым решаются все проблемы, связанные с проходимостью машин, а создание крупногабаритных шин с развитыми грунтозацепами решает проблемы по созданию тягового усилия. Также улучшается устойчивость автотракторной техники.

Механическое воздействие движителей не исчерпывается только уплотнением и уменьшением её пористости, снижающей возможности жизнедеятельности макро- и микроорганизмов, а также разрушения корневой системы растений. От контакта с движителями, особенно при криволинейном движении направляющих колес и повороте разрушается структура верхнего слоя почвы, она сдвигается и измельчается. Вследствие этого усиливаются процессы эрозии, из почвы более интенсивно выветриваются и вымываются наиболее плодородные компоненты [1].

При движении на повороте ведущих и ведомых колес возникает угловая деформация как почвы, так и шины, нарастающая по мере увеличения поворачивающего момента до тех пор, пока в пятне контакта шины с опорной поверхностью сохраняется сцепление. В пределах упругой деформации шина разворачивается относительно пятна контакта на некоторый угол. Деформация шины растет с увеличением приложенного к ней момента до потери сцепления с опорной поверхностью. С увеличением момента проскальзывание шины распространяется от краев к центру пятна контакта. При некотором значении момента или угла поворота в зависимости от агрофона, влажности почвы и глубины колеи все элементы трактора начинают проскальзывать с разной интенсивностью.

В технической литературе при взаимодействии колес с почвой рассматриваются механические свойства почвы, зависящие от ее физического состояния и определяются величиной деформации, возникающей под действием приложен-

ной к ней силы. Колесо и гусеница подвергают почву деформациям сжатия и сдвига. От способности почвы выдерживать эти нагрузки зависят глубина колеи, образуемой движителем и влияющей на сопротивление качению и сила сцепления движителя с почвой, формирующих тяговое усилие трактора. Сопротивления сжатия и сдвига обуславливаются в основном двумя факторами: молекулярными и капиллярными силами сцепления частиц почвы между собой с одной стороны и трения между частицами почвы с другой. В слабосвязанных почвах сопротивление сдвигу определяется преимущественно трением между частицами.

Движение агрегата сопровождается также буксованием, при котором происходит сдвиг и смятие почвы, разрушение структуры почвы. Эксплуатация высокопроизводительных широкозахватных агрегатов показала, что при уменьшении длины гона на мелкоконтурных участках возрастают потери времени на поворотной полосе, достигающие до 10% общего времени работы [1]. При развороте энергонасыщенного трактора с навесным рабочим органом и догрузке задних колес на поворотной полосе происходит срыв верхнего слоя почвы. Поэтому необходима разработка методики оценки повреждения растений на поворотной полосе и мероприятия по снижению максимальных напряжений при криволинейном движении машинно-тракторных агрегатов.

В Белорусском государственном аграрном техническом университете известными учеными: профессорами Шило И.Н., Орда А.Н. и др. более двух десятилетий ведутся работы по обоснованию, обеспечению экологических требований при выполнении технологических операций сельскохозяйственными агрегатами.

Предложена конструкция нового опорно-сцепного устройства для сдваивания задних колес трактора «БЕЛАРУС» класса 5,0 (рис.1), позволяющая улучшить агроэкологические свойства агрегата, при выполнении сельскохозяйственных и транспортных работ, особенно при криволинейном движении и на повороте, передавать крутящий момент на наружное колесо или отсоединить его от ведущего вала для вращения вокруг полуоси в ведомом режиме [3].



Рисунок 1 Опорно-сцепное устройство для сдваивания задних колес

Для перевода наружных колес на необходимый режим используется имеющаяся на тракторе пневмосистема. При отключенной системе привода наружных колес крутящий момент будет реализовываться только внутренними колесами.

### **Заключение**

Использование предложенной конструкции опорно-сцепного устройства задних колес трактора, позволит улучшить агроэкологические показатели агрегата, снизить нагруженность трансмиссии трактора, повысить транспортные скорости, уменьшить расход топлива, увеличить ресурс шин, улучшить управляемость агрегата. Одним из перспективных направлений применения раздельного привода задних колес можно рассматривать в карьерных самосвалах БЕЛАЗ грузоподъемностью 20-350т.

### **Литература**

1. Тракторы: Теория: Учебник для студентов по спец. «Автомобили и тракторы»/В.В. Гуськов, Н.Н.Велев, Ю.Е. Атаманов и др.; Под общ. ред. В.В. Гуськова. – М.: Машиностроение, 1988.
2. П.Л.Мари́ев, А.А.Кулешов, Л.Н. Егоров, И.В.Зырянов «Карьерный автотранспорт. Состояние и перспективы», Санкт-Петербург, Наука, 2004- 429с.
3. Патент на полезную модель № 6695 ВУ МПК В 60С 3/00. Устройство для улучшения опорно-сцепной проходимости движителя// БГАТУ/ Прищепов М.А., Карпович С.К., Бобровник А.И. и др. - Заявл. 2010.03.18, № u 20100270.

### **Abstract**

*Analyzed the positive and negative aspects of the use of tires for dual wheels of automotive engineering. Provides the technical solutions, compelling stakeholders to improve agri-environmental indicators, reduce the loading of the transmission, increase transport speed, reduce fuel consumption, increase mileage or performance, reduce shear and crushing soil.*

УДК 631.362.35.06:635.21

## **ОБОСНОВАНИЕ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ МАШИНЫ ДЛЯ КАЛИБРОВКИ КАРТОФЕЛЯ**

**А.С. Воробей, к.т.н., Д.И. Комлач, зав. лабораторией**  
*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*В статье обоснованы параметры машины для калибровки картофеля, приведено описание и обоснование конструкции новой машины. Описан технологический процесс работы машины.*

### **Введение**

Картофель в настоящее время и на перспективу будет одной из основных культур, возделываемых в Республике Беларусь на продовольственные и технические цели.

Послеуборочная доработка картофеля — завершающий этап общего процесса производства картофеля. Она включает следующие взаимосвязанные операции: прием и транспортирование массы от уборочного агрегата, очистку от примесей, калибрование, отделение дефектных клубней, закладку на хранение. Количество и очередность указанных операций определяют в зависимости от способа уборки, метеорологических условий, биологического состояния и назначения картофеля.

На всех этапах развития конструкций машин для послеуборочной доработки картофеля всегда стоял вопрос дальнейшего и эффективного улучшения работы сепарирующе-калибрующих рабочих органов. Не смотря на то, что и в нашей стране и за рубежом созданы работоспособные картофелесортировальные комплексы и линии, тем не менее проблему сепарации примесей и калибрования картофеля на фракции нельзя считать окончательно решённой.

Вопросам сепарации почвы и калиброванию картофеля на картофелесортировальных машинах посвящены работы В.П. Горячкина, Н.Н. Колчина, Н.И. Верещагина, А.А. Сорокина и других ученых. На преимущества ротационных и кулачковых сепараторов указывают исследования Я.И. Верменка, Б.П. Шабельника, Н.В. Шабурова.

В результате анализа конструкций и процессов существующих картофелесортировальных машин (роликовые, вальцевые и дисковые) выявлено, что обладая простотой конструкции и высокой удельной производительностью они не обеспечивают существенного снижения повреждений картофеля вследствие интенсивного динамического взаимодействия клубней с рабочими органами.

Установлено, что для повышения эффективности процесса калибрования клубней, сепарации почвы и снижения повреждений картофеля одним из перспективных направлений является применение вибрирующих роторно-пальцевых рабочих органов, обеспечивающих более быстрое направленное ориентирование клубней в калибрующие отверстия при отсутствии повреждений. В связи с вышесказанным необходимо исследовать и обосновать параметры и режимы работы встряхивателя машины для калибровки картофеля.

В РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» разрабатывается машина для калибровки картофеля, которая позволит производить калибровку клубней картофеля до трех фракций без повреждения и с высокой точностью.

### **Основная часть**

Ширину поверхности ячеистого конвейера определим по формуле:

$$B = (b \cdot n) + q(n + 1), \quad (1)$$

где  $b$  – ширина ячейки конвейера, м;  
 $n$  – количество ячеек конвейера, шт.;  
 $q$  – расстояние между ячейками конвейера, м.

$$B = (0,06 \cdot 12) + 0,014 \cdot (12 + 1) = 0,902 \text{ м}$$

Длину машины  $L$  принимаем 1,5 м. Опытным путем установлено, что скорость ячеистого конвейера принимается равной:

$$V_k = 0,4 \dots 0,6 \text{ м/с}.$$

Чтобы клубни лучше проходили сквозь ячейки необходимо изменять их положение относительно перепонок. Этого можно достичь колебанием рабочей поверхности ячеистого конвейера при помощи встряхивателя (рис. 1).

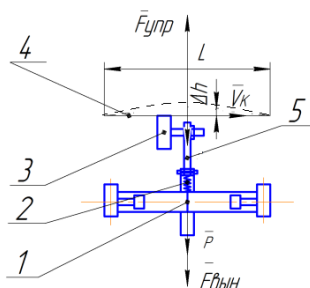


Рисунок 1 – Силы, возникающие при работе встряхивателя: 1 – вал, 2 – пружина; 3 – ролик; 4 – ячеистый конвейер; 5 – стойка встряхивателя

Для улучшения прочностных свойств ролика встряхивателя применено полиуретановое покрытие. Наряду с высокой прочностью, полиуретановые волокна характеризуются устойчивостью к истиранию при действии многократной деформации изгиба. Особенно важно, что полиуретановые волокна не впитывают влагу и не теряют прочности во влажном состоянии.

Ячеистый конвейер машины для калибровки картофеля совершает вынужденные колебания. За вынужденную силу  $F_{вын.}$  принимаем переменный вес картофеля, который изменяется по линейному закону. Запишем уравнение вынужденных колебаний ячеистого конвейера:

$$m \cdot \ddot{x} + k \cdot x = F_{вын.}$$

где  $F_{вын.} = m_n g + m_o g \sin pt$

$m_n g$  – средний вес картофеля до калибровки;

$m_o g$  – средний вес картофеля после калибровки;

$p = \frac{1}{20} = 0,05$  – частота колебаний ячеистого конвейера;

$\ddot{x}$  – переменная;

$m = m_n + m_p + m_{ст}$

$m_n$  – вес ячеистого конвейера;

$m_p$  – вес ролика;

$m_{ст}$  – вес стойки встряхивателя.

$k$  – коэффициент жесткости пружины встряхивателя, который определим по формуле:

$$k = \frac{G \cdot d_1^4}{8 \cdot d_2^3 \cdot n},$$

где  $d_1$  – диаметр проволоки;

$d_2$  – диаметр намотки;

$n$  – число витков;

$G$  – модуль Юнга, для обычной стали  $G = 80$  ГПа.

После вычисления получаем

$$k = \frac{80 \cdot 0,03^4}{8 \cdot 0,006^3 \cdot 18,5} = 2,03 \text{ Н/м}.$$

В предлагаемом образце машины используются два встряхивателя, поэтому коэффициент жесткости при параллельном соединении определится следующим образом:

$$k = k_1 + k_2 = 2,03 + 2,03 = 4,06 \text{ Н/м}.$$

Уравнение вынужденных колебаний ячеистого конвейера примет вид:

$$32 \cdot \ddot{x} + 4,06 \cdot x = 490 + 410 \sin 0,05t \quad (1)$$

Решение уравнения (1):

$$x = c_1 \sin \left( \sqrt{\frac{4,06}{32}} t \right) + c_2 \cos \left( \sqrt{\frac{4,06}{32}} t \right) + \frac{490}{4,06} + \frac{410}{4,06 - 32 \cdot (0,05)^2} \cdot \sin 0,05t \quad (2)$$

Используя начальные условия:  $x_0 = 0$ ,  $\dot{x}_0 = 0$ ,  $t_0 = 0$  найдем постоянные интегрирования

$$c_1 = 14,46; \quad c_2 = -120,69.$$

Подставив  $c_1$  и  $c_2$  в уравнение (2) получим закон колебания ячеистого конвейера:

$$x = 120,69 - 120,7 \cos (0,35t) - 103,015 \sin (0,05t) + 14,46 \sin (0,35t) \quad (3)$$

Согласно уравнению (3) график вынужденных колебаний  $X(t)$  имеет следующий вид:

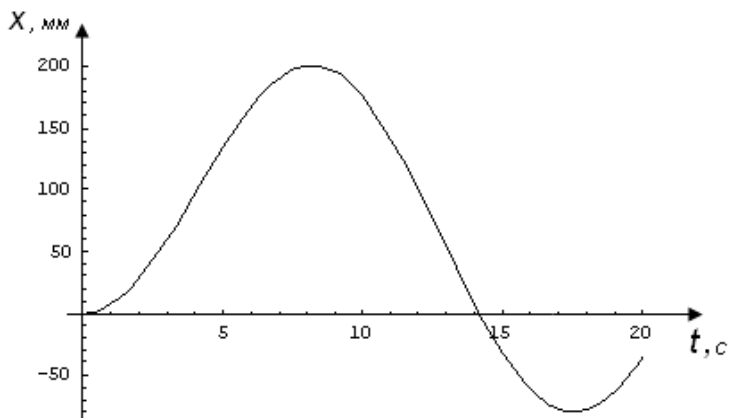


Рисунок 2 – График вынужденных колебаний встряхивателя

Анализируя график вынужденных колебаний, видим, что в момент времени  $t=8\text{с}$  амплитуда  $\Delta h = 200\text{мм}$ .

Встряхиватель обычно устанавливают в средней части калибрующей поверхности. При его работе ячейки в этой части поднимаются, образуя уклоны. Зная амплитуду колебаний и длину поверхности ячеистого конвейера определим угол наклона из соотношений:

$$\frac{\Delta h}{0,5L} = \frac{0,2}{0,75} = 0,26, \quad \alpha = 14^\circ.$$

Все выше обоснованные параметры легли в основу создания машины для калибровки картофеля МК – 15.

Машина для калибровки картофеля (рис. 3) содержит: раму – 1, ячеистый конвейер – 2, встряхиватель – 3, очиститель – 4, лоток – 5, выносной конвейер – 6, колесный ход – 7, пульт управления – 8, электрооборудование – 9.

Рабочий процесс машины протекает следующим образом: поступающие с загрузочного транспортера клубни картофеля подаются в верхнюю часть рабочего полотна ячеистого калибрующего конвейера 2 под воздействием встряхивателя 3, частота которого регулируется пультом управления 8 и при помощи очистителя 4, застрявшие клубни вытесняются из ячеек калибрующего конвейера 2 эластичными пластинами. Клубни, размеры которых меньше размера калибрующих ячеек проваливаются через ячейки, и попадают на выносной конвейер 6.

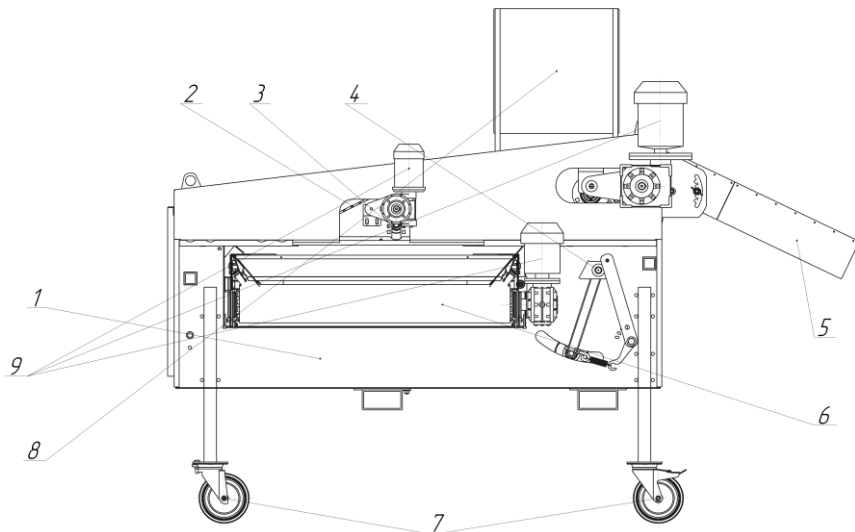


Рисунок 3 – Схема машины МК - 15 для калибровки картофеля: 1– рама; 2 – ячеистый конвейер; 3 – встряхиватель; 4 – очиститель; 5 – лоток; 6 – выносной конвейер; 7 – колесный ход; 8 – пульт управления; 9 – электрооборудование.

Откалиброванный картофель большей фракции не провалившийся через ячеистый конвейер попадает в лоток 5, где его затаривают в контейнеры или картофельные сетки.

### Заключение

Применение машины МК-15 позволит получать качественный семенной материал различных фракций, это позволит осуществлять качественную посадку клубней картофеля, что в конечном итоге повысит урожайность картофеля до 35%. Что касается продовольственного картофеля, то применение машины позволит получать клубни одинаковой фракции и в итоге повысит качество перерабатываемого картофеля.

Освоение производства таких машин позволит исключить завоз подобной дорогостоящей техники из-за рубежа и обеспечить экономию валютных средств.

### Литература

1. Колчин, Н. Н. Машины для сортирования и послеуборочной обработки картофеля / Н. Н. Колчин, В. П. Трусов. – Москва: Машиностроение. –1966. – с. 59 – 61.

**Abstract**

*In article were justified mail parameters the machine for calibration of potatoes, was did writes and Justification construction a new machine. Was did writes technologic process working machine.*

УДК 621.833

**ВОЛНОВАЯ ПЕРЕДАЧА В МЕХАНИЗМЕ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ  
МОСТОВОГО КРАНА**

**Н.Н. Ромانيук, к.т.н., доцент, К.В. Сашко, к.т.н., доцент,  
П.В. Клавсуть, К.Г. Масальский**

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

*Рассматриваются вопросы повышения технического уровня мостовых кранов за счет применения волновой передачи в приводе механизма передвижения. Предложена оригинальная конструктивная схема привода. Рассмотрены вопросы выбора параметров привода и произведена оценка эффективности его применения в мостовых кранах.*

**Введение**

В условиях ремонтных мастерских хозяйств до 70 % объема ремонтных работ осуществляется с применением грузоподъемных устройств, в том числе мостовых кранов. Повышение технического уровня этих грузоподъемных устройств, при одновременном снижении их стоимости является актуальной задачей для современного АПК.

**Основная часть**

В список обязательного оборудования центральных ремонтных мастерских (ЦРМ) включены мостовые краны [1]. В ЦРМ эти грузоподъемные механизмы используются периодически, и их режим работы может быть отнесен к группе нагружения М 3 по ИСО 4301/1, при котором привод работает в среднем не более чем 4 часа в сутки [2]. Для оборудования с невысокой интенсивностью использования весьма важным является снижение его стоимости и эксплуатационных затрат. Технический уровень крана во многом определяется конструкцией его механизма передвижения. Механизмы передвижения имеют несколько конструктивных разновидностей в зависимости от организации передачи движения от двигателя к ходовым колесам: с центральным приводом и быстроходными трансмиссионными валами; с центральным приводом и тихоходными трансмиссионными валами; с центральным приводом, средне-

ходовыми трансмиссионными валами и открытыми передачами; с отдельным приводом [3].

Быстроходные трансмиссионные валы центрального привода требуют хорошего уравновешивания. Их изготовление дороже, а ремонт возможен только на специализированных предприятиях. Тихоходные трансмиссионные валы передают значительный момент и металлоемки.

В центральном приводе со среднеходовыми трансмиссионными валами, в связи с невысокой скоростью вращения, среднеходовые трансмиссионные валы менее металлоемки по сравнению с тихоходными, и менее требовательны к уравновешиванию по сравнению с быстроходными. Однако этот привод сложен по конструкции и имеет невысокий КПД по причине применения двухступенчатого или трехступенчатого привода зубчатыми колесами. Раздельный привод проще по конструкции, однако также требует для передачи движения от двигателя к ходовым колесам включать в кинематическую схему двухступенчатые или трехступенчатые редукторы с зубчатыми колесами.

Значительно конструкцию механизма передвижения можно усовершенствовать применением волновой передачи [4, 5] в его приводе.

Эта передача, предназначенная для передачи движения от фланцевого двигателя 1 к барабану 2 с зубчатым венцом (рисунок 1), реализована в виде генератора волн 3, закрепленного на приводном валу 4, гибкого неподвижного колеса 5 в виде цилиндрической оболочки, связанной с остовом, жесткого колеса 6, установленного на внутренней стороне барабана 2 так, что зубья на поверхности гибкого колеса могут сопрягаться с зубьями жесткого колеса. Зубчатые венцы гибкого и жесткого колес имеют общую ось. Профиль зубьев эвольвентный по ГОСТ 13755-81. Генератор волн служит для образования и движения волны деформации на гибком зубчатом колесе. Выполняют в виде эллиптического кулачка с посаженным на него с небольшим натягом гибким подшипником 7 по ГОСТ 23179-78. Кулачок профилируют по эквидистанте к заданной форме гибкого колеса, которая в свою очередь принимается из условия получения требуемого радиального перемещения зубьев гибкого колеса: при прохождении выступа кулачка с большей осью зубья гибкого колеса должны полностью входить в зацепление с зубьями жесткого колеса, а при прохождении профиля кулачка с меньшей осью они должны полностью выходить из взаимного зацепления. Движение от барабана 2 к ходовому колесу 8 передается через открытую передачу, образованную зубчатым венцом 9, связанным с барабаном 2, и зубчатым колесом 10, соединенным с ходовым колесом 8. Вращение генератора волн вызывает движение волны деформации гибкого колеса по окружности и это приводит к пересопряжению зубьев.

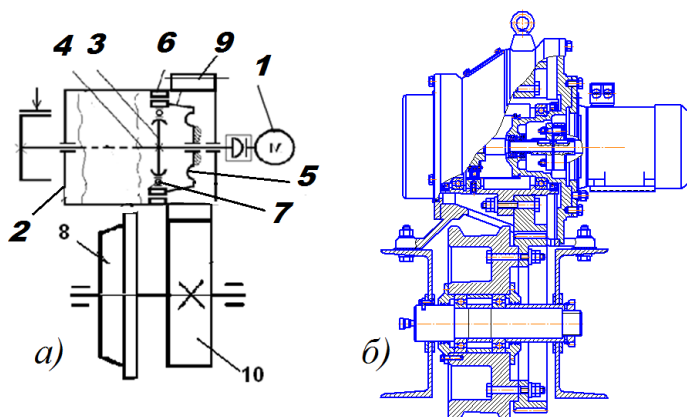


Рисунок 1- Механизм передвижения : а – схема; б- конструкция

Так как количество зубьев у жесткого и гибкого колес различно, то жесткое зубчатое колесо вместе с барабаном получает вращение и приводит в движение через открытую передачу ходовое колесо крана.

При известных значениях числа зубьев жесткого колеса  $Z_1$  и гибкого колес  $Z_2$ , передаточное отношение волновой передачи с неподвижным гибким колесом будет равно [6]

$$i = Z_1 / (Z_1 - Z_2).$$

Посредством волновой передачи может быть реализован привод с передаточным отношением 80...301.

Большое передаточное отношение весьма привлекательно для применения в приводе механизма перемещения, ходовые колеса вращающегося с малой частотой вращения. В этом случае появляется возможность применить двигатель с высокой синхронной частотой вращения. Известно, что высокооборотистые двигатели имеют меньшую массу и более низкую стоимость. Их применение позволяет существенно уменьшить стоимость грузоподъемного устройства в целом. Максимальное значение частоты вращения двигателя ограничено предельной частотой вращения гибкого подшипника, зависящей от размера подшипника. ГОСТ 23179-78 допускает использование двигателей с синхронной частотой вращения  $n_c = 3000 \text{ мин}^{-1}$  при диаметре наружного кольца подшипника  $D$  не более 120 мм,  $n_c = 1500 \text{ мин}^{-1}$  - при  $D$  не более 300 мм. В зацеплении и передаче нагрузки одновременно участвует до 40% зубьев и волновая передача имеет очень высокую нагрузочную способность по сравнению с обычной зубчатой передачей, у которой нагрузку передают не более двух пар зубьев. Это позволяет при заданной передаваемой нагрузке выполнить волновую передачу более компактной, чем с многоступенчатым приводом зубчатыми колесами.

### Заключение

Предложена оригинальная конструкция механизма подъема мостового крана с волновым приводом. Реализация этой конструкции позволит уменьшить номенклатуру основных деталей на 18...20 %, снизить металлоемкость привода и соответственно уменьшить стоимость мостового крана.

### Литература

1. Табель оборудования и оснастки ремонтных мастерских колхозов и совхозов. – ГОСНИТИ, 1991.. - М. - 29 с.
2. Классификация грузоподъемного оборудования в зависимости от режима работы. [Электронный ресурс ]: Режим доступа : <http://svpk-ul.ru/rezhim.html>. Дата доступа: 07.02.2013.
3. Александров, М.П. Подъемно-транспортные машины : Учеб.для машиностр. спец. вузов.-6 изд.-М.:Высш.шк.,1985.-520с.
4. Пневматические, гидравлические и электрические приводы летательных аппаратов на основе волновых исполнительных механизмов / А. Н. Герашенко, С. Л. Самсонович. – М.: Машиностроение, 2006. - 390 с.
5. Планетарные и волновые передачи: Альбом конструкций. - М.: Машиностроение, 1980. - 148 с.
6. Иванов М.Н. Волновые передачи.- М.: Высш. шк.,1981.-184 с.

### *Abstract*

*The questions raise the technical level of overhead cranes by the use of wave transmission in the drive mechanism of movement. An original construction scheme of the drive. The problems of selecting the drive and evaluated the effectiveness of its use in overhead cranes.*

УДК 631.365

## **ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА**

**В.Б. Ловкис, к.т.н., доцент, Е.С. Апенкин, магистрант**

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

*В статье рассмотрены типы сушильного оборудования и способы снижения трудовых и энергетических затрат.*

### Введение

Сохранность выращенного урожая достигается, в первую очередь, с помощью сушки, которая является надежным единственным способом прекращения биохимических процессов в растительных материалах и их консервировании. Сушка зерна, в особенности семенного, по-прежнему является наиболее ресурсоемким процессом во всей технологической цепи производства зерна, на осуществление которой приходится 30-50% расхода топлива, до 10% трудозатрат и 85-90% электроэнергии.

Республике Беларусь в 2013 году насчитывалось 1530 сельскохозяйственных организаций, что на 25% меньше по сравнению 2006 годом. При этом существенно возросли объемы производства зерна. В 2012-2013 гг. производство зерна (без кукурузы) в Республике Беларусь вышло на рубеж 6,9 млн. тонн при средней его урожайности с одного гектара убранный площади 31,5 центнера.

В структуре посевов зерновых и зернобобовых культур площади под посевами пшеницы занимают 24,9%, ячменя - 19,5%, тритикале - 17,8%, ржи - 4,6%, кукурузы на зерно - 10,3%, овса - 4,8% [3].

В настоящее время в Республике Беларусь зерноочистительно-сушильные комплексы выпускаются на предприятиях ООО «Амкодорможа», ОАО «Лидсельмаш», ОАО «Брестсельмаш», ОАО «Казимировский опытно-экспериментальный завод» и др.

Производство сушилок за рубежом освоили фирмы: «Riela» (Германия), «Shmidt-Zeeger» (Швейцария), «TORNUM» (Швеция), «ARAJ» (Польша), «DELUX» (США), «МельИнвест» (Россия) и др.

### Основная часть

Пункты для послеуборочной обработки зерна представляют собой индустриальные предприятия нового типа в сельском хозяйстве (Рисунок 1). В состав их входит зерноочистительное, сушильное, погрузочно-разгрузочное, транспортное и другое оборудование для выполнения всех операций, связанных с очисткой, сортированием, сушкой и хранением зерна.

Одной из главных этапов в послеуборочной обработке зерна является сушка. Она позволяет сохранить зерно качественным на долгое время.

К зерносушилкам предъявляются следующие требования:

- обеспечение требуемого уровня снижения влажности;
- сохранение и, возможно, улучшение качества зерна;
- охлаждение зерна после сушки до температуры, не превышающей температуру окружающего воздуха более чем на 8..10°C;
- универсальность по отношению к сушке зерна различных культур;
- высокая механизация загрузки и выгрузки с зачисткой от остатков зерна;

– малая инерционность к выходу на режим и при переходе с одной партии на другую [2].



Рисунок 1 - Комплекс зерноочистительно-сушильный ЗСК-60Ш производства ОАО "АМКОДОР"-управляющая компания холдинга"

На сегодняшний день широкое распространение получили такие типы сушильного оборудования: сушилки шахтного типа с рециркуляцией и рекуперацией тепла, а также сушилки модульного типа (или колонковые).

Рециркуляция зерна позволяет снизить влажность зерна до требуемого уровня за несколько циклов. Сначала происходит предварительный нагрев сырого зерна до предельно допустимой температуры, контактный влагообмен между сухим рециркулирующим и сырым зерном, после зерно поступает в зону сушки с воздействием на него агента сушки.

В основу энергосберегающего принципа сушки положен принцип рекуперации (повторного использования) тепла нагретого сухого воздуха, прошедшего сквозь слой охлаждаемого горячего зерна после сушки, за счет чего значительно уменьшается расход топлива и повышается КПД сушилки.

Наибольшее распространение в РБ получили шахтные прямоточные рециркуляционные зерносушилки.

Сушилки зерновые шахтные предназначены для сушки зерновых, зернобобовых, крупяных и масличных культур с исходной влажностью до 35%. Принцип работы сушилок основан на вентилировании влажного зерна нагретым атмосферным воздухом (теплоносителем) для удаления влаги [1].

Сушилки имеют модульное построение по вертикали и горизонтали (Рисунок 2).

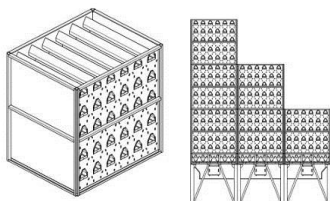
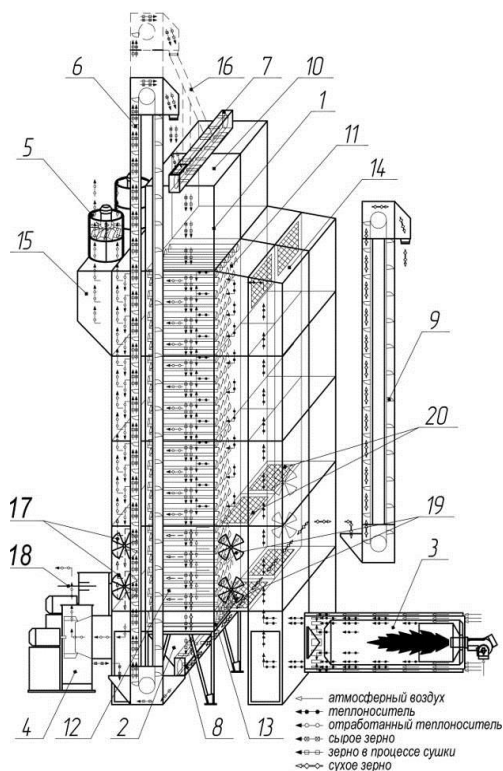


Рисунок 2 - Модули сушилки

Сушилка работает по следующей технологической схеме (Рисунок 3):



- Рисунок 3 - Условная технологическая схема сушилки: 1 - сушильные шахты; 2 - приёмный бункер станины; 3 - воздушонагреватель; 4 - радиальные вентиляторы; 5 - осевые вентиляторы; 6 - загрузочная нория; 7 - загрузочный конвейер; 8 - выгрузной конвейер; 9 - выгрузная нория; 10 - накопительные секции; 11 - сушильные секции; 12 - охлаждающие секции; 13 - выгрузной механизм; 14 - входной канал; 15 - выходной канал; 16 - загрузочный зернопровод; 17 - заслонки; 18 - заслонки; 19 - заслонки; 20 - заслонки.

Сушилка может работать в циклическом или поточном режимах работы.

Загрузочная нория 6 подает сырое зерно в загрузочный конвейер 7 или загрузочный зернопровод 16. Загрузочный конвейер 7 или загрузочный зернопровод 16 заполняет последовательно сырым зерном сушильные шахты 1 до верхнего уровня накопительных секций 10.

В воздухонагревателе 3 происходит сжигание топлива и нагрев холодного атмосферного воздуха. Радиальные вентиляторы 4 или осевые вентиляторы 5 из воздухонагревателя 3 по входному каналу 14 протягивают теплоноситель сквозь массу зерна в сушильных секциях 11 и по выходному каналу 15 выбрасывают отработанный теплоноситель наружу, в результате чего в сушильных секциях 11 происходит нагрев зерна и удаление влаги из него.

В нижней части сушильных шахт 1 находятся охладительные секции 12. В охладительных секциях 12 сквозь массу зерна вентиляторами 4 или 5 протягивается холодный атмосферный воздух, в результате чего происходит охлаждение зерна. При благоприятных погодных условиях возможно дополнительное удаление влаги из зерна в процессе охлаждения, при неблагоприятных погодных условиях возможно увлажнение зерна в процессе охлаждения.

Охладительные секции 12 могут использоваться как сушильные.

В процессе сушки зерно опускается вниз по сушильным шахтам 1 при работе выгрузного механизма 13. Выгрузной механизм пропускает порции зерна из сушильных шахт 1 в приемный бункер станины 2. Под приемным бункером станины 2 расположен реверсивный выгрузной конвейер 8.

**Циклический (рециркуляционный)**, когда зерно не достигло требуемой влажности за один проход через сушилку. Выгрузной конвейер 8 подает зерно в загрузочную норию 6 на повторную загрузку сушилки для сушки зерна.

**Поточный**, когда зерно достигло требуемой влажности за один проход через сушилку. Выгрузной конвейер 8 подает зерно из сушилки в выгрузную норию 9 – происходит сушка зерна в поточном режиме работы сушилки. При этом дозагрузка сушилки производится через норию 6.

### **Заключение**

1 Учитывая значительные объемы производства зерна, обращение к проблеме совершенствования его конвективной сушки имеет важное народнохозяйственное значение, так как снижение трудовых и энергетических затрат уменьшает его себестоимость, а правильно выполненная сушка - повышает качественные показатели.

2 Уборка и обработка такого количества продукции с минимальными затратами требует переоснащения материально-технической базы на основе новых научных и технологических решений.

3 Зерноочистительно-сушильные комплексы – сложное и дорогостоящее оборудование, организовывать работу и практическую эксплуатацию которого должны подготовленные инженерно-технические работники сельскохозяйственных организаций и специально обученный персонал.

4 Интенсификация сушки, обеспечение более равномерных условий её протекания, повышение надежности контроля и точности управления тепловыми режимами являются основным резервом увеличения производительности сушильного оборудования, уменьшения удельных затрат труда и энергии на её осуществление.

### Литература

1 Е. И. Михайловский, И. Н. Шило. Эксплуатация зерноочистительно-сушильных комплексов отечественных производителей: пособие – Минск: БГАТУ, 2011.

2 И. Н. Шило, Е. И. Михайловский. Современное оборудование и машины для послеуборочной обработки зерна: справочник – Минск: БГАТУ, 2011.

3 Сельское хозяйство Республики Беларусь. Статистический сборник/ Министерство статистики и анализа Республики Беларусь – Мн., 2012 г.

### **Abstract**

*The article describes the types of drying equipment and methods reduce labor and energy costs.*

УДК 631.3.01

## **ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА**

**А.В. Ленский<sup>1</sup>, к.э.н., Е.И. Михайловский<sup>2</sup>, к.э.н., доцент,  
В.Е. Михайловский<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

<sup>2</sup>УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь

*В статье рассмотрены факторы, влияющие на формирование системы машин сельскохозяйственных товаропроизводителей. Определены типичные классы товаропроизводителей, отличающиеся по размерам пло-*

*щадей производимой продукции растениеводства, уровню технической оснащенности и финансовых возможностей.*

### **Введение**

Эффективная реализация технологических процессов в земледелии возможна лишь на основе комплексной механизации с применением современной ресурсосберегающей техники. При выборе комплекса машин необходимо учитывать не только почвенно-климатические условия хозяйствования и перечень возделываемых культур, но и характеристики и конфигурации полевых участков, наличие питательных элементов, возможности снижения эрозионных процессов и уплотнения почвы. Кроме этого, постоянный рост в структуре себестоимости продукции энергетических затрат, диктует необходимость перехода на менее трудоемкие ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур.

### **Основная часть**

В современных экономических условиях вступления России во Всемирную Торговую Организацию) энерго- ресурсосбережение выступает в качестве одного из важнейших направлений в структурной модернизации сельскохозяйственного производства. В этой связи, используемая многие десятилетия традиционная технология обработки почвы при возделывании сельскохозяйственных культур, постепенно уступает минимальной и нулевой технологиям. Их реализация предусматривает сокращение числа и глубины обработок, снижение эрозионных процессов и уплотнения почвы, замену глубоких обработок мелкими поверхностными, а также более активное применение химических методов защиты растений.

Применение комбинированных машин, позволяющих за один проход выполнять несколько операций в различных сочетаниях, обеспечивает ряд технологических и технических преимуществ перед однооперационными машинами: уменьшается количество проходов агрегатов по полю, обеспечивается экономия денежных и трудовых затрат, расхода топлива, повышается производительность труда. Кроме того, сокращение промежутка времени между отдельными технологическими операциями и улучшение качества обработки почвы при их одновременном выполнении благоприятно сказывается на физических и биохимических свойствах почвы, что приводит к увеличению урожайности сельскохозяйственных культур.

Для снижения эрозионных процессов и уменьшения уплотнения почвы необходимо не только правильно подобрать орудия, выполняющие сам технологический процесс, но и энергетические средства для его осуществления. На легких супесчаных почвах низкой влажности тяжелая колесная техника существенного влияния на уплотнение и, соответственно, плодо-

родие почв не оказывает и может широко использоваться. Вместе с тем, на тяжелых суглинистых черноземах повышенной влажности колесные движители чрезмерно уплотняют почву на глубину более 1 м, что значительно снижает плодородие почв. В таких условиях предпочтительнее использовать гусеничную технику.

Для различных природно-климатических условий, а также в зависимости от типа почвы и подверженности ее эрозии, вида возделываемой культуры (зерновые, технические, кормовые культуры, овощи) возможны различные способы обработки почвы – отвальная, безотвальная, чизельная, минимальная, нулевая – выбор которых оказывает существенное влияние на экономическую эффективность хозяйствования.

В Системе машин необходимо рассматривать типичные для основных почвенно-климатических зон Республики Беларусь технологии производства продукции растениеводства с применением указанных способов обработки:

- озимые и яровые зерновые (пшеница, рожь, ячмень, тритикале, овес) и бобовые культуры;
- кормовые культуры (клевер луговой, костреч безостый и др.);
- технические культуры (рапс, сахарная свекла, картофель, лен);

На основе предварительного анализа сельскохозяйственных предприятий Республики Беларусь определены типичные классы товаропроизводителей, отличающиеся по размерам площадей производимой продукции растениеводства, уровню технической оснащенности и финансовых возможностей – мелкотоварные, среднетоварные и крупнотоварные хозяйства (таблица 1).

Для определения рекомендуемых технических средств для конкретных категорий товаропроизводителей необходимо учитывать высокую степень дифференциации сельскохозяйственного производства, перечень технологических процессов и технических требований к машинам и оборудованию, а также технико-экономические показатели агрегатов для выполнения полевых работ.

Таблица 1 - Исходные площади основных культур по типам хозяйств

Культуры	Типы хозяйств		
	мелкотоварные	среднетоварные	крупнотоварные
Яровые зерновые, га	до 600	600-1000	св. 1000
Озимые зерновые, га	до 1000	1000-1600	св. 1600
Кормовые культуры, га	до 1200	1200-1800	св. 1800
Рапс, га	до 200	200-600	св. 600

Принципиальная структура и последовательность формирования системы машин представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Последовательность формирования Системы машин

Предлагаемые подходы позволят системно отобразить научно обоснованные сведения об уровне развития технологий и средств механизации для их практического освоения, что позволит принимать ряд решений в области создания новых машин и оборудования и их реализации на рынке Республики Беларусь.

### Заключение

1. Система машин позволит в определенной степени оптимизировать капитальные вложения на переоснащение парка технических средств, сократить эксплуатационные затраты и ресурсопотребление при его использовании, ограничить количество типоразмеров техники, а также исключить ее дублирование при закупке и производстве.

2. В рамках реализации Системы машин крайне важно принять меры не по замене тракторов и сельскохозяйственной техники на новые с прежними эксплуатационными характеристиками, а по обновлению парка техническими средствами качественно нового поколения, которые должны обеспечить существенный рост производительности труда, экономию топлива и энергии, создать в полеводстве оптимальные условия для возделывания

вания сельскохозяйственных культур и, в конечном итоге, – возможность реализовать наиболее перспективные машинные технологии.

### Литература

1. Методические рекомендации по повышению эффективности основных отраслей сельского хозяйства на 2011-2015 годы / А.В. Горбатовский [и др.]. – Минск: Ин-т системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2011. – 88 с.

2. Новейшие решения по интенсификации сельского хозяйства / А. В. Горбатовский, А. П. Святогор [и др.]. // Проблемы устойчивости продовольственной сферы. Вопросы теории и методологии / сост. В. Г. Крестовский; под ред. В. Г. Гусакова. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2010. – С. 116-128.

3. Сравнительная эффективность сельскохозяйственного производства в разрезе районов Республики Беларусь: аналит. обзор / В.И. Бельский [и др.]. – Минск: Ин-т системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2010. – 106 с.

### **Abstract**

*The article discusses the factors affecting the formation of a system of machines agricultural producers. Identified typical classes of producers, characterized by the size of the area of production of crop, the level of technical equipment and financial capacity.*

УДК 621.762

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОРОШКОВЫХ ФИЛЬТРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ РЫБ В УСТАНОВКАХ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

**А.Ф. Ильющенко<sup>1</sup>, д.т.н., профессор., член-корр. НАН Беларуси,  
В.В. Тимошин<sup>2</sup>, Р.А. Кусин<sup>3</sup>, канд. техн. наук, И.Н. Черняк<sup>1</sup>,**

**Д.И. Жегздринь<sup>1</sup>,**

<sup>1</sup> ГНУ «Институт порошковой металлургии», <sup>2</sup> ООО «Фирма «Ремона»,

<sup>3</sup> УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь

*Приведены сведения о эффективном использовании отечественных диспергаторов на основе порошковых фильтрующих элементов для обеззараживания среды обитания рыб в установках замкнутого водоснабжения, свойствах и перспективных двухслойных структурах пористых материалов на основе порошков титана для их изготовления.*

### Введение

В настоящее время почти половина потребляемого человечеством объема рыбопродуктов приходится на продукцию, выращенную в искусственных условиях (аквакультура) [1]. Если в 1980 г. за счет развития аквакультуры удовлетворялось только 9 % всей потребляемой в мире рыбы, то на начало 2013 г. – 47 %. Основной объем производства рыбы в республике приходится на выращивание в аквакультуре. Аквакультура включает следующие виды: прудовое рыбоводство, выращивание рыбы в садках, бассейнах и в установках замкнутого водообеспечения (УЗВ) [1].

Из перечисленных наиболее динамично развивающимися в мировой практике является метод выращивания рыбы в УЗВ. Это объясняется тем, что применение метода в рамках традиционного рыбоводства имеет следующие преимущества:

а) возможность создания условий выращивания, в которых обеспечивается максимальный рост и темпы накопления продукции;

б) обеспечение полного контроля и управления производственным процессом независимо от внешних условий при сохранении ихтиопаталогической и экологической чистоты производства посредством выращивания рыбы в одном и том же объеме воды с применением системы полной очистки и регенерации ее качества до исходного уровня.

Выращивание рыбы в рециркуляционных системах происходит при многократном использовании одного и того же объема воды, подвергаемого очистке и вновь возвращаемого в рыбоводные емкости. В таком виде система обеспечивает надежный контроль за процессами выращивания и позволяет осуществлять соответствующие мероприятия по оптимизации водной среды [1-3].

Одной из основных задач УЗВ является поддержание оптимального качества воды, при этом важное место в цепочке, как первичной подготовки воды, так и при ее регенерации в процессе рециркуляции играет операция обеззараживания. К числу наиболее распространенных методов обеззараживания относится озонирование. Озон обладает высоким окислительным потенциалом и легкостью диффузии через клеточные оболочки микробов. Он окисляет органическое вещество микробной клетки, приводя ее к гибели. Водоросли гибнут при концентрации озона 0,5-1,0 мг/л, моллюски – при 3,0 мг/л. Для полной гибели циклопов, олигохет, дафний и коловраток достаточно 2 мг/л. Для обеззараживания воды достаточно 0,5-4 мг/л (чем более мутная вода, тем больше нужно расходовать озона). Озон улучшает вкус воды, снижает ее цветность и уничтожает запах. Подача озона после биологического фильтра обеспечивает окисление аммония и нитратов. Озон при концентрации 15 мг/л полностью уничтожает за 15 секунд бактерии и вирусы и окисляет значительное количество органических веществ, а также снижает концентрацию железа [4, 5].

Основным конструктивным элементом при озонировании является диспергатор, обеспечивающий равномерное распределение пузырьков озоносодержащей смеси в объеме обрабатываемой воды. Однако, несмотря на положительный опыт применения отечественных пористых порошковых диспергаторов в процессах очистки сточных вод и обеззараживания питьевой воды [6], в УЗК эксплуатируются пористые изделия импортного производства или менее эффективные перфорированные диспергаторы.

### Основная часть

Для решения задачи диспергации потока озонозоооздушной смеси были разработаны диспергаторы на основе фильтрующих элементов, изготовленных из порошков титана (рис. 1, а). Данные диспергаторы были установлены взамен импортных производства компании Aqua-Sander (Германия), на УЗВ, принадлежащей ООО «Фирма «Ремона» (Могилев, РБ) (рис. 1, б), и показали хорошие результаты в процессе работы. Так, при концентрации озона 3 мг/л в озонозоооздушной смеси, подаваемой во флотатор, показатель ОВП (окислительно-восстановительный потенциал) составляет 250-350 мV, что говорит о хорошей работе флотатора. Благодаря мелкодисперсному распылению смеси в воде повышается эффективность работы флотатора, пиковые значения БПК, TAN и нитритов смягчаются. При этом стоит отметить качество отечественных диспергаторов. По истечении двух лет эксплуатации в УЗВ ООО «Фирма «Ремона» показатели диспергаторов не изменились, тогда как аналогичные изделия импортного производства пришли в негодность в результате саморазрушения по истечении полутора лет эксплуатации (рис. 1, в). По рекомендации производителя, компании Aqua-Sander (Германия), для эффективной работы флотатора необходима замена диспергаторов через 12 месяцев эксплуатации.



а)



б)



в)

Рисунок 1 - Внешний вид (а) и процесс эксплуатации (б) диспергатора на основе пористых порошковых титановых элементов и внешний вид импортного диспергатора после 1,5 лет эксплуатации (в)

Следует отметить, что пористые порошковые материалы (ППМ), из которых были изготовлены диспергаторы, по коррозионной стойкости, прочности, регенерируемости и эффективности превосходят другие виды мате-

риалов [7]. Регулируя структуру ППМ путем изменения размеров частиц исходного порошка и режимов изготовления, можно в широком диапазоне изменять характеристики получаемых изделий, обеспечивающие эффективность их применения; в данном случае это диаметр пузырьков газа и пропускная способность. На рисунке 2 приведены расчеты зависимости размера пузырька от размеров частиц порошка для различных ППМ [6].

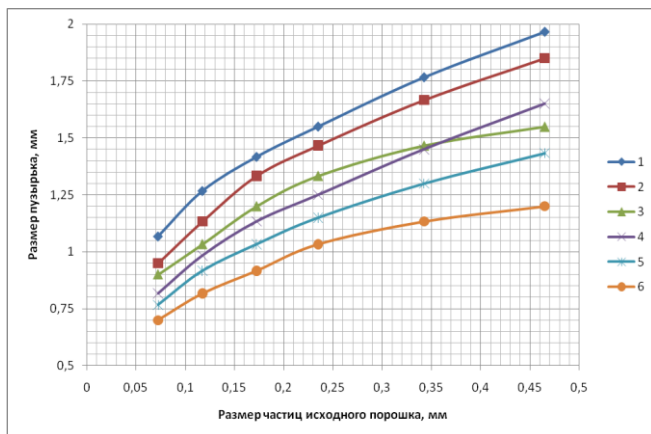


Рисунок. 2 - Расчетные зависимости диаметра пузырька от размеров частиц порошка

Пропускная способность диспергаторов из ППМ определяется из выражения Дарси [7] через коэффициент проницаемости:

$$Q = K \frac{\Delta p S}{\mu h},$$

где  $Q$  – объем пропускаемой через ППМ среды (жидкости или газа), прошедшего через ППФ за единицу времени;

$\mu$  - коэффициент динамической вязкости среды;

$\Delta p$  - перепад давления на ППМ;

$h$  – толщина ППМ;

$S$  – площадь фильтрации.

На рисунке 3 приведены зависимости коэффициента проницаемости от технологических режимов изготовления (давления прессования) для трех фракций титанового порошка (на графике указаны средние размеры вычисленных по формуле Андерсона частиц следующих гранулометрических составов: (минус 400+315), (минус 630+400) и (минус 1000+630) мкм), анализ которых свидетельствует о возможности регулировать пропускную способность в широких пределах.

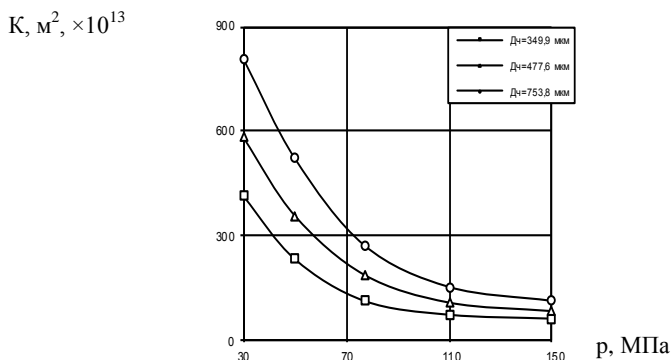


Рисунок 3 - Зависимость коэффициента проницаемости ППМ от давления прессования

Эффективность использования диспергаторов на основе ППМ может быть повышена за счет применения современных методов создания двухслойных пористых структур [11.12], представленных на рисунке 4. Размеры пор (определяют тонкость очистки при фильтрации или размер пузырьков при диспергации) у таких материалов равны или близки к размерам пор однослойного материала, изготовленного из порошка мелкой фракции, а коэффициент проницаемости (определяет пропускную способность) является величиной интегральной и обуславливает повышение эффективности использования всего материала. При этом уменьшение толщины мелкодисперсного слоя (рис. 4б) приводит к повышению эффективности, при некотором усложнении технологии изготовления и незначительном ухудшении равномерности распределения свойств по рабочей поверхности.

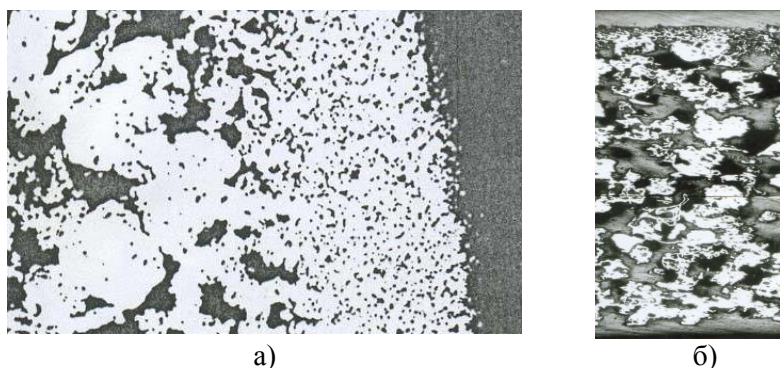


Рисунок 4 - Двухслойные ППМ, полученные совместным прессованием порошков разных фракций путем послойной засыпки (а) и нанесения на один из формующих элементов слоя из мелкодисперсного порошка (б)

### Заключение

В производственных условиях ООО «Фирма «Ремона» (г. Могилев) подтверждена высокая эффективность использования отечественных диспергаторов на основе пористых порошков титановых материалов при обеззараживании среды обитания рыб в условиях замкнутого водоснабжения. Обоснована возможность регулирования эксплуатационных характеристик диспергатора в широком диапазоне. Приведены перспективные двухслойные структуры пористых порошковых материалов, обеспечивающие повышение эффективности использования изготовленных на их основе диспергаторов.

### Литература

- 1 Агеец В.Ю. Перспективы развития рыбоводства в Беларуси // Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. – 2013. - № 2. – С. 102-109.
- 2 Брайнбалл Якоб. Практические примеры УЗВ // Тезисы докладов семинара AQUAREDPOT по рециркуляционной аквакультуре, Вильнюс, Литва, 13-14 мая, 2013 г. / Сарваш: Институт рыболовства, аквакультуры ирригации. – 2013. – С. 37-38.
- 3 Козлов, А.И. Искусственное воспроизводство и выращивание осетровых рыб в установках замкнутого водоснабжения Республики Беларусь [Текст] / А.И. Козлов, Н.В. Барулин // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. науч. тр. / УО БГСХА. – Горки: БГСХА, 2006. – Вып. 9, Ч. 1. – 152-159.
- 4 Козлов, А.И. Влияние озонирования на улучшение качества водной среды в установках замкнутого водоснабжения [Текст] / А.И. Козлов, Н.В. Барулин // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. науч. тр. / УО БГСХА. – Горки: БГСХА, 2006. – Вып. 8, Ч. 1. – 214-215.
- 5 Григорьев, С.С. Индустриальное рыболовство в 2-х ч. Ч 1. Биологические основы и основные направления разведения рыбы индустриальными методами: Учебное пособие для студентов специальности 110901 «Водные биоресурсы и аквакультура» очной и заочной форм обучения / С.С. Григорьев, Н.А. Седова. – Петропавловск-Камчатский: Камчат ГТУ, 2008. – 186 с.
- 6 Жерноклев А.К. Аэрация и озонирование в процессах очистки воды / А.К. Жерноклев, Л.П. Пилинович, В.В. Савич. - Мн.: Тонпик, 2002.
- 7 Капцевич В.М., Фильтрующие материалы: перспективные области применения в агропромышленном комплексе и современные технологии получения/ В.М. Капцевич, Л.С. Богинский, Р.А. Кусин, О.П. Реут. – Мн.: БГАУ, 2006. – 189 с.

8 Федосеев К.Г., Процессы и аппараты биотехнологии в химико-фармацевтической промышленности. – М.: Медицина, 1969. – 200 с.

9 Пикков Л.М., Анализ факторов, влияющих на энергетическую эффективность барботажной аэрации сточных вод // Химия и технология воды. – 1984 – т.6. - №2. – с. 11-113.

10 Пикков Л.М., Анализ пневматической аэрации воды // Химия и технология воды. – 1985. – т7. - №3. – с. 3-6.

11 Ильющенко А.Ф., Современные материалы в сельскохозяйственном машиностроении / А.Ф. Ильющенко, В.М. Капцевич, Р.А. Кусин, А.М. Яркович, А.Р. Кусин. – Мн: БГАТУ, 2009. – 256 с.

12 Патент №9898 от 23.07.2007 г. Республика Беларусь, Способ получения двухслойных пористых порошковых фильтров. Ильющенко А.Ф., Капцевич В.М., Кусин Р.А., Черняк И.Н., Жегздринь Д.И.

### **Abstract**

*The information has been provided on effective use of local dispersants based on powder filter elements for disinfection of fish habitat in closed water supply facilities, properties and promising bilayer structures of porous materials based on titanium powders for their manufacture.*

УДК 631.3.012:631.4

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИГОЛЬЧАТОГО ДВИЖИТЕЛЯ НА ПОСЕВАХ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ**

**Н.Д. Янцов., к.т.н., доцент**

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

*Представлен один из путей снижения уплотняющего воздействия ходовых систем машин на посевах многолетних трав при выполнении технологических операций.*

### **Введение**

Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур предусматривают многократные проходы тракторов и сельскохозяйственных машин по полю. Происходящие при этом процессы взаимодействия движителей с почвой оказывают влияние не только на эксплуатационные свойства машинно-тракторного агрегата (производительность, расход топлива, тяговый КПД и др.), но и на состояние почвы, которая выступает как

объект обработки и как среда произрастания сельскохозяйственных культур. Повышение плотности почвы после прохода МТА негативно сказывается не только на урожайности, но и на трудоемкость последующей обработки земли.

### **Основная часть**

Проблема воздействия ходовых систем сельскохозяйственной техники на почву весьма актуальна. Избыточное уплотнение почвы отражается на её структуре, физических свойствах и качестве заделки семян, в результате чего урожай зерновых и пропашных культур по следу тракторов снижается на 8...25 %.

При современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур различные машины проходят по полю 5...15 раз, суммарная площадь следов от этих машин составляет 100...200 % площади поля, 10...12 % площади подвергается воздействию 6 и более раз, 65...80 % - от 1 до 6 раз и лишь 10...15 % площади поля не подвергается воздействию ходовых систем.

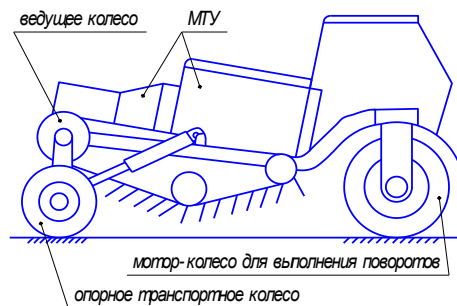
За последние 30 лет годовой объем механизированных работ в расчете на 1 га пашни увеличился более чем в четыре раза. В связи с этим необходима разработка новых технологий возделывания сельскохозяйственных культур, ограничивающих воздействие машин на почву, а также новых машин с ходовыми системами, не вызывающими её уплотнение.

В условиях РБ многолетние травы занимают ведущее место среди кормовых культур. Их удельный вес в общем балансе грубых, сочных и зеленых кормов в республике составляет более 50%. Многолетние травы высевают один раз в 3-4 года. Скашивание трав осуществляется в два, три укоса в год. За этот период выполняется множество технологических операций, такие как подсев трав, подкормка минеральными удобрениями, боронование, скашивание, уборка, транспортировка и др. При этом вспашка почвы не производится. В связи с этим происходит значительное уплотнение почвы ходовыми системами машин и накопление остаточных деформаций. С целью снижения последствий уплотнения в течение 3-4 лет при выполнении технологических операций на посевах многолетних трав предлагается использование игольчатых движителей. Авторство создания игольчатых движителей принадлежит российским ученым (патент РФ № 2048044). Однако использование их в конкретных технологиях производства продукции растениеводства не изучалось и научных исследований, в частности на посевах многолетних трав, не проводилось.

Игольчатый движитель представляет собой конструкцию, представленную на рис. 1. Он состоит из тяговой цепи, образующей цепной контур. На цепи установлены зацепы (стержни) с определенным шагом. Кроме этого имеются транспортные и направляющие колеса. Так как движитель уста-

новлен наклонно к обрабатываемой поверхности, то происходит плавное погружение зацепов в почву и её рыхление.

а) транспортное положение



б) работа в тяговом режиме

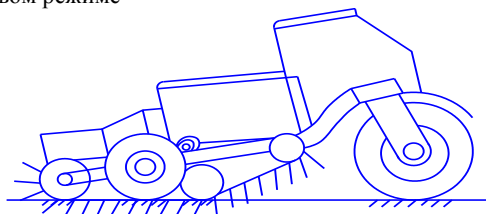


Рисунок 1 - Схема игольчатого движителя энергосредства

Принцип действия такого движителя состоит в том, что стержень в форме прямого круглого конуса внедряется на глубину 15-30 см по нормали к поверхности поля. Будучи закрепленным на тяговой цепи, стержень выполняет и функцию опоры, и функцию зацепа, опирающегося на прочный глубинный слой.

Относительно почвы зацеп остается практически неподвижным до момента, пока над ним не появится ведущее колесо. С подходом последнего стержень вырывается из почвы, совершая работу по рыхлению слоя почвы.

При работе в тяговом режиме опорные транспортные колеса поднимаются, а сила веса передается на зацепы, заставляя их постепенно заглубляться в почву. Сила тяги при использовании игольчатого движителя, по сравнению с силой тяги при работе энергосредства с колесным движителем, увеличивается. Значительно уменьшается буксование, а значит и разрушение структуры почвы.

При подходе к поворотной полосе необходимо перевести энергосредство в транспортное положение, как показано на рис. 1 а.

Применение игольчатого движителя в составе МТА на посевах многолетних трав позволит значительно снизить уплотнение почвы от предыдущих воздействий ходовых систем. Однако, ввиду того, что рабочая ширина захвата, применяемых сельскохозяйственных машин (например, при внесении минеральных удобрений), всегда больше ширины игольчатого движителя выбирать способ движения МТА следует по принципу наибольшего числа проходов МТА по полю. Диагонально-перекрестный способ движения МТА (рис. 2) является наиболее приемлемым для работы энергосредства с игольчатым движителем. При этом способе движения рыхлению будет подвержено не менее 70 % площади поля.

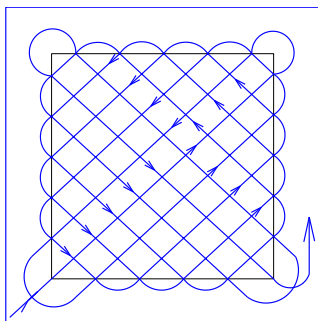


Рисунок 2 - Диагонально-перекрестный способ движения по полю

### Выводы

1. Применение игольчатого движителя позволяет увеличить силу тяги энергосредства при прочих равных условиях и уменьшить буксование.
2. При выполнении технологических операций на посевах многолетних травах использование игольчатого движителя одновременно с выполнением основной операции (например, внесение минеральных удобрений) позволяет осуществлять рыхление почвы, что способствует созданию благоприятных условий для питания корневой системы растений и снижению отрицательного воздействия на почвы ходовых систем от предыдущих проходов других МТА.

### Литература

1. Уплотнение почвы под воздействием ходовых систем/Орда А. Н.// Агропанорама. – № 1, 2007. – №1, – С.13...16.
2. Янцов Н.Д. Агротехническая проходимость самоходных кормоуборочных комбайнов на торфяно-болотных почвах. Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук, Минск, 1983.
3. Патент РФ № 2048044.

**Abstract**

*Presents one of the ways to reduce the impact of sealing machines running systems on perennial grasses in the performance of technological operations.*

**УДК 631**

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЙ ДОЕНИЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА**

**В.И. Рублёв, д.т.н., профессор, Е.С. Девятко, аспирант**

*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины,  
г. Киев, Украина*

*Разработанная конструкция крышки доильного ведра сокращает затраты времени на доение по сравнению с традиционной технологией. При усовершенствованной технологии общее бактериальное загрязнение молока в три – четыре раза меньше, чем при традиционной технологии.*

**Введение**

Производство молока зависит от материально-технического обеспечения процесса доения, а также технологии и способа содержания животных. Все эти факторы находятся в системе «оператор-машина-животное-среда».

Основной задачей является поддержание бактериального обсеменения молока, которое попадает к потребителю на уровне выхода из вымени дойного крупного рогатого скота.

Наибольшие затраты времени согласно карты машинного доения [1-5] приходятся на операции доения животного.

Таким образом, целесообразно путем усовершенствования используемого доильного аппарата сократить количество санитарно-показательных микроорганизмов в молоке и время на его транспортировку с уменьшением нагрузки на оператора машинного доения.

**Методы исследований.** Методика исследований была выполнена на основе системного анализа с использованием фактографического метода и регистрации наблюдений за процессом доения с последующей математической обработкой.

**Основная часть**

В соответствии с технологической картой доения [1] для работы двумя доильными аппаратами затраты труда на машинное доение на установке АД-100 составляют для группы коров из 16 голов – на выполнение подготовительных и заключительных операций. Доильные аппараты переставляют в указанной по-

следовательности до окончания доения всех коров – 55,5 мин. Общие затраты времени на машинное доение равны 67,2 мин. [6]. На основе этого, соответственно указанной последовательности было разработан порядок на операцию машинного доения коров тремя доильными аппаратами для доильной установки УДБ – 100 с группой коров из 22 голов (рис. 1).

Наибольшие затраты времени находятся на операциях переливания молока из доильного ведра к сборочным ведрам и переноса их к площадке и переливание в бидон, а также переходы на промывку фильтра. В этот период происходит наибольшее загрязнение молока от воздействия внешней среды. Среднее количество общего бактериального загрязнения молока согласно данным отбора проб Государственной лаборатории ветеринарной медицины при обработке с помощью Microsoft Excel программа анализа данных математической статистики составляет 2598 КУО/см<sup>3</sup> и количеством соматических клеток 1045,6 тис./см<sup>3</sup>.

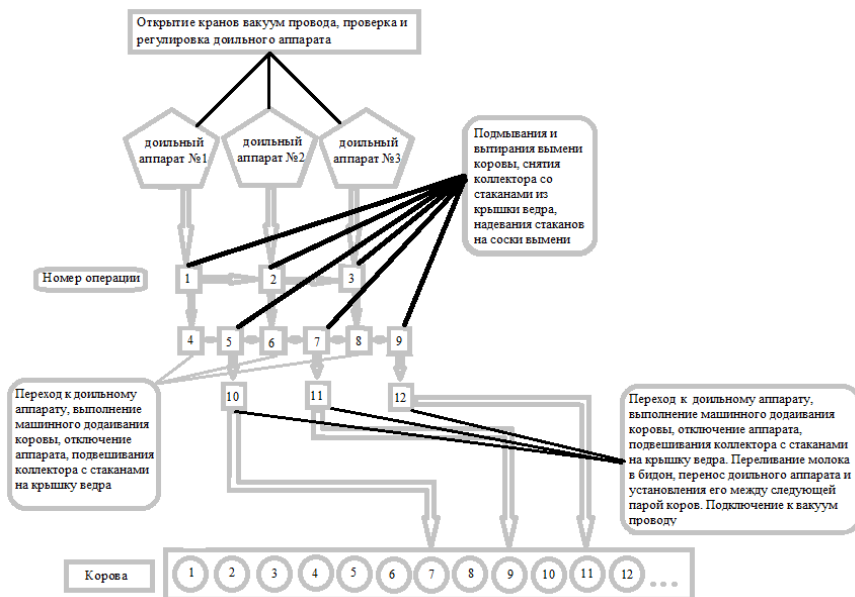


Рисунок 1. – Порядок выполнения операций доильными аппаратами

При рассмотрении порядка выполнения операций доильными аппаратами согласно рис. 1 для уменьшения затрат времени была разработана конструкция крышки доильного ведра путем установки дополнительных кранов, фильтра и шлангов [7]. Это позволило сократить нагрузку на оператора машинного доения за счет уменьшения количества переходов при

переноске сборочных ведер к молочной площадке и отсутствию переходов на промывку фильтра. При этом уменьшается негативное влияние загрязнения молока от воздействия внешней среды. За данными отбора проб среднее общее бактериальное загрязнение молока составляет 742,5 КУО/см<sup>3</sup>, а количество соматических клеток 271,6 тис./см<sup>3</sup>.

Затраты времени на выполнение технологии доения составляют соответственно количеству коров, которых обслуживает один оператор машинного доения согласно нормативных показателей. Более точные данные получают по хронометражным наблюдениям выполнения данной технологии. Нормативные затраты времени на доение коров на ферме определены по «Типовым нормам обслуживания крупного рогатого скота». Общие затраты времени, что тратит оператор машинного доения, учитывают количество животных,  $n$ , и оперативное время,  $t_{оп}$ , на обслуживание одной головы:

$$T = n \cdot t_{оп} \quad (1)$$

Для этого определяется время, согласно операциям которое необходимо потратить на освобождение полного доильного ведра. Сравнение выполнено за исключением одинаковых по переливанию одного доильного ведра в бидон при базовой и усовершенствованной технологии доения (таблица 1).

Таблица 1 - Операции по переливанию одного доильного ведра по базовой и усовершенствованной технологии (без учета одинаковых действий)

№ пп	Базовая	Условное обозначение	Усовершенствованная	Условное обозначение
1	2	3	4	5
1	Перенос доильного ведра к сборным ведам	$t_1$	Присоединение бидону к вакууму	$t_5$
2	Открывания крышки доильного ведра	$t_2$	Открытие кранов на крышке доильного ведра	$t_6$
3	Переливание молока по сборным ведам	$t_3$	Открытие кранов на крышке бидону	$t_7$
4	Закрытие крышки доильного ведра	$t_4$	Перекачивания молока	$t_8$
5			Закрытие кранов на крышке бидону	$t_9$
6			Закрытие кранов на крышке доильного ведра	$t_{10}$
7			Отключение от вакуума бидона	$t_{11}$

Окончание таблицы 1

**Современные проблемы освоения новой техники, технологий,  
организации технического сервиса в АПК**

1	2	3	4	5
Вспомогательные операции				
8	Перенос сборных ведер к молочной площадке	$t_{12}$	-	-
9	Открывания крышки бидона	$t_{13}$	-	-
10	Переливание 1 ведра	$t_{14}$	-	-
11	Переливание 2 ведра	$t_{15}$	-	-
12	Закрытие крышки бидона	$t_{16}$	-	-
13	Снятие марлевого фильтра с бидона	$t_{17}$	-	-
14	Переход к промывочной	$t_{18}$	-	-
15	Промывка фильтра	$t_{19}$	-	-
16	Возвращение к молочной площадке	$t_{20}$	-	-
17	Открытие крышки бидона	$t_{21}$	-	-
18	Установка фильтра и прикрытие крышкой бидона	$t_{22}$	-	-
19	Возвращение к доильным аппаратам	$t_{23}$	-	-

Согласно затратами оперативного времени при наполнении одного доильного ведра в среднем обслуживается два животных. Рассмотрение проводим по разным операциям, что не являются общими в обеих технологиях доения при переливании полного доильного ведра соответственно.

Значительные затраты времени идут на выполнение вспомогательных операций по переносу и переливанию молока из доильного ведра к бидону, который установленный на молочной площадке, а также на промывку фильтра после переливания доильного ведра. При доении по усовершенствованной технологии с использованием новой конструкции крышки ведра от оператора не требуется значительных затрат времени на указанные вспомогательные операции. При этом не происходит соединение двух сред воздуха и молока за счет отсутствия простоя молока в ведрах. Затраты

времени на выполнение операций с исключением общих в обеих технологиях при переливании одного доильного ведра показывают следующее. При базовой технологии:

$$T_{\text{заг.баз}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_{12} + t_{13} + t_{14} + t_{15} + t_{16} + t_{17} + t_{18} + t_{19} + t_{20} + t_{21} + t_{22} + t_{23} \quad , \quad (2)$$

При усовершенствованной технологии:

$$T_{\text{заг.уд}} = t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10} + t_{11} \quad . \quad (3)$$

Результаты обработки расчета времени при сравниваемых технологиях выполнены с использованием программы математической статистики и представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты обработки расчета времени с использованием программы математической статистики

№ пп	Показатель	Базовая технология	Усовершенствованная технология
1	Среднее арифметическое	150,4	87,6
2	Медиана	149	85
3	Средне-квадратическое отклонение, $\sigma$	12,95376	15,72578
4	Дисперсия выборки	167,8	247,3
5	Эксцесс	1,265916	-1,09194
6	Асимметричность	1,178943	0,153356
7	Интервал	32	40
8	Минимум	139	68
9	Максимум	171	108
10	Сумма	752	438
11	Размер	5	5
12	Уровень надежности (95%)	16,08422	19,52613

Согласно данных таблицы 2 среднее время транспортировки для генеральной совокупности лежит в пределах: базовой технологии 150,4 с., усовершенствованной технологии 87,6 с. Следовательно, сокращение затрат времени при перекачке молока составляет  $T_{\text{заг}} = 150,4 - 87,6 = 62,8$  с.

Общий объем затрат времени:

при базовой технологии равен

$$T_{\text{заг}}^{\text{баз}} = 150,4 \cdot 22 = 3308,8 \text{ с} \quad (4)$$

при усовершенствованной технологии:

$$T_{\text{заг}}^{\text{УД}} = (87,6 + 56,8) \cdot 22 = 3176,8 \text{ с.} \quad (5)$$

Средние общие затраты труда в усовершенствованной технологии уменьшаются на:

$$T_{\text{заг}} = T_{\text{заг}}^{\text{баз}} - T_{\text{заг}}^{\text{УД}} = 132 \text{ с,} \quad (6)$$

Согласно оценке способов доения коров затрата энергии в среднем сократится на 27,97 кДж при усовершенствованной технологии за одно доение.

### Выводы

При использовании разработанной конструкции крышки доильного ведра сокращаются затраты времени на доение по сравнению с традиционной технологией доения и уменьшается энергетическая нагрузка на оператора на 27,97 кДж. При усовершенствованной технологии общее бактериальное загрязнение молока в три – четыре раза меньше, чем при традиционной технологии.

### Литература

1. Довідник зооінженера / М.І.Машкін, Д.І.Барановський, О.І.Сокол та ін.; За ред. М.І.Машкіна.— К.: Урожай, 1989.— 320 с
2. Показники якості молока [Електронний ресурс] – Режим доступу: [<http://volynland.volyn.in/articles/30.html>]
3. Ревенко І.І., Брагінець М.В., Ребенко В.І. 2012: Машини та обладнання для тваринництва: Підручник. – К.: Кондор, – 713.
4. Карташов Л.П., Колпаков А.В., Василевский Г.П., Ушаков Ю.А., Королев А.С., Панин А.А. 2010: Инженерные методы обеспечения качества молока. Механізація та електрифікація сільського господарства. Випуск 84. – Глеваха, 2010. – 168.
5. Фененко А.І. Механізація доїння корів. Теорія і практика. Монографія. К: 2008. с. 24.
6. Мельников С.В. 1985: Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов. Л.: Агропромиздат. - 640.
7. Патент на корисну модель № 46575 Україна МПК (2009) А01J9/00 Удосконалений доїльний апарат /Дев'ятко О.С., Дев'ятко О.В., Рубльов В.І., Ульянов С.О., Ульянов Н.С., Ульянов Н.М. Заявка U 2009 07656/ / заявл. 27.07.2009 / опубл. 25.12.2009 / Бюл. № 24.

### Abstract

*The developed construction of the cover of milking bucket reduces the expenditures of time for milking in comparison with the traditional technology.*

*With the usovershenstvovannoy technology the general bacterial pollution of milk is three - four times less than with the traditional technology.*

**УДК 6.31**

## **СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ СЕЯЛОК**

**В.И. Рублёв, д.т.н., профессор, В.Г. Опалко, ст. преподаватель**  
*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины,  
г. Киев, Украина*

*Определены характерные дефекты геометрических параметров резьбовых соединений при изготовлении и сборке зерновых сеялок типа СЗ-3,6 и получены их статистические характеристики.*

Резьбовые соединения являются одними из самых многочисленных элементов сельскохозяйственных машин, значительно влияющими на их надежность и качество. Многие компоненты посевных машин на разных уровнях сложности имеют резьбовые соединения, что позволяет говорить об их важности в общей структуре сеялки и влиянии на технический уровень и качество машины. Для оценки уровня качества продукции ГОСТ 22851-77 определяет номенклатуру основных групп показателей по характеризующим ими свойствам продукции. Процедура оценки уровня качества начинается с определения обобщенного показателя, характеризующего качество продукции. В процессе конструирования и сборки сельскохозяйственных машин выход болта в резьбовых соединениях за пределы гайки регламентируется нормативными документами.

Были проведены исследования зерновых сеялок на международных выставках и презентациях компаний Украины, Германии, Аргентины, занимающихся производством сеялок, а также во время их эксплуатации. Как показали результаты исследований в сеялках Клен, СЗМ «Ника», СЗ-3,6, Great Plains, Pottinger наблюдается несоответствие изготовления резьбовых соединений нормированным требованиям.

Цель работы: определить характерные дефекты геометрических параметров резьбовых соединений при изготовлении и сборке сеялки и выполнить их статистическую обработку для обоснования рекомендаций.

В процессе решения проблемы решались следующие задачи:

- выполнить измерения деталей резьбовых соединений;
- определить недостатки резьбовых соединений компонентов зерновых сеялок типа СЗ-3,6А;

- определить статистические характеристики качества резьбовых соединений;
- обосновать рекомендации.

Методика исследований в соответствии с ГОСТ 15467-79 [1] предусматривает использование измерительного и регистрационного методов определения значений показателей качества продукции. Измерительный метод осуществляется на основе технических средств измерений. Регистрационный метод проводится на основе наблюдения и подсчета числа определенных событий, предметов или затрат. Фактографические и фотографические методы служат для накопления информации о техническом состоянии резьбовых соединений сеялок [2] .

Нормируемые показатели резьбовых соединений зерновых сеялок определялись на основе анализа требований к ним, приведенных в ГСТУ 3-37-5-94 [3] и технических условиях на изготовление [ 4 - 7]. Они предусматривают допуск на внешнюю длину резьбовой части болта, винта, шпильки не более 1-5 шагов резьбы или не более 1,5 диаметра резьбы (рис.1), если они размещены внутри изделия.

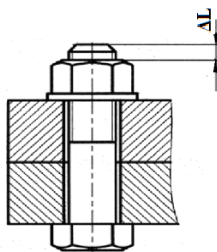


Рисунок 1 - Выход внешней длины болта,  $\Delta L$ , в резьбовом соединении

Особое внимание было уделено зерновым сеялкам типа СЗ-3,6 , которые на ближайшие годы останутся основными посевными машинами в Украине. Наблюдения проводились на сеялках типа СЗ-3,6А 1990-2012 годов выпуска и соответственно с разным сроком эксплуатации.

Информация о показателях резьбовых соединений должна быть упорядочена в соответствии с принятыми в статистике принципами. Статистические методы обеспечивают наиболее достоверную оценку характеристик резьбовых соединений.

Как правило, поиски причин несоответствий нормативным требованиям требуют использования значительного объема выборки. Учитывая системный характер работ по выявлению некачественной продукции, разработаны карты измерений параметров деталей резьбовых соединений зерновых сеялок (табл.1).

Таблица 1 - Карты измерений параметров деталей резьбовых соединений зерновых сеялок

Код систем и составных частей сеялки	Название систем, их составных частей	Количество болтов									
		№ сеялки									
001000	<b>Система емкостей</b>										
001100	Зернотуковые ящики										
001110	Ящик туковый										
001111-001119	Болты соединения: d / L										
001120-001129	Крепления кронштейнов к туковому ящику										
001130-001139	Крепления крышки тукового ящика										
001140-001149	Ящик семенной										
001150-001159	Крепления кронштейнов к семенному ящику										
001160-001169	Крепления крышки семенного ящика										
002000-002209	<b>Система транспортировки семян и туков к сошникам</b>										
002300	Крепления семяпроводов к лейке тукового аппарата										
002301	Болты .....										
003000-003109	<b>Система заделки семян (сошники)</b>										
004000-004201	<b>Механизм привода высевающих аппаратов</b>										
<b>005000-005309</b>	<b>Несущая система</b> (рама, крепления вала к раме, крепления стоек бункеров, подножная доска, прицепное устройство)										
006000-006509	<b>Механизм регулировки заглубления сошников и загортачей</b>										
007000-007009	<b>Ходовая система</b>										
008000-008009	<b>Унифицированная система контроля</b>										
009000-009209	<b>Система маркеров</b>										

Для определения несоответствий по составным частям сеялки типа СЗ-3,6 была выполнена ее структуризация от общего уровня до узлов и деталей. В карту вносится код систем составных частей, в их составе агрегатов, узлов, конструктивных элементов, их названия и результаты регистрации измерений. Назначение карты имеет две цели: систематизировать процесс сбора данных и упорядочить их регистрацию для дальнейшей обработки .

Систематизация, обработка и исследование большого числа полученных данных для выявления закономерностей, которым они подчиняются, проводилась с помощью статистических методов.

При обработке выборок рассчитывались статистические характеристики распределения данных измерений. Обработка данных выполнялась с применением программы «Описательная статистика» пакета Microsoft

Excel. Он позволил получить единый статистический отчет по всем характеристикам данных (рис.2).

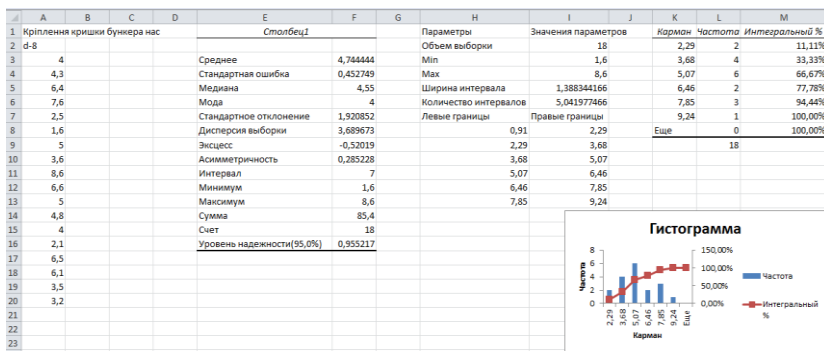


Рисунок 2 – Результаты статистической оценки характеристик данных измерений

Таблица 2 - Вероятность выполнения нормированного допуска на свободную длину резьбовой части болта d = 8 мм емкостей сеялки типа СЗ-3, 6

№ сеялки	Виды бункеров	Виды элементов бункеров	Вероятность выполнения нормированного допуска, %
Сеялка 1990 года изготовления	Семенной бункер	Семенной ящик	85,71
		Крышка	33,33
	Туковый бункер	Туковый ящик	11,11
		Крышка	36,36
Сеялка 2008 года изготовления	Семенной бункер	Семенной ящик	16,67
		Крышка	33,33
	Туко Туковый вий бункер	Туковый ящик	10,53
		Крышка	16,67
Сеялка 2012 года изготовления	Семенной бункер	Семенной ящик	100,00
		Крышка	66,67
	Туковый бункер	Туковый ящик	100,00
		Крышка	75,00

### Заключение

Исследования соответствия резьбовых соединений системы емкостей нормированным требованиям свидетельствуют, что вероятность выполнения нормированного допуска резьбовых соединений на внешнюю длину болта сеялки 1990 года изготовления изменяется в пределах 11,11 - 85,71%,

сеялки 2008 изготовления - в пределах 10,53 - 33,33, для сеялки 2012 года производства - в пределах 66,67 - 100,00 (табл.2).

**Рекомендуется** при сборке зерновых сеялок подбор деталей резьбовых соединений проводить селективно с учетом того, что вероятность выполнения нормированного допуска резьбовых соединений находится в широких пределах. Это позволит уменьшить интервал отклонения размеров от нормированного допуска резьбовых соединений на внешнюю длину болта на 15 – 90 %.

### Литература

1. ГОСТ 15467-79 Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения.

2. Рублёв В.И. Основы научных исследований: Учебное пособие. /В.И.Рублёв, Т.В.Судакова, Е.В.Саклакова. – Ставрополь: издательство 200 с.–СевКавГТУ, 2003.

3. ГСТУ 3-37-5-94 Машины сельскохозяйственные. Общие технические условия.

4. ТУ У3.37-05784437-162-96 Сеялка зернотуковая СЗ-3,6А.

5. ТУ У3.37-05784437-163-96 Сеялка зернотукотравяная СЗТ-3,6А. (взамен ТУ 23.2.1871-87).

6. ТУ 23.3.827-2006 Сеялка зернотукотравяная СЗТ 3,6

7. ТУ У3.37-05784437-164-96 Сеялка широкозахватная зернотуковая СЗ-5,4.

### *Abstract*

*The characteristic parameters of the geometric defects of the carving connections in the manufacture and assembly of grain drills of type СЗ-3,6 are defined, their statistical characteristics are received.*

УДК 631.3-1/-9

## РЕШЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ПУТЕМ РАЗРАБОТКИ НОВОГО НАВЕСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ МОТОБЛОКОВ

**А.И. Шакирин, к.т.н., доцент**

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

*Предложено новое навесное оборудование мотоблока, которое предназначено для уборки мусора и опавшей листвы, позволяющее существенно сократить необходимость применения ручного труда, автотракторной*

*техники, и может служить заменой дорогостоящему импортному оборудованию.*

### **Введение**

Опавшая листва, ветки и скошенная трава являются серьезной проблемой для организаций, отвечающих за состояние городских улиц, парков и прилегающих к зданиям участков. Эта проблема имеет, по крайней мере, три аспекта.

1. Неубранные или собранные в кучи опавшие листья, смешанные с городским мусором, выглядят неэстетично.
2. В городе растения интенсивно накапливают в листьях вредные вещества. К окончанию вегетационного периода листва городских деревьев содержит большое количество бензопирена, солей тяжелых металлов и других соединений, негативно влияющих на организм человека.
3. Листва является хорошей средой для обитания и размножения различных вредителей (от насекомых до грызунов).

В настоящее время в наших городах проблема уборки листьев решается так же, как и много лет назад – вся уборка производится силами людей, сгребающих листья и другой мелкий мусор вручную. Обычно масштабная уборка происходит во время субботников силами добровольцев, а работники садово-парковых предприятий собранные кучи также вручную грузят в тракторные прицепы и вывозят на свалку.

Кроме вывоза возникает проблема, где и как эти листья утилизировать или переработать, на что потребуются дополнительные ресурсы.

### **Основная часть**

Существуют разные технологии по переработки листьев, например, слои привезенного мусора пересыпают землей, удобрениями и компостируют. Через год получается компост, используемый для посадки цветов и деревьев.

В странах дальнего зарубежья опавшую листву собирают с помощью мощной высокопроизводительной техники, например [3], которая обеспечивает сбор листвы за счет всасывания воздуха и содержит садовый пылесос, гибкий всасывающий рукав, выходной патрубков. Перечислим лишь основные недостатки такой механизации:

- высокая стоимость;
- остается существенной проблема по утилизации мусора после сборки;
- сезонность использования техники;
- высокое энергопотребление;
- большой вес и габариты;
- сложность обслуживания;

- необходимость использования дополнительных транспортных средств для вывоза листвы.

Известно отечественное навесное оборудование мотоблока для уборки мусора[1], представляющее собой П-образный корпус, щетку, закрепленную в корпусе, механизм, передающий вращательный момент от мотоблока к щетке, а также устройство крепления оборудования к мотоблоку. Уборка территории от опавшей листвы при помощи такого навесного оборудования производится путем сгребания листвы в валки, которые затем собираются вручную. Собранную листву загружают на автотранспортную технику и вывозят.

Недостатком указанного устройства является необходимость выполнения большого объема ручного труда для сбора и погрузки валков из опавшей листвы, и, кроме того, большой объем собранной листвы приводит к неэффективному использованию грузоподъемности автотракторной техники, что сопровождается значительным расходом горюче-смазочных материалов.

Целью создания нового навесного оборудования мотоблока является исключение ручного труда при сборе и погрузке опавшей листвы и сокращение расхода горюче-смазочных материалов.

Листья, опадающие осенью с деревьев, не всегда являются мусором, который обязательно необходимо убирать. Постепенная деструкция опавшей листвы создает условия для развития почвенной микрофлоры и фауны, которая, с одной стороны, выполняет работу по переработке листьев, с другой стороны, препятствует развитию патогенных для деревьев организмов (грибковые, бактериальные заболевания деревьев). Разлагаясь в почве, листья добавляют в нее минеральные и органические вещества, накопленные за лето[2]. Для ускорения процесса разложения листву необходимо предварительно измельчить.

Снабжение подметально-уборочного устройства механизмом для измельчения опавшей листвы, делает ненужным ее вывоз, исключает необходимость применения ручного труда и автотракторной техники для вывоза листвы и позволяет сразу использовать ее для мульчирования почвы.

В настоящей работе предложено новое навесное оборудование мотоблока, схематическое изображение которого приведено на рисунке 1.

Навесное оборудование мотоблока для уборки мусора состоит из корпуса 1, к которому прикреплены пара опорных колес 2, связанных с помощью фрикционной передачи со щеткой 3, устройство 4 измельчения, функционирование которого обеспечивается мотоблоком посредством шкивов 5, 6 и ременной передачи 7. Для очистки щетки от остатков листвы служит отражатель 8. Вентилятор 9 размещен в передней части корпуса на вертикальной оси, снабжен шкивом 10 и приводится во вращение с помощью ременной передачи 11 от шкива 5.

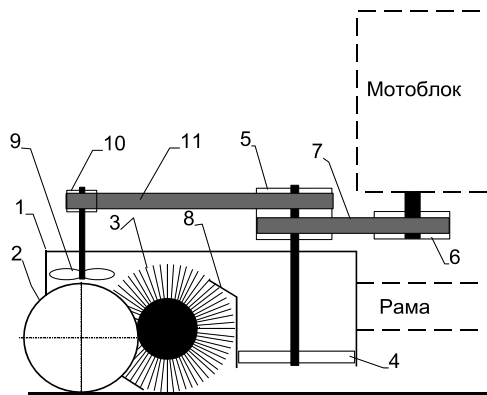


Рисунок 1 - Схематическое изображение навесного оборудования мотоблока для уборки мусора: 1 – корпус; 2 – опорные колеса; 3 – щетка; 4 – устройство измельчения; 5, 6, 10 – шкивы; 7, 11 – ременная передача; 8 – отражатель; 9 – вентилятор

Навесное оборудование мотоблока для уборки мусора работает следующим образом.

При поступательном движении мотоблока опорные колеса 2 за счет фрикционной передачи вращают щетку 3, которая собирает мусор в корпус 1. Вентилятор 9 создает разрежение в передней части корпуса и обеспечивает движение воздушного потока, вместе с которым захватываются легкие фракции мусора. Перемещаясь внутри корпуса 1, мусор попадает на устройство 4 измельчения, а затем в измельченном виде через круглое отверстие в низу корпуса 1 падает на почву. Устройство 4 измельчения и вентилятор 9 приводятся во вращение от мотоблока посредством шкивов 5, 6, 10 и ременных передач 7 и 11. Отражатель 8 очищает щетку 3 от остатков мусора.

При работе вентилятора потоком воздуха захватываются мелкие фракции мусора, что приводит к более качественной уборке, а более интенсивное перемещение мусора внутри корпуса за счет дополнительно созданного вентилятором воздушного потока, обеспечивает возможность функционирования устройства на более высокой скорости перемещения мотоблока, что повышает производительность устройства.

Применение такого устройства для сбора опавшей листвы расширяет арсенал возможностей мотоблока, позволяя использовать его не только для работы с роторной косилкой в летний период, либо пахоты в весенне-осенний период, но и для уборки городских парковых территорий либо приусадебных участков в осенний период, что в определенной степени решает задачу импортозамещения, заменяя собой дорогостоящее импортное оборудование [3].

На предлагаемое навесное оборудование мотоблока получены два патента на полезную модель [4,5].

### Заключение

Перечислены основные недостатки оборудования, которое используется в странах дальнего зарубежья для уборки мусора и опавших листьев, в частности, высокая стоимость и большое потребление горюче-смазочных материалов ставит вопрос об экономической целесообразности использования его в нашей стране.

Предложена конструкция нового навесного оборудования мотоблока, которая позволяет решать следующие задачи:

- расширяет арсенал возможностей мотоблока;
- позволяет использовать мотоблок для уборки городских парковых территорий либо приусадебных участков в осенний период;
- решает задачу импортозамещения, исключая необходимость закупки и эксплуатации дорогостоящего импортного оборудования.

### Литература

1. Щетка мотоблочная ЩМ-0,9МБ. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.kosilka.by>
2. Гравель Н.В. Уборка опавших листьев в городе. Надо ли их убирать? ЭКОМ – Центр экспертиз Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей. © 2007 Издательский дом "Отраслевые ведомости".
3. Сборщики листьев LASKI VD 400, LASKI VD 500. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.takt.by/laski/32-2009-10-05-21-11-50.html>.
4. Навесное оборудование мотоблока для уборки мусора: пат. 7769 Респ. Беларусь, МПК Е 01Н 1/05 / А. И. Шакирин; заявитель УО "Белорусский гос. аграрный техн. ун-т". № и 20110368; заявл. 05.11.2011; опубл. 30.12.2011 // Официальный бюл. / Нац. центр интеллектуал. собственности. – 2011. – №6. – с. 236-237.
5. Навесное оборудование мотоблока для уборки мусора: пат. 8777 Респ. Беларусь, МПК Е 01Н 1/05 / А. И. Шакирин; заявитель УО "Белорусский гос. аграрный техн. ун-т". № и 20120436; заявл. 26.04.2012; опубл. 30.12.2012 // Официальный бюл. / Нац. центр интеллектуал. собственности. – 2012. – №6. – с. 217-218.

### **Abstract**

*The proposed new equipment for motoblock, which is intended to clear trash and fallen leaves, which allows to reduce the need for manual labour, automotive engineering, and can serve as a substitute for expensive imported equipment.*

**УДК 631.348**

**НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МАШИН  
ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ**

**А.В. Ключко<sup>1</sup>, д.т.н., профессор, П.М. Новицкий<sup>1</sup>, к.т.н., доцент,  
А.Е. Маркевич<sup>2</sup>, к.т.н., доцент**

*<sup>2</sup>УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
<sup>2</sup>ООО «РЕМКОМ», г. Горки Республика Беларусь*

От своевременности и качества проведения операций по защите растений зависит сохранность около 30-50 % урожая. В Беларуси сложилась и с достаточной эффективностью действует система интегрированной защиты растений от вредителей, болезней и сорняков. Современные технические средства позволяют выполнить операции по внесению пестицидов с требуемым качеством, рациональным расходом препаратов и соблюдением экологической безопасности.

Первым условием эффективного осуществления мероприятий по химической защите растений от вредителей, болезней и сорняков является наличие достаточного количества опрыскивателей. В целом по данным Минсельхозпрода (табл. 1) количество данных машин по республике уменьшилось (за исключением Минской области), однако везде возросло число самоходных высокопроизводительных опрыскивателей. На каждый опрыскиватель приходится около 1000 га посевов при условии однократной обработки.

Таблица 1 – Тенденции обеспеченности хозяйств Республики Беларусь  
опрыскивателями

Области	Всего, штук			В том числе самоходные			Наличие на 1000 га посевов, штук
	2012 г.	2013 г.	изменение, %	2012 г.	2013 г.	изменение, %	
Республика Беларусь	5 017	4 912	97,9	247	282	114,2	0,97
Области:							
Брестская	914	905	99,0	68	77	113,2	1,07
Витебская	870	850	97,7	61	63	103,3	1,06
Гомельская	654	646	98,8	36	44	122,2	0,83
Гродненская	840	804	95,7	17	19	111,8	1,16
Минская	1 041	1 046	100,5	37	49	132,4	0,90
Могилевская	698	661	94,7	28	30	107,1	0,85

В хозяйствах Гродненской области на каждую 1000 га приходится в среднем 1,16 опрыскивателей, благодаря чему созданы более надежные условия для своевременного и более интенсивного выполнения химической защиты растений. Относительно меньше опрыскивателей имеют хозяйства Гомельской и Могилевской областей.

Высокопроизводительные самоходные опрыскиватели имеют такие передовые хозяйства как ОАО «Александрийское» Шкловского района, СПК «Остромечеве» Брестского района, СПК «Свислочь» Гродненского района, СПК «Федорский» Столинского района и многие другие. Благодаря данным машинам мероприятия по защите растений выполняются своевременно и должным качеством.

Современным требованиям по техническим параметрам и качеству выполнения технологического процесса удовлетворяют штанговые опрыскиватели ООО «РЕМКОМ». Например, опрыскиватели серии ОП-2500 (рис. 1) имеют штангу захватом 18 или 24 м. Они комплектуются отработанными узлами собственного производства и ведущих мировых производителей.



Рисунок 1 - Прицепной штанговый опрыскиватель ОП-2500-24

Особенности конструкции опрыскивателей серии ОП-2500:

1. Опрыскиватели оснащены насосами мембранно-поршневого типа компании Imovilli Pompe (Италия). Производительность насосов позволяет обеспечить внесение не только пестицидов, но и жидких минеральных удобрений (КАС).

2. Опрыскиватели оснащены встроенной системой промывки, включающей дополнительный бак для чистой воды емкостью 120 л, систему запорной арматуры и дополнительные рукава. Это позволяет экономить до 1 часа сменного времени на промывке насоса, гидрокommunikаций и распылителей при смене используемого пестицида или техническом обслужива-

нии опрыскивателя. Оригинальная система слива остатков рабочей жидкости, управляемой с рабочей площадки опрыскивателя, предотвращает загрязнение окружающей среды и контакт обслуживающего персонала с пестицидом.

3. Штанга опрыскивателей оснащена оригинальной системой уравновешивания, в состав которой входят гидравлические амортизаторы, обеспечивающие гашение колебаний при движении опрыскивателя по плохо выровненному полю. Это позволяет предотвратить поломки штанги из-за ударов о поверхность поля.

4. Опрыскиватели оборудованы увеличенными колесами 9,5x42", что позволяет снизить давление опрыскивателя на почву и увеличить клиренс машины и высоту подъема штанги. Это дает возможность использовать опрыскиватели на высокостебельных растениях или в более поздние сроки вегетации без риска повреждения культур.

5. Опрыскиватель имеет встроенную систему самозаправки водой и систему самозаправки пестицидом (миксер).

Вторая основная тенденция – увеличение производительности машин за счет повышения ширины захвата штанги. Если еще недавно применялись опрыскиватели захватом 12-18 м, то сейчас для практического использования рекомендуются опрыскивателями со штангами захватом 18-24 м. Это мероприятие при прочих равных условиях работы обеспечивает повышение производительности на 33-50 % [1].

Однако при увеличении ширины захвата штанги необходимо применять дополнительные устройства и системы ее стабилизации в процессе работы. В противном случае раскачивания штанги вызывают поломки и нарушения устойчивости технологического процесса, особенно по равномерности распределения препарата. Равномерность опрыскивания тесно коррелирует с колебаниями штанги относительно поверхности почвы. Благодаря конструктивному усовершенствованию подвески эти колебания снижают, что позволяет повысить ресурс штанги. Уменьшается также вероятность задевания штанги за грунт и возникновения значительных ударных нагрузок.

На штанговых опрыскивателях используют преимущественно подвески маятникового типа, которые уменьшают уровень вибрации штанги. Однако они имеют ряд недостатков. Маятниковые подвески в основном мешают стабилизировать штангу на склонах, то есть углы наклона штанги и склона не совпадают. С другой стороны, жесткие подвески с функцией отслеживания склона не имеют достаточного уровня защиты от вибрации. Поэтому применяют полупассивное управления свойствами подвески, а именно, вводят ряд управляющих устройств для изменения жесткости и демпфирования подвески. Вследствие этого подвеска адаптируется к рельефу поля.

Во время работы штанговых опрыскивателей вертикальные колебания штанги высокой частоты поглощаются шинами колес и подвеской. Поэтому фактически остаются только низкочастотные колебания, которые вызывают разрушение несущей конструкции. Это характерно для крупногабаритных штанговых опрыскивателей, которые медленно перемещаются на колесах [2].

Есть штанги коробчатыми секциями. Как правило, эти несущие конструкции имеют в основе геометрическую фигуру треугольника – устойчивую с точки зрения сопротивления нагрузкам. На поперечном сечении штанги можно увидеть, что ферма или коробчатая секция полая, а весь материал сконцентрирован по периметру. Каждый отдельный несущий профиль также полую структуру. Это может быть круглая труба или труба с квадратным или прямоугольным сечением. Например, штанга опрыскивателей Dammann (рис. 2) – это прочная и легкая стально-алюминиевая конструкция. В различных вариантах ширины захвата (до 42 м) штангу оборудуют специальными защитными кронштейнами.



Рисунок 2 - Конструкция штанги фирмы Dammann

В случае столкновения штанги препятствием часть крыла отводится назад, а после преодоления препятствия постепенно занимает прежнее положение, оставаясь невредимым. При движении устойчивое положение крыльев обеспечивают два пневматических цилиндра. Они компенсируют инерционные процессы, усиливаются широкозахватных штангах в начале движения или остановки опрыскивателя. Во время движения опрыскивателя штанга не раскачивается, что позволяет эффективно опрыскивать на скорости до 18 км / час.

Предприятие ООО «РЕМКОМ» разработало и изготавливает новые конструкции штанг повышенной устойчивости захватом 18 и 24 м. Штанга состоит из секций: центральная, промежуточные, крайние и поворотные. Штанга крепится к рамке механизма подъема посредством маятникового

механизма. Для гашения колебаний штанги, во время движения по полю, установлены амортизаторы. Механизм подъема (рис. 3) состоит из нижнего рычага 1, верхнего рычага 2 и рамки 3, соединенных пальцами. Механизм подъема обеспечивает установку штанги на высоте 0,7 - 2,1 м над поверхностью почвы с помощью гидроцилиндров 4. На специальном кронштейне смонтирован 4-х секционный электрогидрораспределитель 7, управляемый из кабины трактора с помощью пульта.

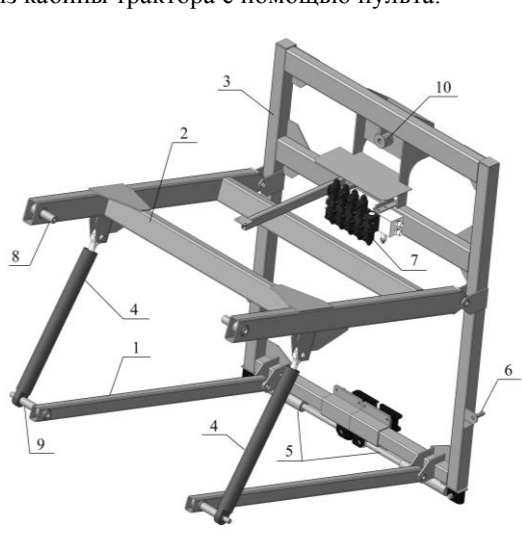


Рисунок 3 - Механизм подъема штанги ООО «РЕМКОМ»:

1 – рычаг нижний; 2 – рычаг верхний; 3 – рамка; 4 – гидроцилиндры подъема; 5 – гидроцилиндры фиксирующие; 6 – шпилька крепления амортизатора; 7 – гидрораспределитель с электроуправлением; 8, 9 – пальцы; 10 – втулка крепления маятника.

На гидроцилиндры 4 подъема установлены гидрозамки, обеспечивающие фиксацию высоты подъема штанги на требуемом уровне. К гидрозамкам подводится по два рукава высокого давления (РВД) от одной секции гидрораспределителя трактора. Гидроцилиндры 5 обеспечивают фиксацию штанги опрыскивателя относительно рамки 3 механизма подъема при переводе штанги из рабочего в транспортное положение и обратно, а так же при работе с частично сложенной штангой.

Раскладывание штанги в рабочее положение производится с помощью гидроцилиндров. Параллельность секций штанги относительно почвы в рабочем положении обеспечивается растяжками, длина которых регулируется талрепом.

Для предохранения от поломок применяется специальное защитное устройство. Принцип действия механизма защиты заключается в следующем: при наезде на препятствие срезной штифт внутри механизма срезается, реактивная тяга отклоняется, а крайняя и промежуточная секция штанги поворачиваются назад, оставаясь неповрежденными.

Материал для изготовления штанг может быть разнообразным, но всегда можно легче, прочным и жестким. Такие свойства присущи некоторым сталям, алюминиевым сплавам, пластикам на основе компаундных смол и карбона. Все эти материалы достаточно дорогие, особенно карбоновые пластики, поэтому производители и большинство западных производят штанги тонкостенных профилей из углеродистой стали.

Использование рационального типа распылителя – решающее условие эффективного проведения опрыскиваний. Несложные расчеты свидетельствуют, что при средней годовой нагрузке на опрыскиватель около 1000 га (табл. 1), двукратном проведении защитных мероприятий и норме внесения рабочей жидкости 200 л/га за сезон через каждый распылитель 18-м штанги проходит более 11 т жидкости с препаратом. От качества распыла и стабильности работы данного узла в решающей мере зависит качество обработки. При нарушениях показателей распыла резко снижается эффективность обработки, нарушается экологическая безопасность применения пестицидов. Следует учитывать относительно низкую стоимость комплектующих: распылитель – 1900 BYR, отсечное устройство – 15900 BYR. Значительно дешевле использовать новый эффективный распылитель взамен изношенного. Большой потенциальный резерв экономии может обеспечить применение распылителя с низкими показателями потерь.

Перспективным вариантом технического решения проблемы сноса мелких капель является использование разбрызгивающих устройств инжекторного типа, у которых поток раствора перед выходом из сопла насыщается подсосываемым или нагнетаемым воздухом с образованием низкократной пены. В результате этого относительное количество мелких капель в факеле распыла снижается в 2-3 раза (до 4-5 %) в сравнении с результатами работы обычных РУ. Наконечники такого типа выпускают различные фирмы [3]: TeeJet – серия AI, Lurmark – серия DB, Lechler – серия IS, Hardi – серия INJET, ALBUS – серия AVI и другие (рис. 4).

Преимущества данного типа распылителей заключаются в следующем:

- снижается снос рабочей жидкости из-за значительного уменьшения количества мелких капель в факеле распыла;
- увеличивается степень покрытия растений при неизменном расходе рабочей жидкости на единицу обрабатываемой площади;
- норму внесения рабочей жидкости можно значительно (до 2 раз) снизить, что позволит увеличить производительность опрыскивателя;

- увеличенная скорость падения и размеры капель позволяют лучше проникать в растительный покров;
- удельный вес капель ниже и они меньше скатываются с поверхностей обрабатываемых растений;
- рабочее давление может быть увеличено без существенного роста содержания мелких капель.



Рисунок 4 - Работа инжекторных распылителей на опрыскивателе фирмы AMAZONE

Повысить качество обработки растений при возможности относительного снижения затрат позволяют новые конструкции распылителей с двумя выходными факелами распыла (рис. 5).



Рисунок 5. Работа штанги с двухцелевыми распыляющими устройствами

Эффективной разработкой фирмы TeeJet является форсунка системы AI 3070 (рис. 5), у которой из сопла выходят два потока капель. Передний направлен под углом  $30^{\circ}$  к вертикали, а второй – под углом  $70^{\circ}$ . Форсунки могут иметь различные параметры выходных отверстий (размеры 015, -02, -025, -03, -04, -05) для использования при внесении различных доз пестицидов. При этом направленная вперед распыленная струя обеспечивает

некоторый наклон стеблей и обработку боковых поверхностей растений, а вторая с более крутым углом вхождения ( $70^{\circ}$ ) проникает в стеблестой глубже и завершает объемную обработку. Подобное двухфакельное опрыскивание позволяет увеличить полноту опрыскивания растений, что особенно эффективно при внесении фунгицидов.

Системы управления работой опрыскивателей позволяют повысить надежность осуществления технологического процесса. Весьма эффективным решением является применение систем курсоуказателей при использовании опрыскивателей. В условиях Германии их использование с опрыскивателями обеспечивает экономию 5,43-8,23 Евро/га. Могут применяться различные курсоуказатели, а обеспечиваемая ими точность вождения обычно не превышает 20-30 см, с вероятностью перекрытий или огрехов не более 0,5% площади.

Перспективным является устройство для независимого управления работой разбрызгивающих насадок на штанге опрыскивателя. Оно позволяет распылить только требуемое количество препарата в целях уменьшения воздействия на окружающую среду. Клапан, который управляет открытием и закрытием отдельных разбрызгивающих устройств (распылителей) на штанге, приводится в действие электромотором (рис. 6). Интегрированное электронное использование системы на штанге обеспечивает независимое управление коммуникациями каждого клапана. Единственный кабель с четырьмя полюсами, установленный вдоль штанги, приводит двигатели в действие и передает управляющие сигналы.



Рисунок 6 - Моторный электрический клапан для индивидуального управления работой разбрызгивающих насадок

Несколько производителей машин для химической защиты растений (INUMA Fahrzeug-Service und Maschinenbau GmbH, TeeJet Technologies GmbH, Lemken GmbH & Co. KG) предлагают системы сенсорного контроля за работой форсунок. Благодаря использованию сенсоров регистрируется поток на каждой отдельной форсунке (рис. 7). Фирмы-

производители использовали здесь различные виды сенсорных датчиков. Этот способ сенсорного контроля по сравнению с традиционным контролем путем осмотра имеет заметные преимущества, потому что позволяет достоверно определить неисправную или забившуюся форсунку на штангах опрыскивателя.



Рисунок 7 - Индивидуальные устройства для управления форсунками фирмы TeeJet

Неполадки каждой отдельной форсунки автоматически и без задержки отражаются на дисплее терминала, что позволяет механизатору сразу же устранить неисправность.

Фирма ARAG имеет также систему ISOBUS для многофункционального использования различного оборудования в системе PRECISION FARMING (точного земледелия). В ее составе описанное оборудование SELETRON используется для управления каждой разбрызгивающей насадкой на штанге опрыскивателя. Штанга может быть разделена на секции по числу насадок, чтобы минимизировать наложение, уменьшить эксплуатационные расходы и негативное воздействие на окружающую среду. Оборудование компактно и благодаря уменьшенным размерам и весу может быть установлено даже на существующих держателях, заменяя отсечные клапаны «антикапли». Электронное урегулирование заменяет ручное вмешательство и увеличивает точность аппликаций пестицидами, одновременно улучшая условия труда.

Важное экологическое значение имеет программное обеспечение терминалов для управления количеством средств защиты растений в баках опрыскивателей (фирма Amazonen-Werke H. Dreyer GmbH & Co. KG). «AcuraSpray» – это программное обеспечение для нового терминала «Amapad» фирмы «Amazon». Пакет состоит из модулей «Smart Refill» и «Work-to-Zero» и обеспечивает оптимальное время повторного наполнения и минимальные остатки рабочей жидкости в цистерне. «Smart Refill» указывает пользователю оптимальный момент для повторного наполнения с минимальным холостым пробегом. Для этого система сравнивает остав-

шийся объем работы (площадь обработки и число проходов) и степень наполнения цистерны. Если оставшейся в цистерне жидкости не хватает для одного прохода, механизатору подается сигнал о необходимости наполнить резервуар. В результате предупреждается ситуация, когда емкость оказывается пустой во время рабочего прохода, тем самым удается избежать лишних проездов. С помощью модуля «Work-to-Zero» во время последнего наполнения количество средств защиты растений дозируется таким образом, чтобы в конце работы не осталось необработанных площадей и одновременно в баке не осталось бы слишком большого количества жидкости. Корректировка объема наполняемой жидкости производится автоматически на основе измерения текущего уровня наполнения и расчета необходимой жидкости для обработки оставшейся площади. Слишком большие остатки приводят к увеличению расхода пестицидов, слишком маленькие остатки приводят к сокращению их расхода. Так как модуль «Smart Refil» точно рассчитывает оставшуюся для обработки площадь, то уже при расчете последнего наполнения делают так, что становятся возможными лишь минимальные отклонения от заданной нормы расхода пестицидов.

Также фирмой Amazonen-Werke H. Dreyer GmbH & Co. KG предложена система VoomWash для очистки штанг, которая по окончании работ по защите растений автоматически проводит наружную мойку штанг опрыскивателя. При этом оба раскладных элемента перед окончательным складыванием обмываются из четырех форсунок, которые на салазках движутся под штангами. Механизатор может запустить очистку из кабины с терминала «Amadrive» и провести всю операцию прямо в поле до того, как остатки химикатов засохнут, при этом нет необходимости соприкасаться со средствами защиты растений. Форсунки высокого давления обеспечивают эффективную, экономящую время и воду работу системы. Условием для этого является новый насос для чистой воды, подобный которому предлагается в комфортабельном пакете оснащения «Pantera 4001». В результате практика получает в распоряжение несложную в обращении и одновременно профессиональную систему очистки машины, которая имеет еще и высокую экологическую актуальность.

### Литература

1. Клочков, А.В. Механизация химической защиты растений: монография /А.В. Клочков, А.Е. Маркевич// –Горки: БГСХА, 2008.– 228с.
2. Защита растений в устойчивых системах землепользования (в 4-х книгах). Под ред Д.Шпаара. Торжок. Берлин. Минск, 2003-2004.
3. Проспекты фирм-производителей машин для химической защиты растений.

УДК 631.354.2

**ОРГАНИЗАЦИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
КОМБАЙНОВ И ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА УБОРКЕ  
ЗЕРНОВЫХ**

**В.Д. Лабодаев, к.т.н., доцент, Д.И. Криваль, магистрант**

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

*Проанализированы различные технологические схемы транспортного обслуживания зерноуборочных комбайнов и рекомендовано перевозить зерно по схеме комбайн – компенсатор – транспортное средство – ток. В качестве компенсатора целесообразно использовать мобильные накопители-перегрузчики.*

**Введение**

На современном этапе развития АПК Республики Беларусь основными факторами роста производительности труда и снижения себестоимости сельскохозяйственной продукции являются как создание и использование новых конструкций машин на базе прогрессивных принципов работы, так и одновременно совершенствование методов использования и организации машинной техники.

Для уборки зерновых в сельском хозяйстве республики используются зерноуборочные комбайны, которые по пропускной способности можно подразделить на 4 класса: 6–8 кг/с (КЗС-7, Лида–1300), 8–10 кг/с (КЗС-10, Дон–1500, КЗР-10), 10–12 кг/с (КЗС–1218, Мега 370) и свыше 12 кг/с (КЗ-14, Лексион-600). Высокая производительность зерноуборочных комбайнов достигается при исключении их простоев в ожидании транспортных средств и рациональной организации работы уборочно-транспортного процесса.

**Основная часть**

Урожай зерновых перевозят вначале на тока хозяйства, затем после переработки – на элеваторы и склады хозяйства. Для перевозок зерна с поля на ток характерна зависимость транспортного процесса от технологии выполнения уборочных работ зернокомбайнами. Рациональная организация совместной работы комбайнов и транспорта во многом определяет не только их производительность, но и производительность всех остальных машин и агрегатов уборочного конвейера. Высокопроизводительное использование техники и сокращение сроков уборки зерновых достигаются при поточном выполнении всех операций в строгой последовательности с высоким качеством работы.

Все разработанные и применяемые на практике технологические схемы транспортного обслуживания комбайнов можно разделить на два основных вида:

схемы, при применении которых емкость для приема зерна из бункеров находится на поле непостоянно;

схемы, при применении которых на поле постоянно находится промежуточная емкость для приема зерна от комбайнов.

К схемам первого вида относятся.

1. Индивидуальное закрепление транспортных средств за комбайном. При работе по этой схеме за каждым комбайном закрепляется один конкретный автомобиль или трактор с прицепом. Эта форма организации в подавляющем большинстве случаев совершенно нерациональна, так как приводит к уменьшению выработки комбайнов на 20-25 %. Простои автотранспорта в ожидании загрузки составляют 47-70 % всего рабочего времени. Причем больший процент простоев приходится на автомобили повышенной грузоподъемности.

Индивидуальное закрепление транспортных средств необходимо только в случае невозможности групповой работы на участках с малой площадью.

2. Закрепление группы транспортных средств за группой комбайнов. Загрузка транспорта в данном случае происходит в порядке поступления их на поле, т.е. в первую очередь загружается автомобиль, раньше других прибывший к загонке. Порядок обслуживания комбайнов прямой. Это означает, что раньше других обслуживается комбайн, который первым заполнил свой бункер. Если одновременно простаивают несколько комбайнов в различных местах поля, то возможно отклонение от прямого порядка обслуживания. В этом случае определяющими будут первоначальное расположение транспортного средства и необходимость минимальных переездов его по полю.

Такая технологическая схема использования автотранспорта (с обозначенным закреплением транспортных средств) позволяет значительно уменьшить время простоев в ожидании загрузки и свести к минимуму простои комбайнов из-за разгрузки.

Однако ликвидировать полностью простои как автомобилей, так и комбайнов при такой схеме обслуживания не удастся, потому что время заполнения бункера зерном и время рейса автомобилей не остается постоянным. Увеличением количества транспортных единиц достигается лишь одностороннее решение вопроса, сокращаются простои комбайнов.

Недостатком прямых перевозок является необходимость движения автомобилей по полю при выполнении сборочных операций. При этом более чем в два раза увеличивается расход топлива в сравнении с движением по грунтовой

дороге. Опыт показывает, что 62–78 % всей продолжительности рейса автомобилей составляют сборочно-транспортные операции, основную часть которых (40–68 %) занимает время ожидания погрузки, в то время как непосредственно на погрузку затрачивается лишь 13–20 % времени сборочно-транспортного цикла. От 19 до 40 % продолжительности сборочно-транспортного времени затрачивается на переезды по полю. Итогом всего этого является относительно низкая производительность транспортных средств.

Установлена прямая зависимость протяженности пробега автомобилей по полю от количества мест загрузки их на поле. Минимальный пробег транспортных средств по полю достигается при их загрузке в одном месте, которое заранее должно быть известно всем водителям и комбайнерам. Для этого прокладывают разгрузочные магистрали, представляющие собой поперечные прокосы шириной 6–8 м [1].

В технологическом отношении разгрузочные магистрали позволяют согласованно выполнять разгрузку комбайнов и загрузку транспортных средств. При этом движение транспорта осуществляется к заранее намеченному месту, в отличие от движения по всему периметру поля при работе без разгрузочных магистралей.

Так как при данной технологии предполагается подход комбайнов к разгрузочным магистралям с заполненными бункерами, на каждой из них должен постоянно находиться транспорт, готовый к загрузке, а количество магистралей должно быть минимально необходимым. Следовательно, методика определения местоположения разгрузочных магистралей основывается на расчете количества бункеров зерна, намолачиваемого на длине гона. Уточнение намеченных предварительно мест прокладки магистралей может быть проведено после прохода группы комбайнов.

При известной урожайности количество бункеров зерна, намолачиваемое на длине гона, определяется по формуле [1]:

$$n = \frac{l_{\Gamma} b h}{10^4 W_{\kappa} \gamma},$$

где  $l_{\Gamma}$  – длина гона, м;  $b$  – ширина захвата жатки или расстояние между смежными валками, м;  $h$  – урожайность, т/га;  $W_{\kappa}$  – вместимость бункера комбайна, м<sup>3</sup>;  $\gamma$  – плотность зерна, т/м<sup>3</sup>.

При наличии разгрузочных магистралей движение транспорта к месту погрузки осуществляется по одной колее, в результате чего на накатанном участке на 25–40 % возрастают скорости движения при одновременном сокращении на 30–40 % пути пробега транспорта по полю. Практика показала, что при прокладке разгрузочных магистралей производительность

транспортных средств может быть повышена на 15–19 %. Следует также отметить и повышение производительности комбайнов за счет сокращения простоев в ожидании подхода транспорта.

При работе уборочных машин время заполнения бункера зерном значительно колеблется из-за простоев комбайнов при устранении неисправностей, забивания рабочих органов, неравномерной урожайности на убираемом поле и других причин. Время рейса транспорта также меняется. Для ликвидации простоев уборочной и транспортной техники необходимо, чтобы комбайны могли разгружаться сразу же после наполнения бункеров зерном, а транспортные средства загружаться по прибытии на поле.

С этой целью для разрыва жесткой связи между уборочными и транспортными машинами вводится промежуточное звено – компенсатор (промежуточная емкость) и зерно перевозят по схеме комбайн – компенсатор – транспортное средство – ток. Работа с компенсатором позволяет производить выгрузку бункеров комбайнов по мере их заполнения, а загрузку транспорта – по прибытии на поле.

Компенсатором называют обычно специальную емкость или систему емкостей, в которые комбайны выгружают зерно с целью исключения взаимобуловленных простоев уборочных агрегатов и транспортных средств. При комбитрейлерных перевозках в качестве компенсаторов используют оборотные прицепы.

По характеру работы компенсаторы подразделяют на мобильные, стационарно-передвижные и передвижные, а в зависимости от выполняемых функций – на межоперационные и межсменные. Межоперационные компенсаторы обеспечивают возможность независимой работы транспортных и уборочных машин в период работы комбайнов, межсменные – создают возможность использования транспорта на перевозках зерна на ток в 2–3 смены и снизить общую потребность в подвижном составе [1].

Наиболее эффективна работа уборочно-транспортного комплекса при использовании в качестве компенсаторов транспортно-перегрузочных тракторных прицепов. Транспортно-перегрузочный агрегат представляет собой тракторный прицеп, оборудованный специальным выгрузным устройством, позволяющим перегружать зерно из прицепа в транспортное средство.

Трактор с прицепом-перегрузчиком находится постоянно на поле. При отсутствии транспортных средств комбайны выгружают зерно в прицеп-перегрузчик. После прибытия транспортного средства на поле оно загружается от прицепа-перегрузчика и, не ожидая заполнения бункера комбайна, отправляется на ток. Если транспортное средство прибыло на поле и у комбайна полон бункер зерна, то выгрузка осуществляется в транспортное средство.

Использование мобильных накопителей-перегрузателей является наиболее гибкой, легкоизменяющейся в зависимости от сложившихся условий формой организации работы комбайно-транспортных групп.

Выгрузка зерна из бункера комбайна в транспортное средство в условиях РБ осуществляется, как правило, при остановке комбайна. На выгрузку одного бункера и оформление документов в среднем затрачивается 4-6 мин, а иногда и больше. При этом в течение смены простои комбайнов на выгрузке достигают 10–20 % рабочего времени.

Для сокращения этих простоев целесообразно организовать разгрузку зерна из бункеров комбайнов на ходу. Этот способ позволяет значительно повысить сменную производительность зерноуборочных комбайнов. В момент заполнения бункера зерном по сигналу комбайнера водитель транспорта подъезжает к движущемуся комбайну так, чтобы окно выгрузного шнека комбайна находилось над кузовом транспортного средства. После синхронизации скорости комбайна и транспортного средства комбайнер включает выгрузной шнек комбайна и выгружает зерно на ходу. Затем транспортное средство подъезжает к другому комбайну.

При использовании компенсаторов, которые транспортируются тракторами по полю, хорошо согласовываются скорости транспортного средства и комбайна во время выгрузки зерна из бункера на ходу.

### **Заключение**

Для ликвидации простоев комбайнов в ожидании разгрузки и транспортных средств в ожидании погрузки необходимо применять технологические схемы транспортного обслуживания, обеспечивающие постоянное присутствие на поле емкости-компенсатора.

В качестве емкости-компенсатора целесообразно использовать мобильные накопители-погрузчики.

Производительность зерноуборочных комбайнов возрастает при прокладке разгрузочных магистралей, а также при выгрузке зерна из бункеров на ходу.

### **Литература**

1. Лабодаев В.Д., Удовенко В.Н. Автомобильные перевозки сельскохозяйственных грузов. – Минск: Ураджай, 1987. – 280 с.

#### **Abstract**

*Different technological plans of transport service grain combines harvesters were examined and were recommended to transport grain by plan combine – compensator – vehicle – current. As a compensator it's more advisable to use mobile storage devices-transfers.*

УДК 631.363

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ  
КОНСЕРВАНТОВ В ПНЕВМОКОРМОВОЙ ПОТОК  
НА КОРМОУБОРОЧНОМ КОМБАЙНЕ**

**Ю.М. Урамовский, к.т.н., П.В. Авраменко, к.т.н.,  
В.Л. Лазарчик, студент**

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

*В статье проведен анализ эффективности применения методов оценки равномерности распределения жидких консервантов в кормовом материале*

**Введение**

В настоящее время значимую часть силосованных кормов составляет кукурузный силос. Более половины его заготавливается с использованием жидких химических или биологических консервантов, которые, как правило, вносят в технологические потоки кормоуборочных машин.

**Основная часть**

Эффективность применения консервантов при внесении в технологические потоки кормоуборочных машин зависит от качества их распределения в измельченном растительном материале, которое принято оценивать коэффициентом вариации  $v$ , % (неравномерность внесения) согласно выражению [1, 2]

$$v = \frac{\sigma}{V_{к,ср}} = \frac{\sqrt{\sum (V_{к,i} - V_{к,ср})^2 / (n_o - 1)}}{V_{к,ср}} \cdot 100,$$

где  $\sigma$  – среднееквадратическое отклонение, л/кг ( $\text{м}^3/\text{кг}$ );

$V_{к,ср}$  – среднее значение содержания консерванта в массе корма, л/кг ( $\text{м}^3/\text{кг}$ );

$V_{к,i}$  – локальное содержание консерванта в каждой пробе корма, л/кг ( $\text{м}^3/\text{кг}$ );

$n_o$  – количество проб в опыте, шт.

При оценке этого показателя в многокомпонентных смесях используются различные варианты метода элемент-метки, заключающегося в замене или нанесении на один из компонентов вещества-индикатора, контроль содержания которого осуществляется известными физическими или химическими методами.

Применительно к рассматриваемой задаче оценки коэффициента неравномерности распределения жидкого консерванта в силосуемом растительном сырье, разработаны следующие разновидности метода элемент-метки:

– с использованием двуокиси германия ( $GeO_2$ ), которая добавляется в консервант в дозе 1,5 г/т перед обработкой растительной массы. И далее после внесения, с помощью спектрального анализа в лабораторных условиях определяется ее содержание в различных точках кормовой массы [3, 4]. Само вещество низкотоксично, но процесс определения является сложным и малопроизводительным.

– с использованием растворимых солей ( $NaCl$  и др.) и последующим измерением электропроводности раствора, в котором промывалась исследуемая проба измельченного растительного материала. По результатам составляется тарировочный график и определяется концентрация и неравномерность распределения консерванта в пробе [5, 6]. Основным недостатком метода – значительная погрешность измерений, связанная с нестабильностью химического состава кормовых культур;

– с использованием солей тяжелых металлов, например сульфата меди ( $CuSO_4$ ), которые добавляются в консервант. После отбора проб с помощью окислительно-восстановительных реакций выделяется медь и дополнительным титрованием определяется ее содержание в пробе [7]. Основные недостатки данного метода – сложность и длительность процесса определения содержания элемент-метки;

– с использованием радиоактивного индикатора, при котором в консервант вводится жидкий или растворимый препарат короткоживущего радиоактивного изотопа (например  $Am-198$ ). Последующее измерение уровня  $\gamma$ -излучения отобранных проб позволяет оценить содержание в них консерванта [8]. Данный метод требует сложного оборудования, особых условий безопасности, наличия подготовленного персонала для работы с источниками радиоактивного излучения, отлаженной системы поставки, хранения и утилизации радиоактивных материалов.

Все рассмотренные методы элемент-метки, в производственной практике кормовых и агрохимических лабораторий широкого применения не нашли.

Практическое применение получила методика Всероссийского научно-исследовательского и проектно-технологического института химизации сельского хозяйства, которая основана на использовании прямого метода измерения количества консерванта в пробе методом титрования. Данная методика официально изложена в ТКП 195-2009 (02150) [2] и используется в агрохимических лабораториях республики.

Основным ее достоинством является достаточно простой алгоритм, с помощью которого за сравнительно короткий промежуток времени (3–4 часа), определяется фактическое содержание консерванта в корме [2].

Согласно данной методике при проведении каждой повторности опыта производится отбор 10 проб обработанного консервантом измельченного растительного материала [2].

Образец корма (0,02 кг), обработанный жидким консервантом, помещается в дистиллированную воду (0,25 л), где выдерживается от 1,5 до 2 ч. В течение этого времени основное количество жидкого консерванта, находящегося в растительной массе, растворяется в воде, образуя водно-кислый раствор. После этого производят титрование содержимого раствором едкого натрия. Замеряют количество щелочного раствора, который используют для нейтрализации 0,025 л раствора (точность до  $5 \cdot 10^{-5}$  л) [2].

На основании данных о содержании консерванта в обработанных образцах корма проводят оценку неравномерности внесения [2].

Учитывая, что жидкий консервант вносится в высокоскоростной пневмокормовой поток, неизбежны потери из-за эффекта выдувания капель в атмосферу.

Поэтому необходимо дополнительно оценивать потери консерванта  $K_{пот}$ , % как разницу между фактическим его количеством  $V_{к,ф}$ , внесенным в пневмокормовой поток, и средним его количеством  $V_{к,ср}$ , определенным после обработки [7]

$$K_{пот} = \left[ \frac{(V_{к,ф} - V_{к,ср})}{V_{к,ф}} \right] \cdot 100.$$

### Заключение

На основании проведенного анализа установлено, что для практического использования в задачах определения неравномерности распределения консерванта при его внесении в технологические кормовые потоки, целесообразно использовать методику Всероссийского научно-исследовательского и проектно-технологического института химизации сельского хозяйства.

### Литература

1. Федосеев, П.Н. Использование химических препаратов при заготовке кормов / П.Н. Федосеев, В.В. Гундоров, А.В. Соколов. – М.: Росагропромиздат, 1988. – С. 21–22.
2. Сельскохозяйственная техника. Машины для уборки трав и силосных культур с измельчением для приготовления влажного и сухого корма: ТКП 195-2009 (02150). – Введ. 25.08.2009. – Минск: Минсельхозпрод, 2009. – 50 с.
3. Способ контроля равномерности распределения химического консерванта в корме: а.с. 1349748 СССР, МПК А 23 К 1/00 / С.И. Назаров [и др.]; Белорус. гос. сельскохоз. акад. – № 3789099/30-15; заявл. 06.09.1984; опубл. 07.11.87; бюл. № 41. – 1987.
4. Кузьмицкий, А.В. Инъекционное внесение жидких химических консервантов мобильным агрегатом при силосовании кормов: дис. ...канд. техн. наук: 05.20.01 / А.В. Кузьмицкий. – Горки, 1986. – С. 94–98.

5. Гвоздев, А.В. Разработка внутрикамерного процесса и обоснование параметров устройства для внесения жидких консервантов при формировании растительной массы в рулоны: дис. ...канд. техн. наук: 05.20.01 / А.В. Гвоздев. – Глеваха, 1990. – С. 92.

6. Старцев, С.В. Анализ способов оценки равномерности внесения консерванта в корм / С.В. Старцев // Задачи молодых ученых по научному обеспечению животноводства и кормопроизводства в Поволжье: сб. молодых ученых / Поволжский НИИЖК. – Саратов, 1991. – Вып. 65. – С. 21–26.

7. Грачев, А.В. Способы и технические средства повышения эффективности обработки силосуемой массы химическими консервантами: дис.канд. техн. наук: 05.20.01 / А.В. Грачев. – М., 1987. – 167 л.

8. Ясинкас, А.А. Совершенствование технологии и средств механизации химического консервирования трав: дис. канд. техн. наук: 05.20.01 / А.А. Ясинкас. – Елгава, 1988. – С. 87–91.

### **Abstract**

*The analysis of efficiency of application methods of an assessment of sharing uniformity of liquid preservatives in a fodder material is shown in this article.*

УДК 629.113.001

## **ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ**

**В.Г. Кушнир, д.т.н., профессор, Н.В. Гаврилов, к.т.н., доцент;  
Н.К. Молдабек**

*Костанайский государственный университет имени А.Байтурсынова,  
г. Костанай, Казахстан*

*Результаты исследований проб дизельных топлив, взятых с различных заправок области показали, что они соответствуют ГОСТ. Исследования, проведенные при помощи установки ТВЗТ, выявили ряд недостатков ее конструкции: сложность отслеживания и регулирования температурного режима; проблема с фиксацией температуры дизельного топлива; установка не очень компактна. Для дальнейшей работы в этой области необходимо разработать конструктивную схему прибора.*

Нефтепродукты или специальные жидкости, которые не отвечают требованиям стандартов, должны подлежать замене или ремонту (отстой, фильтрация и др.), если это возможно.

Для контроля качества нефтепродуктов и специальных жидкостей, используемых при эксплуатации тракторов, автомобилей и других машин, промышленность выпускает специальные лаборатории:

Кроме лабораторий заводов-изготовителей на территории Казахстана действуют порядка 30 аккредитованных лабораторий, занимающихся испытанием нефтепродуктов. Однако не все могут похвастаться наличием в активе современной и мощной приборной базой.

Испытательное оборудование лабораторий АО «ҚазМұнайГаз Өнімдері» позволяет проводить контроль качества автомобильных бензинов, дизельного топлива на уровне требований стандартов ЕВРО-2, ЕВРО-3, ЕВРО-4.

В настоящее время в Костанайской области наиболее распространены лаборатории «РЛ» и «ПЛ-М», так как они в основном шли на комплектацию нефтебаз и нефтескладов бывших колхозов, совхозов, крупных автотранспортных предприятий и др.

Важнейший фактор, от которого зависят технико-экономические показатели двигателя,— это качество применяемого топлива. Поэтому топливо должно обладать определенными эксплуатационными свойствами, которые регламентируются численными значениями его физико-химических показателей, фиксируемых в соответствующих ГОСТ [1].

Исследования проводились в условиях лаборатории топливо-смазочных материалов на инженерно-техническом факультете, КГУ имени А. Байтурсынова. Студенты факультета занимались отбором проб с заправок области: - АЗС Наримановская; - АЗС Бахыт; - АЗС Иволга; - АЗС Эталон.

Проведенные исследования с помощью специального лабораторного оборудования, сравнивались с ГОСТ Р 52368-2005 (ЕН 590:2004) для дизельных топлив.

Загрязнения проб определены методом отстаивания, фильтрации, с использованием индикаторов. Пробы, взятые из раздаточных стояков, имеют влажность до 6 % и зольность вследствие отстаивания продуктов коррозии и частично продуктов атмосферной пыли.

В то же время в отстое находятся загрязнения размером до 200...250 мкм. В отстое видны следы воды, а также присутствуют частицы продолговатой формы, происхождение которых, по всей видимости, связано с прокладочно-уплотнительными материалами и растительными веществами.

В лабораторной практике для измерения плотности дизельных топлив используется ареометрический метод, применяемый нами ранее при замерах плотности бензинов. Измеренное значение плотности приводится по стандартному значению при температуре 20° С [2,3]:

Исследования проводились в соответствии с ГОСТ 33 - ГОСТ Р 53708 - ASTM D 446 - ISO 3104 - ISO 3105 (таблица 1).

Вязкость дизельных топлив определяли при 20°С по ГОСТ 305-82.

Опыт повторяли три раза, расхождение между отсчетами не должно превышать 0,4 с. Из трех отсчетов вывели среднее арифметическое значение и перевели его в секунды. Каждый вискозиметр имеет паспорт, в котором указан

номер вискозиметра, диаметр капилляра и постоянная вискозиметра  $c$ , по которой подсчитывают кинематическую вязкость при 20°C, сСт.

Таблица 1 Результаты исследований наличия примесей и плотности дизельных топлив

Показатели	ГОСТ ДЛ летнее	ГОСТ ДЗ зимнее	АЗС ИВОЛГА	АЗС ЭТАЛОН	АЗС Наримановская	АЗС БАХЫГ
Наличие механических примесей, смол и воды	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Загрязнения размером до 200...250 мкм. Следы воды	Отсутствует	Загрязнения размером до 200...250 мкм. Следы воды
Плотность, г/см <sup>3</sup>	Не более 0,860	Не более 0,840	0,824	0,834	0,815	0,829

Технические данные прибора (вискозиметр Пинкевича):

- № прибора – 846;

- показатель постоянной вискозиметра  $c = 0,01086 \text{ мм}^2/\text{с}^2$ ;

- диаметр капилляра – 0,062 мм.

Результаты проведенных исследований в таблице 2.

Таблица 2 Результаты проведенных исследований кинематической вязкости дизельных топлив

Показатели	ГОСТ ДЛ летнее	ГОСТ ДЗ зимнее	АЗС ИВОЛГА	АЗС ЭТАЛОН	АЗС Наримановская	АЗС БАХЫГ
Кинематическая вязкость, сСт	3,0–6,0	1,8 - 5,0	4,105	4,829	3,496	3,749
Среднее время истечения, с	не менее 200 и не более 600	не менее 200 и не более 600	378	445	321,94	345,45

Температура вспышки - минимальная температура, при которой пары топлива с воздухом образуют горючую смесь, вспыхивающую при поднесении источника огня [5,6].

Для выполнения исследований применили следующую аппаратуру и реактивы: - прибор для определения температуры вспышки нефтепродуктов, соответствующий требованиям ГОСТ 305-82; - испытуемый образец 80 см<sup>3</sup>; - испытуемый образец дизельного топлива

Результаты проведения работы отражены в таблице 3 и сопоставлены с требованиями ГОСТ на испытуемый нефтепродукт по данному показателю качества.

Таблица 3 Результаты проведенных исследований температуры вспышки дизельных топлив

Показатель	ГОСТ ДЛ летнее	ГОСТ ДЗ зимнее	АЗС ИВОЛ- ГА	АЗС ЭТА- ЛОН	АЗС Наримано вская	АЗС БАХЫ Т
Температура вспышки в закрытом тигле, град	Не ниже 40, не выше 70	Не ниже 35, не выше 60	66,3	69,7	60	79,5

Для выявления вида используемого дизельного топлива (летнее, зимнее, арктическое) используют метод определения температуры помутнения дизельного топлива.

Для зоны северного Казахстана применение дизельных топлив соответствует в основном зимним и летним маркам (ДЛ, ДЗ).

Сущность метода определения температуры помутнения заключается в охлаждении пробы топлива, помещенной в охлаждающую смесь в пробирке с двойными стенками и термометром, и определении температуры, при которой в топливе наблюдается появление мути и первых кристаллов по ГОСТ 6053.

Результаты исследований в таблице 4.

Таблица 4 Результаты проведенных исследований температуры помутнения дизельных топлив

Показатель	ГОСТ ДЛ лет- нее	ГОСТ ДЗ зим- нее	АЗС ИВОЛ- ГА	АЗС ЭТА- ЛОН	АЗС Наримано- вская	АЗС БАХЫТ
Температура помутнения, град	Не вы- ше -5	Не вы- ше -25	-29	-30	-32	-23

### **Заключение**

1. По полученным исследованиям для дизельных топлив, взятых с АЗС ЭТАЛОН, АЗС БАХЫТ видно, что большое количество примесей (механических, коррозионных, водяных) находится в отстое, что соответственно повлияет со временем на качество дизельного топлива (загрязнения размером до 200...250 мкм, следы воды) и в целом на срок эксплуатации двигателя.

2. Есть необходимость осуществления мер по очистке резервуаров от механических примесей и воды, создание устройств, позволяющих механизировать, то есть ускорять процесс очистки емкостей для хранения дизельных топлив.

3. Для окончательного определения качества применяемых дизельных топлив необходимо иметь лабораторное оборудование, позволяющее определить фракционный состав, цетановое число и другие качественные показатели. Это может быть оборудование, созданное на базе полевой лаборатории ПЛ-2М.

4. Результаты исследований проб дизельных топлив, взятых с АЗС ЭТАЛОН, АЗС ИВОЛГА, АЗС Наримановская показали, что они практически соответствуют ГОСТ по всем проверенным показателям и подходят к маркам ДЛ (топливо летнее).

5. Для проб дизельного топлива, взятым с АЗС БАХЫТ необходимы дополнительные исследования, включая операции компаундирования (смешивания), отстаивания, фильтрации.

6. Исследования, проведенные при помощи установки определения температуры вспышки дизельного топлива в закрытом тигле, выявили ряд недостатков ее конструкции:

- сложность отслеживания и регулирования температурного режима;
- проблема с фиксацией температуры вспышки дизельного топлива;
- сложность управления процессом перемешивания пробы;
- неудобство поджига пробы.

7. Для дальнейшей работы в этой области начата разработка конструктивной схемы прибора для определения температуры вспышки дизельного топлива в закрытом тигле.

### **Литература**

- 1 Итинская Н.И., Кузнецов Н.А. Справочник по топливу, маслам и техническим жидкостям. – М. Колос. 1982 г. – 210 с.
- 2 Лышко Г.П. Топливо и смазочные материалы. – М. Агропромиздат. 1985
- 3 Кузнецов А. В. Кульчев М.А. Практикум по топливу и смазочным материалам. – М. Агропромиздат. 1987 г.- 223 с
- 4 Григорьев М.А. и др. Качество нефтепродуктов и надежность двигателей. – М. Издательство стандартов. 1981 г.- 170 с.
- 5 Никифоров А.Н. Топлива и смазочные материалы: потребление и экономия. – М. Россельхозиздат. 1981 г.- 180 с.
- 6 Уразгалеев Т.К. Обеспечение качества нефтепродуктов на нефтебазах и нефтескладах. Учебное пособие. Уральск. ОАО «ИПК Дастана». 2003 г – 250 с.
- 7 Иванов В.И. Опыт технического обслуживания и ремонта нефтескладского оборудования. Пенза. 1993 г – 188 с.

**Abstract**

*Test results of diesel fuels samples taken from various region filling stations show that they comply with GOST. Study conducted by means unit, revealed several defects of its structure: complexity of temperature tracking and control; problem with temperature of diesel fuel fixing; not space effective. For further work in this field it is required to develop structural design of instrumentation.*

УДК 631.312.35

**СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ НА ПАХОТУ**

**О.И. Мисуно, к.т.н., доцент, С.А. Легенький, инженер,  
А.И. Оскирко, инженер**

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

*В статье рассматриваются вопросы снижения энергетических затрат при работе пахотных агрегатов в составе тракторов «Беларус». Решение представляется в применении плугов с комбинированными рабочими органами, у которых по сравнению с лемешно-отвальными плугами, меньшее тяговое сопротивление и лучшее качество обработки почвы.*

**Введение**

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур и плодородия почвы тесно связаны с качеством пахоты, являющейся самым энергоемким процессом в полеводстве. На ее выполнение затрачивается примерно 30–40% от всех энергозатрат на полевые работы. В этой связи особую значимость приобретает развитие энергосберегающих технологий почвообработки.

**Основная часть**

Задача снижения энергоемкости пахоты решается наращиванием единичной мощности тракторов, используемых с более широкозахватными и скоростными агрегатами, а также созданием новых и усовершенствованием существующих почвообрабатывающих орудий и технологий.

Поэтому на протяжении многих лет повышение производительности агрегатов на основной обработке почвы достигалось увеличением скорости движения. Увеличение ширины захвата привело к возрастанию, как массы сельскохозяйственных орудий, так и тракторов, а также к ухудшению маневренности агрегатов. Такой результат объясняется интенсивным ростом тягового сопротивления плугов при увеличении скорости движения и недостаточной сцепной массой энергонасыщенных тракторов.

Скорость движения агрегата и ширина захвата лемешно-отвального плуга определяются из уравнения баланса мощности двигателя трактора:

$$N_n \eta_n = \frac{N_T + N_f}{(1 - \delta) \eta_{тр}}, \quad (1)$$

где  $N_n$  – номинальная мощность двигателя трактора;  $\eta_n$  – степень загрузки двигателя;  $\eta_{тр}$  – КПД, учитывающий механические потери в трансмиссии трактора;  $N_T$  – тяговая мощность трактора;  $N_f$  – мощность, затрачиваемая на передвижение трактора;  $\delta$  – буксование движителей трактора.

$$N_T = F_T \cdot v = aBv \cdot (k_0 + \varepsilon v^2); \quad (2)$$

$$N_f = M_T g f v; \quad (3)$$

где  $a$  – глубина обработки почвы;  $B$  – ширина захвата плуга;  $v$  – скорость движения;  $k_0$ ,  $\varepsilon$  – эмпирические коэффициенты, определяющие удельное тяговое сопротивление плуга;  $M_T$  – масса трактора;  $g$  – ускорение свободного падения;  $f$  – коэффициент сопротивления качению;  $M_{пл}$  – масса плуга;  $F_T$  – тяговое усилие трактора.

Существенное влияние на величину общего коэффициента полезного действия энергетического средства, на производительность пахотного агрегата, на снижение энергетических затрат на выполнение вспашки оказывает буксование движителей трактора. Особенно повышенное буксование наблюдается у скоростных энергонасыщенных тракторов, что снижает эффективность их использования при работе с плугами на почвах с высоким удельным сопротивлением, а также на почвах влажных и рыхлых. Из-за буксования теряется часть мощности, передаваемой от двигателя энергетического средства через трансмиссию к движителям. Результаты тяговых испытаний тракторов БЕЛАРУС 1221, БЕЛАРУС 1523, БЕЛАРУС 2022 можно аппроксимировать уравнением вида:

$$\delta = a_0 \left( \frac{\frac{F_T}{G} + f}{\phi_{max}} \right)^4 + b_0 \left( \frac{\frac{F_T}{G} + f}{\phi_{max}} \right)^2 + c_0 \left( \frac{\frac{F_T}{G} + f}{\phi_{max}} \right), \quad (4)$$

где  $a_0$ ,  $b_0$ ,  $c_0$  – постоянные коэффициенты, определяемые из кривых буксования:  $a_0 = 1,05$ ;  $b_0 = -0,43$ ;  $c_0 = 0,2$ ;  $G$  – сцепной вес трактора, Н;  $f$  – коэффициент сопротивления качению;  $\phi_{max}$  – максимальное значение коэффициента использования сцепного веса.

Сцепной вес трактора увеличивают за счет части веса плуга

$$G = (M_T + 0,3M_{пл})g. \quad (5)$$

Масса плуга зависит от ширины захвата. На основе анализа характеристик плугов существующих конструкций их массу как функцию ширины захвата можно описать следующим уравнением

$$M_{пл} = q B^2 + m_0, \quad (6)$$

где  $q, m_0$  – эмпирические коэффициенты массы плуга.

Определив из выражения (1) ширину захвата плуга, исследуем удельные затраты мощности (на один метр ширины) в зависимости от скорости движения пахотного агрегата

$$N_{уд} = \frac{N_n \eta_n}{B}. \quad (7)$$

При построении графических зависимостей  $N_{уд} = f(v)$ , представленных на рис. 1, а, приняты следующие данные [1, 2]: трактор «Беларус 2022» (мощность двигателя  $N_n = 147$  кВт, 175 кВт и 200 кВт;  $M_T = 7200$  кг); на стерне  $f = 0,08$  и  $\phi_{max} = 0,8$ ;  $\eta_n = 0,95$ ;  $a = 0,26$  м;  $\eta_{гр} = 0,88$ ;  $f = 0,08$ ;  $q = 250$  кг/м<sup>2</sup>;  $m_0 = 190$  кг;  $k_0 = 54246$  Н/м<sup>2</sup>;  $\varepsilon = 1920$  Нс<sup>2</sup>/м<sup>4</sup>.

Из рис. 1, а видно, что по мере увеличения скорости движения агрегата (при полной загрузке двигателя уменьшается ширина захвата плуга), а также с увеличением энергонасыщенности трактора удельные затраты мощности на обработку почвы возрастают. Эффективно реализовать мощность двигателя энергонасыщенного трактора на пахоте не представляется возможным из-за чрезмерного буксования движителей, обусловленного большой величиной тягового сопротивления почвообрабатывающего орудия.

Анализ тяговых характеристик энергонасыщенных тракторов позволяет заключить, что реализовать мощность через прицепное устройство невозможно из-за недостаточного сцепления движителей с почвой. Предельной мощности, реализуемой ходовой системой тракторов «Беларус», соответствует граничная энергонасыщенность 16...20 кВт/т, которая может быть реализована в тяговом агрегате при благоприятных условиях.

Для повышения производительности, снижения энергозатрат на пахоте применяют иногда балластирование, увеличивая сцепной вес колесных тракторов путем навешивания дополнительных грузов, а также используют догрузатели. На рис. 1, б, отражаются удельные затраты мощности трактора Беларус 2022 с балластом массой 1200 кг в зависимости от скорости движения пахотного агрегата. Это дает возможность снизить удельные затраты мощности на пахоте на 8–12 %. Однако чрезмерная нагрузка ходовую систему трактора приводит к снижению ее долговечности. Кроме того, при работе агрегата с балластными грузами затрачивается определенная мощность на их перемещение.

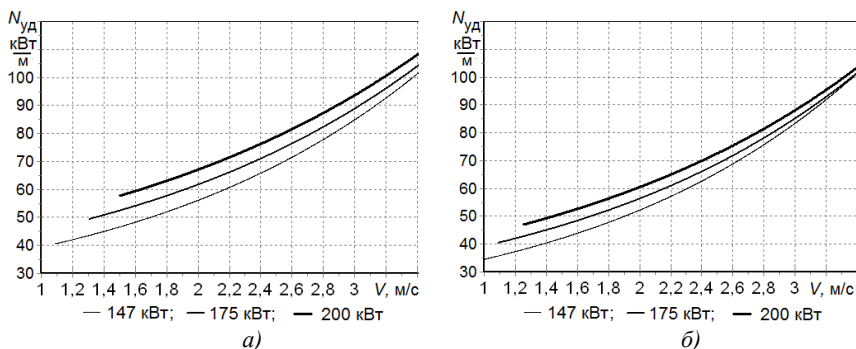


Рисунок 1 - Зависимость удельных затрат мощности трактора «Беларус 2022» при вспашке почвы лемешно-отвальным плугом от скорости движения:  
а – без балласта; б – с балластом массой 1200 кг

Повышение производительности и качества работы пахотных агрегатов, рациональное использование мощности требует совершенствования технологии вспашки, создания новых орудий и способов передачи энергии от двигателя к рабочей машине. Одним из эффективных путей решения поставленных задач является применение в составе пахотных агрегатов энергонасыщенных тракторов «Беларус» и плугов с комбинированными рабочими органами. При вспашке таким плугом только процесс отделения пласта от массива осуществляется пассивным корпусом за счет тягового усилия трактора, а операции крошения, перемешивания, оборота и укладки пласта в борозду производится активным ротором за счет мощности двигателя, передаваемой через вал отбора мощности (ВОМ) трактора. При этом снижается тяговое сопротивление плуга и возрастает качество обработки почвы.

На привод и работу активных рабочих органов плуга расходуется мощность [2]:

$$N_a = \frac{aB \cdot (l \cdot (2,3 + 1,133v)^3 + d \cdot v^2)}{\eta_a}; \quad (8)$$

где  $l$ ,  $d$  – эмпирические коэффициенты, определяющие удельную мощность, реализуемую активными рабочими органами плуга;  $\eta_a$  – КПД, учитывающий механические потери при передаче мощности к активным рабочим органам плуга.

Учитывая в правой части выражения (1) слагаемое в виде выражения (8) и принимая данные ( $\eta_a = 0,76$ ;  $k_0 = 36056 \text{ Н/м}^2$ ;  $\varepsilon = 1408 \text{ Нс}^2/\text{м}^4$ ;  $l = 1234,5 \text{ Нс}^2/\text{м}$ ;  $d = -20079 \text{ Нс}/\text{м}^3$  [2, 3]) построены графические зависимости удельных затраты мощности в зависимости от скорости движения па-

хотного агрегата в составе трактора «Беларус 2022» с разными мощностями двигателя и плуга с комбинированными рабочими органами (рис. 3).

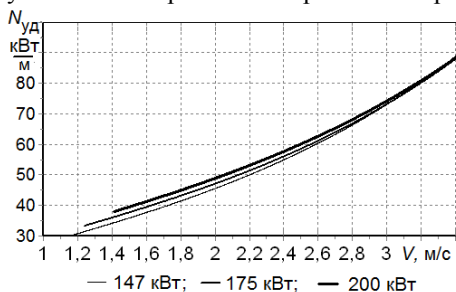


Рисунок 2 - Зависимость удельных затрат мощности трактора «Беларус 2022» при вспашке почвы плугом с комбинированными рабочими органами от скорости движения

Как видно из рис. 2, удельные затраты мощности при работе энергонасыщенного трактора «Беларус 2022» с плугом имеющим комбинированные рабочие органы меньше на 14–18 %, по сравнению когда этот же трактор работает с лемешно-отвальным плугом. Применение для выполнения пахоты плуга с комбинированными рабочими органами позволяет эффективно использовать возрастающие мощности тракторов «Беларус».

### Заключение

Эффективным направлением снижения энергетических затрат на пахоте является реализации мощности энергонасыщенных тракторов «Беларус» по двум потокам – через крюк и ВОМ. Осуществление этой схемы возможно при использовании плугов с комбинированными рабочими органами, которые потребляют значительную часть мощности двигателя, минуя ходовую систему трактора. По мере роста энергонасыщенности трактора доля мощности двигателя, реализуемая, для обеспечения требуемого качества вспашки, через активные рабочие органы плуга, может увеличиваться.

### Литература

1. Повышение эффективности работы тракторов «Беларус» на вспашке/ Мисун О.И., Легенький С.А., Осирко А.И.. «Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК». — Мн., 2007. С. 142-148.
2. Мисун О.И. Влияние скорости движения и ширины захвата плуга на энергетические и качественные показатели агрегата на основе МЭС // Совершенствование почвообрабатывающих машин и агрегатов. Сб. научн. трудов, Горки, 1990.

**Abstract**

*In article questions of decrease in power expenses are considered during the operation of arable units as a part of the Belarus tractors. The decision is submitted in application of plows with the combined working bodies, at which in comparison with lemeshno-dump plows, the smaller traction resistance and the best quality of processing of the soil.*

УДК 631.3:531.781.2

**ОСОБЕННОСТИ ТЕНЗОМЕТРИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННОЙ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

**Д. Н. Колоско, к.т.н., доцент, А.С. Яцкив, студент**

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

*В статье рассмотрены типы тензометрических преобразователей, их применение в сельскохозяйственном машиностроении, приведены и проиллюстрированы примеры новых образцов белорусской сельскохозяйственной техники.*

**Введение**

Тензометрия (от лат. *tensus* – напряжённый и греч. *μέτρο* – измеряю) – экспериментальное определение напряжённого состояния конструкций, основанное на измерении местных деформаций.

Деформация чувствительного элемента тензометрического преобразователя изменяет его активное сопротивление и вызывает выходной сигнал тензорезистора, определяемый как отношение приращения сопротивления тензорезистора к его начальному сопротивлению.

**Основная часть**

Конструктивно современные тензорезисторы представляют собой чувствительный элемент (тонкая проволока, фольга, напыленная в вакууме полупроводниковая пленка) в виде петлеобразной решетки, который скрепляется с подложкой (ткань, бумагу, пленку). На исследуемый объект тензорезисторы крепятся с помощью клея со стороны подложки. Для изготовления тензорезисторов используют константан, никром, никель, висмут, а также кремний и германий.

Тензорезисторы используются в качестве первичных преобразователей при измерениях различных механических величин – силы, крутящего момента, перемещения, давления. На рисунке 1 представлены современные тензометрические датчики: а) датчик измерения деформации растяжения,

б) весоизмерительные тензодатчики, в) тензодатчики для измерения крутящего момента, г) тензопреобразователи давления.



а



б)



в



г

Рисунок 1 - Типы тензометрических преобразователей

Наиболее широкое применение в сельскохозяйственном машиностроении получили весоизмерительные тензодатчики, используемые практически во всех дозирующих и фасовочных приспособлениях в кормоприготовлении. На рисунке 2 представлены примеры применения таких тензодатчиков в разработках научно-практического центра НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства: а) агрегат для приготовления и раздачи кормов на фермах КРС с системой самозагрузки АПРС-12 вместимостью бункера  $12 \text{ м}^3$ , б) комплект оборудования для приготовления суперконцентрата ОС-3 производительностью 2,55 т/ч, в) весовыбойное оборудование ВВ-10 производительностью до 10 мешков в час.



а)



б)



в)

Рисунок 2 - Примеры применения весоизмерительных тензодатчиков

АПРС-12 предназначен для самозагрузки, измельчения стебельчатых кормов; смешивания их с другими компонентами рациона; транспортирования и раздачи кормосмеси животным на кормовой стол и в кормушки или на откормочных площадках вне помещений. Кормораздатчик способен загружать любые компоненты кормосмеси, начиная с грубых кормов и заканчивая концентратами [1]. В конструкции агрегата расположены три весоизмерительных тензодатчика между рамой и бункером.

Комплект ОС-3 предназначен для приготовления суперконцентрата (белково-минеральных добавок) из местного сырья, включая сапропели. Обеспечивает прием исходных компонентов из самосвального транспорта и загрузку их в расходные бункера; подачу исходных компонентов из расходных бункеров в бункер устройства для дозирования сыпучих кормов; их технологического взвешивания в ручном и автоматическом режиме управления, подачу исходных компонентов в смеситель; ввод добавок в смеситель при ручном ратаривании; смешивание компонентов и выгрузку готовой смеси из смесителя с возможностью ручного затаривания в мешки [2]. Здесь используются четыре весоизмерительных тензодатчика в весоизмерительном дозаторе и два в бункере на стадии расфасовки.

Весовыбойное оборудование ВВ-10 предназначено для фасовки сыпучих и гранулированных продуктов в мягкие большегрузные контейнеры типа big-bag емкостью от 0,5 до 2м<sup>3</sup>. Оборудование имеет электропневматическое управление, основанное на преобразовании сигналов, поступающих с пульта управления и тензометрических датчиков (выделенных на рисунке 2в) на управляющий контроллер. ВВ-10 относится к группе фасовочных полуавтоматов [3].

### Заключение

Методы и средства тензометрирования позволяют находить наиболее оптимальные и совершенные конструктивные решения, значительно повышать точность дозирования дозирующих и фасовочных приспособлений, изучать влияние различных технологических факторов на прочность конструкций.

### Литература

1. Каталог разработок РНПЦ НАН Беларуси про механизации сельского хозяйства <http://belagromech.basnet.by/research/catalogue/forage/e0c9be1b81807c51.html> (режим доступа 17.04.2014).
2. Каталог разработок РНПЦ НАН Беларуси про механизации сельского хозяйства <http://belagromech.basnet.by/research/catalogue/forage/os-3.html> (режим доступа 21.04.2014)

3. Каталог разработок РНПЦ НАН Беларуси про механизации сельского хозяйства <http://belagromech.basnet.by/research/catalogue/grain/a183a248fd83b82a.html> (режим доступа 21.04.2014)

**Abstract**

*In article types of tensometric converters, their application in agricultural mechanical engineering are considered, examples of new samples of the Belarusian agricultural machinery are given and illustrated.*

**УДК 631.17:[631.89: (547.992:631.87)]**

**АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ  
СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ГУМИНОВЫХ УДОБРЕНИЙ**

**К.Н. Сорокин**

*Российской Академии кадрового обеспечения АПК, г. Москва,  
Российская Федерация*

*Проанализированы результаты внесения органо-минеральных удобрений в 2013 сельскохозяйственном году и в предыдущие периоды, сделаны выводы о необходимости поддержания плодородия почв, в том числе и использования комплексных удобрений на базе гуминовых. В связи с отсутствием специализированного оборудования для получения гуминовых удобрений бесциклоной экстракции обоснована актуальность новых технических решений для их производства.*

**Введение**

При положительных результатах работы сельского хозяйства в 2013 г. прирост производства продукции составил 6,2%, в том числе растениеводства – 12%. Актуальными остаются вопросы эффективного использования агрохимических удобрений и органики в целях повышения урожайности зерновых и других сельскохозяйственных культур.

В России в среднем производится около 18 млн. тонн минеральных удобрений в пересчете на действующее вещество.

В 2013 году сельхозтоваропроизводители приобрели 2,4 млн. тонн д.в., что составляет 14% от произведённого объема.

## Секция 2 Инновационные технологии в АПК

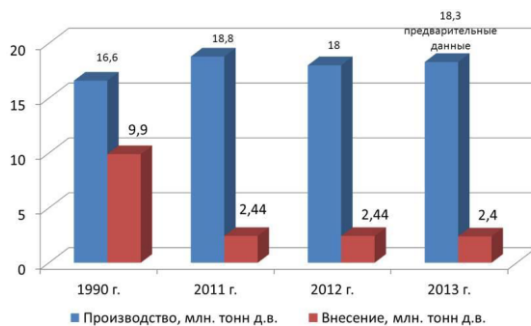


Рисунок 1 - Динамика производства и потребления минеральных удобрений, млн. д.в.

В пересчете на 1 гектар посевной площади в 2013 году в среднем по России внесено 32 кг д.в. минеральных удобрений (на уровне 2009-2012 гг.).

Из-за недостатка внесения удобрений в земледелии сложился отрицательный баланс питательных веществ, и в текущем году он составил около 9,4 млн. тонн питательных веществ.

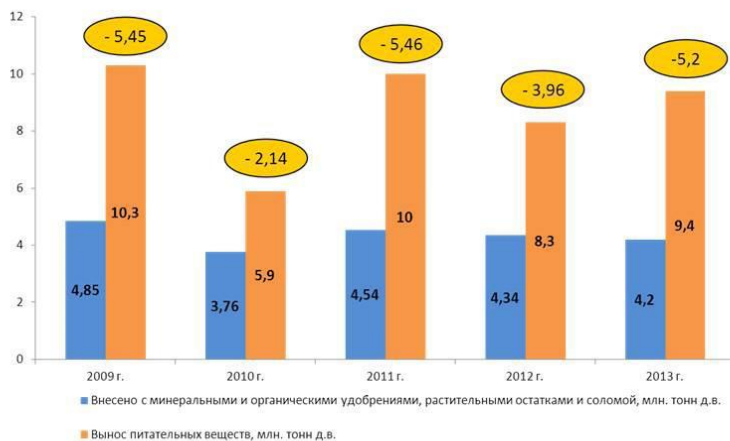


Рисунок 2 - Баланс питательных веществ в земледелии Российской Федерации

За последние 5 лет из почвы с урожаем сельскохозяйственных культур вынесено 43,9 млн. тонн д.в., внесено – 21,7 млн. тонн. Отрицательный баланс за 5 лет составил 22,2 млн. тонн д.в., за 10 лет – 86,9 млн. тонн.

Низкая культура земледелия и отрицательный баланс питательных веществ в севооборотах – важнейшие причины получения низких урожаев.

В табл. 1 отмечены регионы, в которых на один гектар вносится менее 15 кг.

Таблица 1 - Регионы Российской Федерации, использующие на 1 га посева сельскохозяйственных культур менее 15 кг д.в. минеральных удобрений (2013 г.)

Регионы	Внесено кг/га посева с/х культур	Регионы	Внесено кг/га посева с/х культур
Российская Федерация	32	Российская Федерация	32
Республика Алтай	1	Костромская область	6
Республика Тыва	1	Тверская область	6
Забайкальский край	2	Кемеровская область	7
Омская область	2	Республика Бурятия	7
Оренбургская область	2	Томская область	9
Челябинская область	2	Республика Хакасия	11
Алтайский край	3	Смоленская область	12
Саратовская область	4	Удмуртская Республика	13
Республика Калмыкия	5	Республика Марий-Эл	13
Новосибирская область	5	Иркутская область	14

В соответствии со статьей 3.1 Федерального закона от 16 июля 1998 г. № 101-ФЗ «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» осуществление мероприятий в области обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения является обязанностью субъектов Российской Федерации. Тем не менее, плодородие почв продолжает ухудшаться.

По данным агрохимслужб 35% пахотных земель имеют повышенную кислотность; 31% – низкое содержание гумуса; 22% – недостаток фосфора и 9% – недостаток калия. Это видно на рис. 3.

## Секция 2 Инновационные технологии в АПК

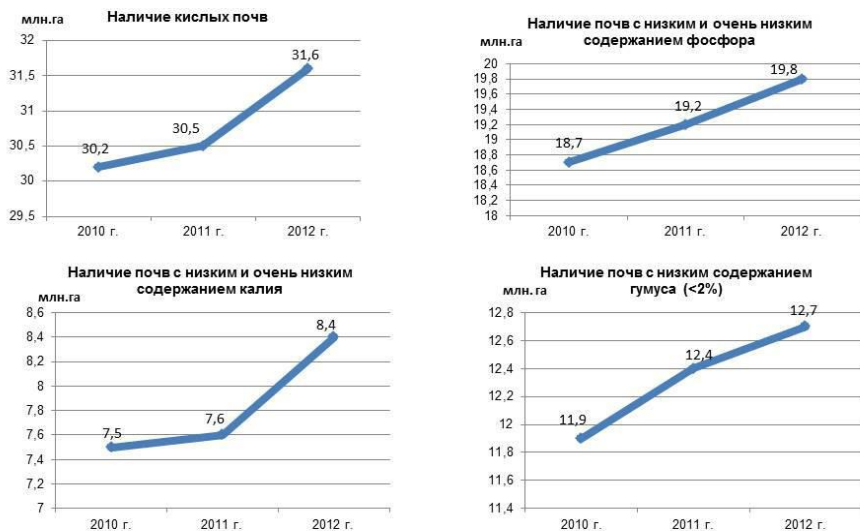


Рисунок 3 - Качественное состояние пашни в Российской Федерации, млн. га

20,8 млн. га пашни не используются, из которых 31% – закустарено и зарастает лесом, около 9% – подвержены эрозии и 2% – заболочены и подтоплены.

Таблица 2 - Неиспользуемая пашня и ее качественное состояние (по состоянию на 01.01.2014)

Качественное состояние неиспользуемой пашни	Млн. га	%
Неиспользуемая пашня	20,8	-
в том числе:		
закустаренная и залесенная	6,5	31,2
заболочивание и подтопление	0,5	2,4
эрозия	1,9	9,1
Пашня пригодная для введения в с/х оборот при проведении комплексного агрохимического окультуривания полей	11,9	57,2

В 2014 году для проведения сезонных полевых работ, по данным органов управления АПК субъектов Российской Федерации, планируется внести 2,55 млн. тонн д.в., в том числе при проведении весенних полевых работ – 1,76 млн. тонн д.в.

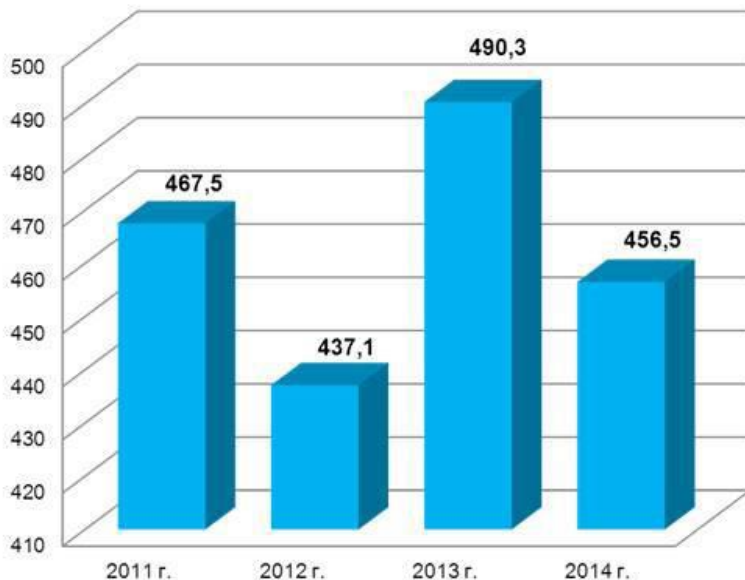


Рисунок 4. Информация по приобретению сельхозтоваропроизводителями минеральных удобрений в Российской Федерации для весенних полевых работ

Однако при среднем внесении минеральных удобрений по Российской Федерации 32 кг на 1 га - это в 3,5-4 раза меньше нормы.

Накопленные ресурсы минеральных удобрений в АПК России на 10.02.2014 г. (с учетом остатков 2013 года) составляют 456,5 тыс. тонн д.в., что на 33,8 тыс. тонн д.в. меньше, чем на соответствующую дату в 2013 году.

Сдерживающим фактором применения минеральных удобрений является и цена на них.

Сравнительный анализ цен за 2013 и 2014 гг. представлен в табл. 3.

Таблица 3 - Декларируемый максимально возможный уровень цен на минеральные удобрения для поставок сельхозтоваропроизводителям России на 2014 год (FCA-завод, без НДС, насыпь, руб. за 1 тонну физ. веса)

Продукт	2013 год		2014 год		
	январь	февраль	январь	февраль	±, февраль к январю
<b>ОАО "Акрон"</b>					
Аммиачная селитра	8 580	8 580	8 690	8 690	0
Карбамид	-	-	-	-	-
НРК 16:16:16	12 280	12 280	12 347	12 180	-167
<b>ОАО "КуйбышевАзот"</b>					
Аммиачная селитра	8 900	8 900	8 100	9 600	1 500
Карбамид	11 900	11 900	9 450	11 510	2 060
<b>ООО "Менделеевсказот"</b>					
Аммиачная селитра	10 321	10 321	9 880	10 299	419
<b>ОАО "Минудобрения" (г.Россошь)</b>					
Аммиачная селитра	8 600	8 600	8 700	9 700	1 000
НРК 16:16:16	13 100	12 900	11 950	11 950	0
<b>ОАО "ОХК "УРАЛХИМ"</b>					
Аммиачная селитра	8 400	8 500	8 700	9 700	1 000
Карбамид	-	-	-	-	-
Аммофос	15 300	15 300	13 600	14 600	1 000
Динаммофоска	15 300	15 300	13 000	14 000	1 000

**Не задекларировали цены на минеральные удобрения:**

ОАО «МХК "ЕвроХим», ОАО «Газпром нефтехим Салават», ОАО «СДС Азот» - КОАО «Азот», г. Кемерово, ОАО «СДС Азот» - ООО «Ангарский азотно-туковый завод», ОАО «Уралкалий», ЗАО «ФосАгро АГ»

Как показывает анализ данной ситуации, у многих руководителей, как производителей, так и управленцев, уже сложился стереотип, что при расчетах валового сбора урожая зерна достаточно определить потребность в азоте, фосфоре и калии.

Вместе с тем плодородие почв характеризуется не только содержанием гумуса, но и микроэлементами, роль которых в получении стабильных урожаев сельскохозяйственных культур столь же значима, сколь и основных элементов минерального питания.

Однако, чем выше продуктивность, тем большую роль приобретает сбалансированность всех макро- и микроэлементов. Соответственно увеличивается и «цена ошибки» – недобор урожая.

**Цель наших исследований:** учитывая вышесказанное, мы ставим себе задачу получать более 40-50 ц/га зерновых культур, и здесь нужен качественно иной уровень регулирования почвенного плодородия.

**Методика** Воспроизводство плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения должно осуществляться не только за счет внесения минеральных удобрений, но и за счет биологических агроприемов: возделывание бобовых трав, заплата сидератов и стерни зерновых культур.

При средних урожаях зерновых 2-3 т/га в почву с соломой можно вернуть 10-15 кг азота, 5-8 кг фосфора и 18-24 кг калия.

Поэтому для этих целей актуальным является использование органических удобрений, получаемых из торфа (гуминовые удобрения), стои-

мость которых дешевле минеральных в 2,5-3 раза. При этом гуминовые удобрения в основном являются нейтральными к абсолютному большинству микроэлементов, что подчеркивает необходимость исследования возможности организовать промышленное производство комплексных удобрений под планируемую урожайность.

Результаты и обсуждения, проведенные исследования за 2010-2013 гг. показали отсутствие в Российской Федерации оборудования для получения гуминовых удобрений на основе новых технических решений их производства без использования щелочной экстракции.

По составу гуминовые препараты очень близки к природному почвенному комплексу. Они наиболее полно удовлетворяют потребности растений в элементах минерального и органического питания и веществах, от которых зависят их развитие, урожайность, устойчивость к заболеваниям и неблагоприятным внешним условиям.

Применение гуминовых удобрений способствует не только повышению урожайности культур, но и снижению содержания нитратов, повышению содержания сахаров, витаминов и белков в плодово-ягодной и овощной продукции. Гуминовые вещества связывают радионуклеиды и тяжелые металлы, попадающие в почву. Они переводят их в водонерастворимые соединения, которые недоступны для растений, и стимулируют развитие почвообразующей микрофлоры. В итоге разложение попавших в почву средств химической защиты растений ускоряется. За счет интенсификаций биохимических процессов недоступные прежде элементы питания переходят в доступную форму; улучшается сама структура почвы.

Однако, несмотря на наличие высокого уровня теоретических исследований и огромного количества положительных результатов, промышленные методы производства гуминовых удобрений недостаточно разработаны. Анализ научно-технической и патентной литературы показывает, что применяемые сегодня методы, основанные как на обработке торфа растворами щелочей, так и механической его обработке, не позволяют перевести в водорастворимую форму значительную часть гуминовых веществ торфа. Кроме того, получаемый разными производителями продукт имеет низкие потребительские качества: наличие балласта (остаточного торфа); невозможность точного дозирования; низкая концентрация действующих веществ и т.д. Подавляющее большинство зарегистрированных в России гуминовых удобрений имеют концентрацию действующих веществ 2-3%. Выпуск же специализированного измельчающего оборудования для подготовки торфа к производству гуминовых удобрений в стране практически отсутствует.

ВНИМС с 2010г. проводит работы по исследованию и разработке специализированного оборудования для производства гуминовых удобрений, отвечающих современным агротехническим требованиям их качества.

На первом этапе в 2010-2011гг. была разработана, изготовлена и испытана установка для производства балластных гуминовых удобрений. Эта установка позволяет производить гуминовые удобрения путем экстракции гуминовых кислот, осуществляемой при температуре воды 18 С с одновременным барботированием, введением щелочи и торфяной смеси. Однако она имеет существенный недостаток: не решены вопросы фильтрации полученной продукции, что усложняет процесс внесения гуминовых удобрений с помощью опрыскивателей, поскольку неотфильтрованные гуминовые удобрения приводят к забиванию форсунок распылителей.

Актуальной становится разработка эффективных технологий переработки торфа без применения щелочных растворов: для этого необходимо создание новых технических средств, одним из которых является ультразвуковой кавитатор.

В 2012-2013гг. были разработаны новые технические средства, которые вошли в состав единого блочно-модульного комплекса по производству гуминовых удобрений по трем технологиям: с щелочной экстракцией суспензии торфа, без щелочной экстракции путем ультразвукового диспергирования и комбинированным способом, сочетающим в себе первые два.

Все это позволило провести исследования в направлении поиска технических решений по модернизации отдельных узлов и элементов блочно-модульного комплекса по производству удобрений с использованием программного управления технологическими процессами под заказ сельскохозяйственного товаропроизводителя.

В 2014году за счет новых технических решений использования основных узлов и агрегатов была собрана технологическая линия по производству гуминовых удобрений. Качественный анализ полученных удобрений показал высокое содержание в них гуминовых и фульвовых кислот. В этом и заключается актуальность проблемы создания новых технических средств для промышленного производства гуминовых удобрений.

Сегодня разрабатывается компьютерное управление производством гуминовых удобрений под заказ сельскохозяйственного товаропроизводителя и запланированную урожайность сельскохозяйственных культур. Для этого используются материалы картографирования земель и агрохимические показатели почв.

### **Заключение**

1. Анализ количественных и качественных показателей органоминеральных удобрений в сельском хозяйстве Российской Федерации показывает их недостаточность для поддержания плодородия почв.

2. Одним из эффективных способов повышения плодородия почв является целевое внесение комплексных удобрений на основе гуминовых.

3. Учеными ГНУ ВНИМС за 2010-2014гг. решены технические вопросы по созданию технологических линий производства комплексных удобрений под заказ сельхозтоваропроизводителей и планируемую урожайность. При этом актуальным остается вопрос их промышленного производства.

### Литература

1. Сорокин, К.Н., Белых, С.А. Алгоритм программы расчета доз комплексных удобрений при управлении производством гуматов: сб. докл. международной научно-практич. конференции «Актуальные проблемы агроинженерии и их инновационные решения» / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А.Костычева, 19-20 ноября 2013г. - Рязань: РГАТУ, 2013. - С.272-277.

2. Сорокин, К.Н. Технические проблемы производства гуминовых удобрений // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2014. - №1, С.43-45. 3. Никитин В.С., Сорокин К.Н. Программа «Расчет технико-экономических показателей производства сельскохозяйственных культур на основе технологических карт» / Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014613353 от 25 марта 2014г.

3. Никитин, В.С., Сорокин, К.Н. Расчет технико-экономических показателей производства сельскохозяйственных культур на основе технологических карт: программа для ЭВМ // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014613353 от 25 марта 2014г.

### УДК 65.45.03

### ПОЛУЧЕНИЕ КОРМОВОГО БЕЛКА ПУТЕМ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ ДРОЖЖЕВЫМИ КУЛЬТУРАМИ

**А.Ф. Ильюшенко<sup>1</sup>, д.т.н., профессор, член-корр НАНБ, Н.Н. Якимович<sup>2</sup>, к.т.н, И.В. Якимович<sup>2</sup>, Р.А.Кусин<sup>3</sup>, к.т.н, И.Н. Черняк<sup>1</sup>,  
Д.И. Жегздринь<sup>1</sup>, К.М. Кудравец<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> ГНУ «Институт порошковой металлургии», <sup>2</sup> ГНУ «Институт физико-органической химии НАН Беларуси», <sup>3</sup> УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

*Приведены результаты лабораторных исследований по переработке подсырной, творожной и казеиновой молочных сывороток дрожжевыми культурами. Подтверждена эффективность выбранного направления работ.*

### **Введение**

В системе агропромышленного комплекса наибольшее воздействие на окружающую среду оказывают предприятия молочной промышленности. В настоящее время в нашей республике при переработке молока и производстве сыров, творога и казеина образуется более 1500 тыс. тонн молочной сыворотки в год. Более 25 % из этого количества сбрасывается в канализацию, что наносит значительный урон окружающей среде. При этом в молочной сыворотке содержится 50 % сухих веществ молока, включающих до 250 различных соединений (в т.ч. азотистые, микро- и макросоединения, молочный жир, минеральные соли, лактоза, витамины, ферменты, органические кислоты) [1]. Современные технологии переработки молочной сыворотки, позволяют только частично решить проблему ее утилизации, поскольку или не являются безотходными (процессы производства лактозы и биогаза), или малотоннажны (производство напитков и пищевого белка), или весьма затратны, а их продукт не содержит достаточного содержания протеина для использования в качестве кормовой добавки (производство сухой молочной сыворотки) [2]. При этом укрепление кормовой базы животноводства и повышение продовольственной безопасности страны за счет импортозамещения источников кормового белка является важной государственной проблемой.

### **Основная часть**

Наиболее перспективным путем решения обеих задач – утилизации молочной сыворотки и укрепления собственной кормовой базы – на наш взгляд является разработка технологии получения кормового белка с применением методов биотехнологии, представляющей собой применение научных и инженерных принципов для переработки веществ органической и неорганической природы биологическими агентами с целью получения различных агентов и услуг; от химической технологии биологическую отличает низкая исходная концентрация целевого продукта [3, 4].

На основании предварительных исследований, наиболее перспективным способом решения данной проблемы был принят метод превращения содержащейся в сыворотке лактозы в белок путём культивирования в ней одноклеточных организмов, в частности, дрожжей, которые, используя молочный сахар в качестве основного источника энергии, способны превращать не усваиваемый животными организмами минеральный азот в полноценный белок своего тела.

Для выполнения поставленной задачи были проведены селекционные работы, скрининг восьми промышленных штаммов микроорганизмов по способности образования белковой биомассы на питательной среде, содержащей в качестве источника углеводов и ростковых факторов компо-

ненты творожной, подсырной и казеиновой молочной сыворотки. Установлено, что при использовании в качестве питательной среды молочной сыворотки наиболее высокую активность имеет штамм-продуцент микробного белка *DebaryomycesFansenii*Y-4 (*D.f.v.*). Исследования, проведенные на лабораторном биореакторе EDF-5.2 производства фирмы A/S «BiotehniskaisCentrs» (Латвия) подтвердили высокую продуктивность штамма *D.f.v.* На рисунке 1 представлено оборудование в процессе ферментации.



Рисунок 1 - Лабораторный биореактор

Установлено, что оптимальное накопление биомассы продуцента микробного *D.f.v.* при культивировании на питательной среде с использованием казеиновой молочной сыворотки составляет 29,5 г/л (абсолютно сухой массы), с использованием подсырной и казеиновой сыворотки – 33,0 г/л. При этом, в питательную среду при использовании всех видов сыворотки для максимального накопления биомассы необходимо вносить минеральные соли (сульфат аммония – 3,5 г/л, однозамещенный фосфорнокислый калий – 1,0 г/л). Внешний вид полученного продукта представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 - Кормовой белок, полученный в результате переработки молочной сыворотки.

Предварительные расчеты показывают, что рентабельность процесса в случае его реализации в промышленном масштабе составляет не менее 15 %.

Следует отметить, что осуществление процесса переработки невозможно без обеспечения стерильным воздухом и его эффективной диспергации аэрирующими устройствами. Кроме того, необходимо защитить окружающую среду от обсеменения микроорганизмами, участвующими в процессе ферментации.

При осуществлении данного процесса для стерилизации воздуха, входящего в биореактор, и очистки отходящего воздуха, были использованы отечественные фильтроэлементы с тонкостью очистки 0,2 мкм. Кроме того, в перспективе с целью импортозамещения при проведении опытных работ, ферментер планируется оснастить порошковыми аэрирующими элементами, обладающими более высокой степенью эффективности (более 40%) насыщения кислородом воздуха культуральных сред.

### **Заключение**

Таким образом, в результате лабораторных исследований установлено, что переработка молочной сыворотки дрожжевыми культурами с целью получения кормового белка является перспективным путем решения проблемы ее утилизации.

Установлен штамм-продуцент микробного белка, обеспечивающий максимальное накопление биомассы. Также установлено, что для максимального накопления биомассы необходимо вводить минеральные соли: сульфат аммония и однозамещенный фосфорнокислый калий в количестве 3,5 и 1,0 г/л соответственно.

### **Литература**

- 1 Храмцов, А.Г. Молочная сыворотка [Текст] – М.: Агропромиздат, 1990.-240 с.
- 2 Храмцов, А.Г. Технология продуктов из молочной сыворотки [Текст] / А.Г. Храмцов, П.Г. Нестеренко. – М.: ДеЛипринт, 2004. – 587 с.
- 3 Мишунин, И.Ф. Этюды о биотехнологии [Текст] / И.Ф. Мишунин, М.И. Шевченко / – Киев: Наукова думка, 1989. – 152 с.
- 4 Бекер, М.Е. Биотехнология микробного синтеза [Текст] / М.Е. Бекер, М.Ж. Кристопсонс, У.Э. Виестур [и др.]; под ред. М.Е. Бекера // - Рига: Зинатне, 1980. – 350 с.

### **Abstract**

*The results of laboratory studies on the processing of cheese whey, curd and milk casein serums by yeast cultures have been provided. The effectiveness of the selected areas of work has been confirmed.*

УДК 631.348.45

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРЕБУЕМОГО КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОБОРОТНЫХ ПЛУГОВ С КАТКОВЫМИ ПРИСТАВКАМИ**

**И.С. Крук, к.т.н., доцент, Ф.И. Назаров, аспирант**

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

*Обоснована эффективность использования дополнительных почвообрабатывающих устройств в пахотных агрегатах. Предложен механизм крепления приставок на рамах энергетического средства и плуга, который позволяет изменять величину воздействия почвообрабатывающих рабочих органов на почвенные пласты и обеспечить требуемое качество выполнения технологического*

**Введение**

Наиболее энергоемким и трудоемким процессом в технологии возделывания и уборки сельскохозяйственных культур является обработка почвы. На ее выполнение расходуется около 40% энергетических и 25% трудовых затрат от их общего количества [1]. В совокупности с другими факторами, некачественная и несвоевременная обработка почвы может быть одной из причин целого ряда негативных последствий механизации: снижение плодородия, повышение плотности верхних слоев, усиление эрозийных процессов и возникновение проблемы почвосбережения.

Наибольшее распространение в нашей республике получили следующие виды обработки почвы: вспашка, лушение, фрезерование, культивация, боронование и прикатывание. Для снижения затрат на проведение данных операции применяют комбинированные агрегаты, которые обеспечивают выполнение нескольких операций обработки почвы за один проход по полю, что уменьшает воздействие ходовых систем машинно-тракторных агрегатов на структуру и плотность почвы и позволяет сократить время ее подготовки под посев. Самой энергозатратной операцией является основная обработка почвы, так как в ходе ее выполнения плугу необходимо подрезать, перемешать, измельчить и обернуть почвенный пласт. Отказ от проведения основной обработки ввиду сильной засоренности почв республики сорняками на данный момент невозможен, поэтому возрастает актуальность повышения ее эффективности и снижения затрат на проведение.

С целью рациональной загрузки энергетических средств, повышения качества основной обработки и снижения энергетических затрат на выпол-

нение последующих почвообрабатывающих операций в конструкциях плугов широко применяются различные дополнительные устройства для поверхностной обработки почвенных пластов. Они обеспечивают разрушение комков и предотвращение образования глыб, более тесное размещение почвенных агрегатов, увеличение капиллярной пористости, создание более однородного состояния обрабатываемого слоя, частичное выравнивание поверхности почвы и сохранение накопленной влаги. С агротехнической точки зрения, применение дополнительных устройств в конструкциях плугов позволяет оптимально использовать время, обеспечить требуемое качество подготовки почвы к посеву и совместить агротехнические приемы для борьбы с потерями почвенной влаги. Кроме того, качество обработки верхнего слоя почв легкого и среднего механического состава рабочими органами приставок позволяет подготовить их к посеву за один проход агрегата и создать условия для качественной работы почвообрабатывающих посевных агрегатов. Следует отметить, что даже распространенные приспособления не обеспечивают одинаковую обработку одних и тех же почв при различных климатических условиях, не говоря уже о различных типах – легкой и тяжелой. Значит, одним из основных требований к проектированию конструкций и рабочих органов почвообрабатывающих приспособлений к пахотным агрегатам, является обеспечение требуемого качества обработки различных почв вне зависимости от климатических условий при минимальных затратах времени на настройку и регулировку.

### Основная часть

Критерии, по которым оценивается качество обработки почвы, определены агротехническими требованиями. Так прикатывание не допускается проводить на пересохших и переувлажненных почвах. На пересохших почвах после прохода катка поверхностный слой сильно разрыхлен и подвержен ветровой эрозии. На переувлажненных почвах после прохода катка почва переуплотняется, что приводит к потере урожая и увеличению затрат на проведение последующих операций. Рекомендуется проводить обработку почвы в состоянии физической спелости, когда обеспечивается хорошее выравнивание, крошение и уплотнение почвы, а так же снижаются затраты топлива на 10–14%. На почвах легкого механического состава физическая спелость почвы наступает при влажности 40–70%, на тяжелых и глинистых 50–65%.

Агротехникой возделывания определяется рабочая скорость движения агрегата, которая при вспашке не должна превышать в зависимости от состояния и типа почвы 6...9 км/ч, при прикатывании – 12 км/ч. При вспашке на максимально допустимых скоростях пласт крошится на более мелкие фракции, что положительно влияет на качество обработки. При прикаты-

вании на максимальных скоростях улучшается крошение поверхностного слоя почвы, но она уплотняется на меньшую глубину. Для того, чтобы исключить данный недостаток увеличивают давление катка на почву. В водоналивных катках оно регулируется количеством заливаемой в цилиндр воды, в кольчато-шпоровых – массой грузов, помещаемых в балластные ящики. Значит, рабочая скорость движения пахотного агрегата с приставкой, должна быть в пределах 6...9 км/ч, что позволит меньше догружать катки дополнительной нагрузкой. Однако на некоторых типах почв неизбежно возникает необходимость ее увеличить. В случаях, когда в комбинированных пахотных агрегатах используются приставки, навешиваемые спереди трактора (рис. 1,а) или прицепные (рис. 1,в), применяются методы регулирования как и в обыкновенных катках.



а)



б)



в)

Рисунок 1 - Схемы установки катковых приставок на пахотных агрегатах:  
а, б – навешиваемые; в – прицепные

В настоящее время наиболее распространены приставки, навешиваемые на раму плуга (рис. 1,б). При данном способе существует ограничение по массе и традиционные методы регулировки давления катков на почву неприемлемы. Данный тип приставок чаще всего используют для рациональной загрузки энергетического средства и повышения качества основной обработки, при этом параметры рабочих органов конструкторами не обосновываются, а устанавливаются интуитивно. Конструктивная особенность, возникающая при данном типе агрегатирования приставки с плугом, позволяет регулировать давление рабочих органов приставки на почву, изменяя ее положение относительно плуга в вертикальной плоскости. Для этого применяют ступенчатые и бесступенчатые способы регулирования.

Нами предложена конструкция механизма навешивания приставки [2], которая позволяет изменять ее положение относительно плуга в вертикальной плоскости. Комбинированный агрегат (рис. 2) состоит из плуга 1, к раме 2 которого шарнирно крепится балка 3, на которой при помощи кронштейнов 4 и 5 закреплена рамка 7 с секцией рабочих органов 8 приставки. Между балкой 3 и кронштейном 5 установлен гидроцилиндр 6.

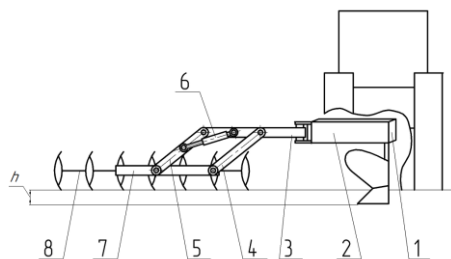


Рисунок 2 - Схема механизма крепления приставки к раме плуга

Механизм регулировки величины давления рабочих органов на почву в данном агрегате работает следующим образом. Перед началом работы определяется тип почвы и устанавливается требуемое положение рабочих органов приставки относительно корпусов плуга ( $h$  – расстояние между нижней кромкой диска и нижней точкой лемеха корпуса плуга). Для этого штоком гидроцилиндра 6 нижний шарнир кронштейна 5 в вертикальной плоскости перемещается по дуге. При перемещении вниз значение  $h$  уменьшается, значит воздействие агрегата на кронштейн 5 и на рамку 7 с секцией рабочих органов 8, возрастает. В данном случае для обеспечения необходимого давления рабочих органов на почву используется вес агрегата, что дает требуемое качество обработки почвы за один проход и снижает затраты энергии на выполняемый технологический процесс. При перемещении нижнего шарнира кронштейна 5 по дуге вверх, значение  $h$  увеличивается и давление рабочих органов на почву будет уменьшаться.

Исходя из вышесказанного, важными являются исследования по обоснованию параметра  $h$  для различных рабочих органов приставки и условий, при которых выполняется технологическая операция.

### Заключение

В результате выполненного анализа конструкций комбинированных пахотных агрегатов, условий их работы, агротехнических требований к качеству обработки почвы и способов изменения величины давления катков на почву предложен механизм навешивания приставок, который позволяет изменять величину воздействия рабочих органов на почвенные пласты и обеспечить требуемое качество выполнения технологического процесса. Обоснован геометрический параметр установки рабочих органов приставки относительно корпусов плуга в вертикальной плоскости во время работы, позволяющий устанавливать требуемую величину давления на поверхностный слой почвы при подготовке агрегата к работе.

### Литература

1. Фирсов, И.П. Технология производства продукции растениеводства / Фирсов И.П. и др. – М.: Агропромиздат, 1989. – 432 с.

2. Комбинированный почвообрабатывающий агрегат : пат. 15953 Респ. Беларусь, МПК А 01В 49/02 А 01В 63/114 / И.С. Крук и др.; заявитель Белорусск. гос. аграрн. техн. ун-т. - № а20100320 ; заявл. 05.03.2010 ; опубл. 30.10.2011 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлект. уласцівасці. – 2011.– № 5.

### Abstract

*The efficiency of the use of additional devices in tillage arable units. The mechanism of fixing consoles on the frames energy facilities and plow, which allows you to change the magnitude of the impact of tillage on soil working bodies layers and provide the required quality of the process*

УДК 621. 435.

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМЕ РЕЦИРКУЛЯЦИИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Н.А. Поздняков<sup>1</sup>, зав сектором, Т.А. Варфоломеева<sup>2</sup>, ст. преподаватель,  
<sup>1</sup>ОИМ НАН Беларуси, <sup>2</sup>УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

*Рассмотрены механизмы образования компонентов отработавших газов дизельных двигателей, описана модель рабочего процесса и образования вредных веществ в отработавших газах двигателя с системой их рециркуляции. Приведены результаты расчетных исследований и обоснованы оптимальные значения степени рециркуляции.*

### Введение

Современные тракторные дизели, оснащенные эффективными системами управления и регулирования параметров рабочего процесса имеют высокие массогабаритные показатели, показатели топливной экономичности, низкий уровень шума и вибрации. Учитывая, что на долю дизелей приходится более 30% суммарной установленной мощности транспортных и тяговых энергетических установок и более 25% их токсичных выбросов [5], применение дизелей в районах возделывания сельскохозяйственных культур оказывает отрицательное воздействие на экологическую обстановку, приводит к снижению урожайности культур и продуктивности сельскохозяйственных животных, ухудшению качества кормов.

### Основная часть

Перспективные экологические требования к дизельным двигателям грузовых автомобилей и внедорожной техники (Euro 4 и Euro 5), а так же тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин (Tier 3A, и в перспективе Tier 3B) предусматривают значительное снижение эмиссии оксидов азота ( $NO_x$ ) и твердых частиц (ТЧ). Например, стандарты по экологической безопасности Euro 5 предусматривают снижение выбросов  $NO_x$  примерно на 30%, а ТЧ – на 80% по сравнению с требованиями Euro 4.

С целью выполнения требований экологических стандартов производители дизельных двигателей вынуждены проводить исследования эффективности применения различных устройств, снижающих содержание оксидов азота в отработавших газах дизелей.

Наиболее широкое применение в настоящее время получили несколько видов устройств, снижающих эмиссию  $NO_x$ . Их можно разделить на три основные группы.

1. Использование каталитических нейтрализаторов вредных веществ в отработавших газах. Они устанавливаются в выпускной системе дизеля (перед глушителем). Нейтрализация вредных веществ происходит под действием катализатора (палладий, родий, платина). При этом оксиды азота восстанавливаются на безвредные азот и кислород. В большинстве случаев нейтрализаторы оказывают тройное действие (кроме восстановления  $NO_x$  каталитическое вещество способствует доокислению  $CO$  и  $CH$ ).

Недостатком такого способа снижения эмиссии является необходимость использования редкоземельных металлов. На долю каталитических нейтрализаторов приходится 35% мирового потребления платины, 45% палладия и 90% родия.

2. Система SCR (Selective Catalytic Reduction, что можно перевести как «селективный каталитический преобразователь»). Принцип действия системы SCR заключается в химической реакции аммиака (или чаще – мочевины) с окисью азота выхлопных газов, в результате которой образуются безвредные азот и водяной пар. Реагент, из-за своего синего цвета получивший название AdBlue, впрыскивается в выхлопную систему и смешивается с отработавшими газами.

Главный недостаток SCR – необходимость периодической заправки AdBlue. Бака на 10 л. хватает среднетоннажному автомобилю на 400...500 км.

3. Наиболее эффективной для использования в тракторных дизелях является система EGR (Exhaust-Gas Recirculation) – рециркуляции отработавших газов (рис. 1). Приведенная схема носит общепринятый характер и используется в настоящее время большинством производителей двигателей, и может отличаться конструкцией отдельных устройств.

Процесс рециркуляции представляет собой перепуск части (5...25%) охлажденных отработавших газов (ОГ) мимо турбины во впускной коллектор (после компрессора). Смешивание охлажденных отработавших газов с впускаемым воздухом снижает содержание кислорода в горючей смеси. В результате этого снижается температура сгорания, которая, в свою очередь, снижает образование окислов азота, уже во время процесса сгорания.

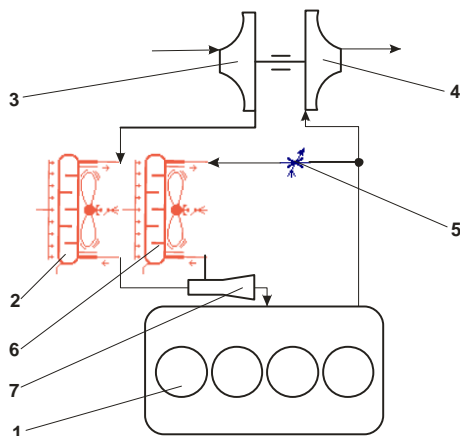


Рисунок 1 - Схема системы рециркуляции отработавших газов:

1 – двигатель; 2 – охладитель надувочного воздуха; 3 – компрессор; 4 – турбина; 5 – регулятор рециркуляции ОГ; 6 – охладитель рециркулирующих ОГ; 7 – сопло Вентури.

Оптимальное значение доли рециркулирующего газа (степени рециркуляции) зависит от режима работы двигателя, поэтому в системе предусмотрен регулятор 5. Смешивание ОГ и сжатого воздуха происходит в сопле Вентури 7. Иногда используются схемы отбора рециркулирующих ОГ после турбины, и смешивание их с воздухом перед компрессором

При моделировании образования оксидов, предполагается, что цилиндр разделен на две зоны: зону свежего заряда и зону сгоревшего газа. Зона свежего заряда состоит из воздуха, топлива и остаточных газов. Во время сгорания объем зоны сгоревших газов увеличивается. При расчете сгорания предполагается, что локальное значение коэффициента избытка воздуха линейно меняется от начального значения  $\alpha_0 < 1$  до 1. Текущее значение коэффициента избытка воздуха при сгорании  $\alpha$ , является функцией угла поворота коленчатого вала  $\varphi$ .

$$\alpha_i = \alpha_0 + \frac{1 - \alpha_0}{\varphi_z} \varphi,$$

где:  $\varphi_z$  – продолжительность сгорания по углу поворота коленчатого вала.

Возможности используемой методики:

- пошаговое вычисление равновесной концентрации компонентов продуктов сгорания для 18 компонентов в зоне сгоревших газов [1];
- кинетический способ расчета «термических» оксидов азота по цепному механизму Зельдовича [3].

В качестве объекта моделирования принят перспективный дизельный автомобильный двигатель мощностью 140 кВт производства Минского моторного завода. Технические параметры двигателя представлены в табл. 1.

Таблица 1. Технические данные двигателя

Наименование показателя	Значение
Расположение цилиндров	4L
Рабочий объем, л	4,75
Диаметр цилиндра и ход поршня, мм	110/125
Степень сжатия	17,5
Удельный расход топлива, г/кВт ч (г/л.с. ч)	210 (154)
Мощность, кВт (л.с.)	140 (190)
Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	2300
Максимальный крутящий момент, Нм	681
Частота вращения при максимальном крутящем моменте, мин <sup>-1</sup>	1600
Масса, кг	500...540

Целью моделирования является определение уровня эмиссии вредных веществ и значений основных показателей двигателя при различных значениях степени рециркуляции отработавших газов на режимах работы, соответствующих внешней скоростной характеристике.

На двигателе используется аккумуляторная топливная система типа Common Rail с однофазным впрыском. Характеристика впрыска топлива, использованная при моделировании, представлена параметрически (рис. 2), и подбиралась, исходя из условия не превышения давления впрыска 180 МПа (1800 бар). Таким образом, требуемая цикловая доза топлива на каждом из скоростных режимов устанавливалась путем расчета продолжительности впрыска при заданной пропускной способности распылителя с учетом коэффициента расхода сопел.

В модели системы турбонадува использовалась таблично заданная характеристика нерегулируемого турбокомпрессора CZ. Охлаждение наддувочного воздуха и перепускаемых газов осуществляется при помощи воз-

духо-воздушных охладителей с температурой охлаждающего воздуха, равной температуре окружающей среды. Термическая эффективность охладителей принята равной 0,75, потери давления в охладителе надувочного воздуха – 0,005 МПа, а в охладителе перепускаемых газов – 0,002 МПа.

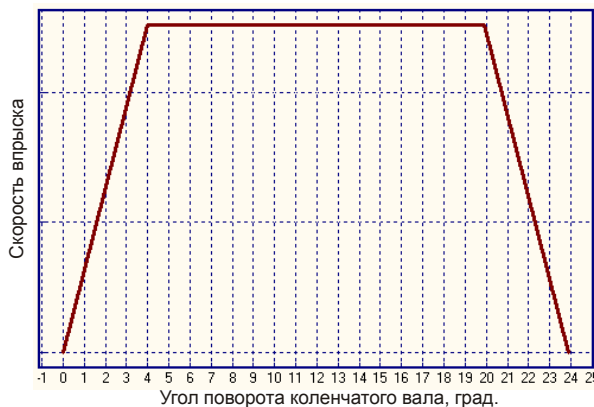


Рисунок 2 - Дифференциальная характеристика впрыска топлива.

Процессы расчета смесеобразования и сгорания в цилиндре выполнялись с использованием методики и моделей А.С. Кулешова и Л.В. Грехова [3].

Основные параметры и константы используемой модели представлены в табл. 2. Мощностные и экономические показатели двигателя, а так же показатели рабочего процесса на моделируемых скоростных режимах без перепуска ОГ представлены в табл. 3.

Таблица 2. Параметры моделирования рабочего процесса

Параметры	Скоростные режимы, мин <sup>-1</sup>				
	2300	2200	2000	1800	1600
Давление впрыска, МПа	180				
Цикловая доза топлива, г	0,1011	0,1048	0,1094	0,1094	0,1121
Продолжительность впрыска, град. п.к.в.	24	23,8	22,8	20,7	19,6
Угол начала опережения впрыска, град. до ВМГ	10	9	9	8	8
Степень повышения давления в компрессоре	2,35	2,45	2,45	2,5	2,6
КПД турбокомпрессора	0,555	0,552	0,554	0,550	0,642

Таблица 3. Расчетные показатели двигателя

Параметры	Скоростные режимы, мин <sup>-1</sup>				
	2300	2200	2000	1800	1600
Эффективная мощность, кВт	139,0	138,8	133,1	120,3	114,1
Удельный эффективный расход топлива, г/(кВт·ч)	200,8	199,3	197,3	196,3	199,2
Среднее индикаторное давление, Мпа	1,763	1,817	1,891	1,887	1,910
Давление наддува (перед впускным коллектором), Мпа	0,225	0,231	0,235	0,240	0,251
Коэффициент избытка воздуха	1,90	1,84	1,82	1,85	1,84
Коэффициент наполнения	0,96	0,96	0,96	0,96	0,94
Коэффициент остаточных газов	0,028	0,027	0,027	0,028	0,031
Максимальное давление цикла, МПа	17,5	17,3	18,5	18,8	19,2
Эмиссия NO <sub>x</sub> (приведенная к NO <sub>2</sub> ), г/(кВт·ч)	11,1	10,7	11,87	12,52	14,4
Эмиссия твердых частиц, г/(кВт·ч)	0,50·10 <sup>-3</sup>	0,66·10 <sup>-3</sup>	0,74·10 <sup>-3</sup>	0,75·10 <sup>-3</sup>	0,81·10 <sup>-3</sup>
Дымность (по шкале Bosch)	0,0074	0,0098	0,0108	0,0144	0,0155

### Заключение

Моделирование рабочего процесса дизельного двигателя с учетом описания механизма образования оксидов азота позволяет с достаточной степенью точности оценить выбросы вредных веществ на стадии предварительного проектирования. Рециркуляция отработавших газов позволяет в значительной степени снизить концентрацию оксидов азота в отработавших газах. Оптимальное значение степени рециркуляции отработавших газов для четырехцилиндрового двигателя производства ММЗ мощностью 140 кВт для выполнения экологических норм Евро-4 составляет 9,5...11,4% в зависимости от скоростного режима работы, а для норм Евро-5 – соответственно 13...14,7%.

### Литература

1. Разлейцев Н.Ф. Моделирование и оптимизация процесса сгорания в дизелях. -Харьков: Вища школа, 1980. -169 с.
2. Звонов В.А.Токсичность двигателей внутреннего сгорания. – М.: Машиностроение, 1973, 200 с.
3. Зельдович Я.Б., Райзер Ю.П. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. М.: Наука, 1966, 686 с.

4. Кулешов А.С., Грехов Л.В. Математическое моделирование и компьютерная оптимизация топливоподачи и рабочих процессов двигателей внутреннего сгорания. М.: МГТУ, 2000. - 64 с.

5. Alkidas A.C. Relationship between smoke measurements and particulate measurements. // SAE Techn. Pap. Ser., 1984, N 840412, 9p.

6. Muntean G.G. A theoretical model for the correlation of smoke number to dry particulate concentration in diesel exhaust // SAE paper. – 1999. - No 1999-01-0515. – 9 p.

### **Abstract**

*The mechanisms of the components of exhaust gases of diesel engines, work-flow model is described and the formation of harmful substances in the exhaust gases of the engine system with recycling. The results of computational studies and proved the optimal values of the recycling.*

УДК 631.53.02:633.15

## **ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА РАБОТЫ УСТРОЙСТВА ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ИНКРУСТИРУЮЩЕГО РАСТВОРА НА СЕМЕННОЙ МАТЕРИАЛ**

**Н.Н. Романюк<sup>1</sup>, к.т.н., доцент, Б.М. Астрахан<sup>1</sup>, к.т.н., доцент,  
Т.М. Шмат<sup>2</sup>, ассистент**

<sup>1</sup> УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, <sup>2</sup> УО «Мозырский государственный педагогический университет им. И.П.Шамякина», г. Мозырь, Республика Беларусь

*Несоблюдение технологии протравливания семян приводит к значительным потерям урожая и снижению качества зерна. Предлагаемое дозирующее устройство позволяет обрабатывать семена кукурузы инкрустирующими растворами. Обеспечивает равномерное распределение обрабатываемого семенного материала по периферии распределителя и однородность кольцевого потока семян, сходящих с распределителя.*

### **Введение**

Современные тенденции развития сельского хозяйства показывают, что все большую значимость в получении высоких урожаев занимают комплексные мероприятия по интегрированной защите растений от вредителей, болезней и сорняков. Среди них особое место занимают мероприятия по протравливанию семян, которые обеспечивают повышение урожайно-

сти всех основных сельскохозяйственных культур, в том числе зерновых – на 15-20%, сахарной свеклы – на 5-10% и кукурузы – на 7-12% [1].

Несмотря на значительные финансовые вложения в указанные мероприятия, ситуация с зараженностью семян остается сложной. Одной из причин этого является нарушение, как технологии протравливания семян, так и отсутствие эффективного оборудования для его осуществления.

Многие хозяйства не имеют протравочных машин или их срок эксплуатации составляет более 10 лет. Сложившееся положение является недопустимым и может быть исправлено путем восстановления или обновления парка протравливателей. В импортном оборудовании, которое было поставлено в республику, также со временем необходимо менять различные узлы, но закупка запасных частей обходится очень дорого.

### Основная часть

На Мозырском кукурузокалибровочном заводе с 2004 года установлен протравливатель *HANKA P214*, который со временем требует замены узлов и повышения производительности.

Протравливатель с непрерывно действующей системой работы *HANKA P214* предназначен для мокрого протравливания семян кукурузы. Протравливатель имеет производительность от 5 до 6 т/ч и предназначен для предприятий, занимающихся подготовкой посевного материала. Для протравливания семян можно использовать водные растворы, а также эмульсии и суспензии или жидкие протравливатели на водных и органических растворителях.

Конструктивной особенностью протравливателя, вызываемой необходимостью полного выполнения технологического процесса нанесения инкрустирующего раствора на семенной материал, является смещение загрузочного бункера относительно пассивного распределительного устройства, что приводит к неравномерному распределению обрабатываемых семян по периферии пассивного распределителя и неоднородности кольцевого потока семян, сходящих с распределителя.

Для решения этой проблемы, было разработано устройство для нанесения инкрустирующего раствора на семенной материал (рис. 1). Оно содержит бункер 1, в котором находятся семена 2, пассивный распределитель семян 3, электродвигатель 4, выход вала 5 электродвигателя 4 для привода активного распределителя семян 8, выход вала 6 электродвигателя 4 для привода диска распыления инкрустирующего раствора 7, диск распыления инкрустирующего раствора 7, расположенный в нижней части распределителя 3. В верхней части распределителя 3 расположен активный распределитель семян 8, который выполнен в форме псевдосферы с криволинейной образующей обращенной вершиной навстречу потоку семян [2, 3].

Устройство содержит также трубопровод 9 для подвода инкрустирующего раствора.

Устройство для нанесения инкрустирующего раствора на семенной материал работает следующим образом.

Семена 2 из бункера 1 попадают на поверхность активного распределителя семян 8 и при сходе с него попадают на поверхность пассивного распределителя семян 3, образуя однородный кольцевой поток семян. Привод активного распределителя семян 8 осуществляется валом 5, а диска распыления инкрустирующего раствора 7 валом 6 электродвигателя 4. Инкрустирующий раствор на диск 7 попадает по трубопроводу для подвода инкрустирующего раствора 9.

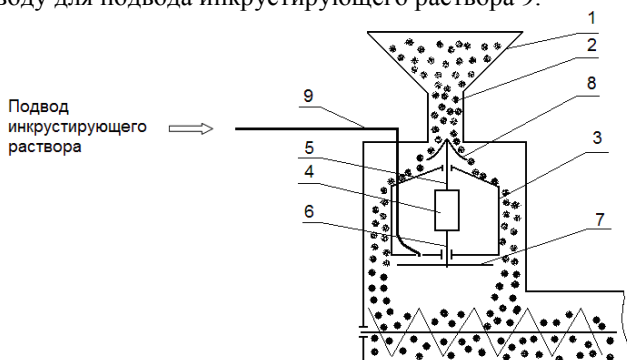


Рисунок 1 - Устройство для нанесения инкрустирующего раствора на семенной материал

Для математического моделирования рабочего процесса активного распределителя в виде псевдосферы опишем движение семян по поверхности распределителя. Введем следующую систему (рис. 2): начало координат – в вершине распределителя, ось X совмещена с осью вращения распределителя и направлена вертикально вниз, ось Y направлена перпендикулярно к оси X так, что поворот от оси X к оси Y происходит против часовой стрелки. Меридиан псевдосферы представляет собой трактрису, уравнение которой в выбранной системе координат имеет вид:

$$y = a \ln \frac{a + \sqrt{x(2a-x)}}{a-x} - \sqrt{x(2a-x)}; \quad 0 \leq x < a. \quad (1)$$

Параметр a в формуле (1) определяется из условия

$$D = 2a \ln \frac{a + \sqrt{h(2a-h)}}{a-h} - 2\sqrt{h(2a-h)}, \quad (2)$$

где  $h$  и  $D$  – соответственно допустимые высота и диаметр основания распределителя.

Длина дуги меридиана  $s$ , отсчитываемая от вершины, и радиус кривизны  $\rho$  определяются по формулам:

$$s = a \ln \frac{a}{a-x}; \quad \rho = a \operatorname{ctg} \frac{y}{a-x}. \quad (3)$$

На частицу, имеющую массу  $m$ , в ее относительном движении со скоростью  $\bar{v}_r$  на вращающейся с угловой скоростью  $\bar{\omega}$  шероховатой (коэффициент трения с семенами  $f$ ) вогнутой поверхности действуют силы (рис. 2): вес  $\bar{P} = m\bar{g}$ , нормальная реакция поверхности  $\bar{N}$ , сила трения

$\bar{F}_{TP}$  ( $F_{TP} = fN$ ), центробежная сила инерции  $\bar{F}_e$  ( $F_e = \frac{P}{g} \omega^2 y$ ), сила инерции Кориолиса  $\bar{F}_k$  ( $F_k = 2 \frac{P}{g} \omega v_r \sin \alpha$ ), дополнительная сила

трения  $\bar{F}_{TP,k}$ , вызванная воздействием силы инерции Кориолиса. Как показали визуальные наблюдения, траектория движения частицы по поверхности распределителя практически совпадает с меридианом. Тогда в проекциях на оси естественного трехгранника  $\bar{\tau}, \bar{n}, \bar{b}$  уравнения относительного движения можно записать в виде

$$\begin{cases} \frac{P}{g} \frac{dv_r}{dt} = P \cos \alpha + \frac{P}{g} \omega^2 y \sin \alpha - fN; \\ \frac{P}{g} \frac{v_r^2}{\rho} = N + \frac{P}{g} \omega^2 y \cos \alpha - P \sin \alpha; \\ 0 = 2 \frac{P}{g} \omega v_r \sin \alpha - F_{TP,k}. \end{cases} \quad (4)$$

В системе уравнений (4)  $\cos \alpha = \frac{dx}{ds} = e^{-\frac{s}{a}}$ ;  $\sin \alpha = \frac{dy}{ds} = \sqrt{1 - e^{-\frac{2s}{a}}}$ ,

величина  $\rho$  определяется из соотношений (3).

Исключая величину  $N$  из системы (4), получим дифференциальное уравнение относительно величины  $v_r$ ,

$$\frac{dv_r}{ds} v_r + f \frac{v_r^2}{\rho} = (g - f \omega^2 y) e^{-\frac{s}{a}} + (\omega^2 y + fg) \sqrt{1 - e^{-\frac{2s}{a}}}. \quad (5)$$

Анализ системы уравнений (1), (3), (5), проведенный в пакете прикладных программ Matlab, показал, что выполнение активного

распределителя в виде псевдосферы увеличивает равномерность распределения семян. Значение величины  $h$  может быть принято в интервале 0,05 – 0,08 м, значение величины  $\omega$  – в интервале 100 – 150 с<sup>-1</sup>.

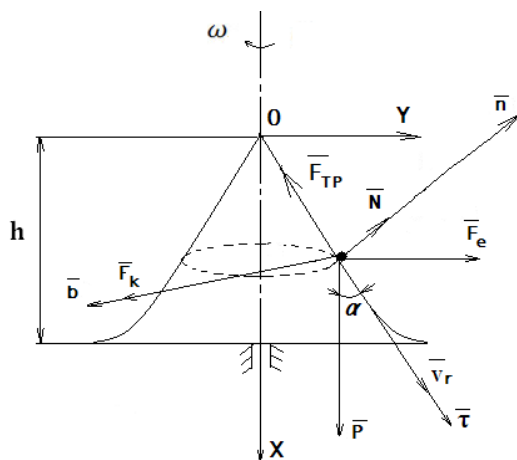


Рисунок 2 – К анализу движения семян по поверхности распределителя

Испытания устройства проводились на базе Мозырского кукурузокалибровочного завода. Устройство использовалось для нанесения инкрустирующего раствора на семена кукурузы. Целью испытаний было экспериментальная проверка целесообразности выполнения активного распределителя семян в виде псевдосферы, результатов математического моделирования, уточнение величин частоты вращения  $n$ , об./мин активного распределителя ( $n = 30\omega/\pi$ ) и диаметра  $D$ , м основания распределителя (формула (2)). С этой целью планировалось получение регрессионных зависимостей для показателя равномерности в случае прямого конуса и псевдосферы.

Для оценки равномерности распределения семян по периферии пассивного распределителя, поверхность последнего была разделена на 8 ячеек. Повторность проведения опытов определялась по правилам математической статистики и принималась равной 5. За показатель равномерности  $\eta$  была принята дисперсия массы семян  $s_k^2$  по ячейкам, так что уменьшение дисперсии означало увеличение равномерности распределения семян

$$\eta_k = s_k^2 = \frac{\sum_{i=1}^8 (m_i - \bar{m})^2}{8 - 1}, \quad k = 1, \dots, 5,$$

где  $m_i$  – масса семян в  $i$  – той ячейке в  $k$  – ом опыте, г;

$\bar{m}$  – средняя масса семян по ячейкам в  $k$  – ом опыте, г.

Построение указанных регрессионных зависимостей проводилось в области, выбранной на основании предварительных теоретических исследований и конструктивных соображений  $n = 500 - 1500 \text{ мин}^{-1}$ ,  $D = 0,08 - 0,09 \text{ м}$ . Были введены кодированные переменные

$$x_1 = \frac{n-1000}{500}; \quad x_2 = \frac{D-0,085}{0,005},$$

вследствие чего область исследований приняла вид  $x_1, x_2 \in [-1; 1]$ .

Условия проведения опытов представлены в таблице 1

Таблица 1– Условия проведения опытов

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8
x1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	0	0
x2	+1	+1	-1	-1	0	0	+1	-1

В результате проведения опытов получены регрессионные зависимости для случая прямого конуса и псевдосферы  $\eta_C$  и  $\eta_P$  соответственно

$$\eta_C = 17,49 + 1,20x_1 - 1,49x_1^2 + 0,77x_2 + 0,14x_2^2 + 0,17x_1x_2;$$

$$\eta_P = 4,98 + 0,49x_1 + 0,40x_1^2 - 0,65x_2 - 0,37x_2^2 - 0,08x_1x_2.$$

Анализ полученных зависимостей показал, что замена распределителя в виде прямого конуса распределителем в виде псевдосферы существенно повышала равномерность распределения обрабатываемого семенного материала по периферии распределителя и однородность кольцевого потока семян, сходящих с распределителя. Как уже было указано выше, выполнение производственной конструкции требует смещения загрузочного бункера относительно распределительного устройства. Результаты экспериментальных исследований выявили, что в случае прямого конуса это смещение не может превосходить 0,01 м, а в случае псевдосферы можно выполнить смещение равным не менее 0,02 м.

### Заключение

Внедрение в производство устройства для нанесения инкрустирующего раствора на семенной материал позволит значительно повысить равномерность распределения семян по поверхности активного распределителя, создать однородность кольцевого потока семян и, тем самым, снизить потери протравливающих растворов, что в итоге уменьшит себестоимость семян кукурузы.

### Литература

1. Материалы РНИУП «Институт земледелия и селекции НАН Беларуси» / М.А.Кадыров, П.П. Васько, А.В.Сикорский и др. – Минск: Изд-во РНИУП, 2002. –186 с.

2. Устройство для нанесения инкрустирующего раствора на семенной материал: пат. 15076 Респ. Беларусь, МПК А 01С 1/06 /А.В. Кузьмицкий, Т.М. Шмат, М.Г. Борисенко; заявитель БГАТУ. – № и 20090170; заявл.03.03.09; 30.10.10 // Открытия. Изобрет. – 2010.

3. Романюк, Н.Н. Повышение эффективности работы дозирующего устройства для консервации и инкрустации кукурузы / Н.Н. Романюк, Б.М. Астрахан, Т.М. Шмат // Исследования, результаты. Алматы– 2013. – №3– С. 195–198.

### **Abstract**

*Failure to seed treatment technology results in significant yield losses and reduced grain quality. Suggested dosing device can handle corn seeds encrusted solutions. Provides uniform distribution of treated seed on the periphery of the distributor and the uniformity of the annular flow of seeds coming down from the distributor.*

УДК 631.348.45

### **МАКРОГРЕБНИСТОСТЬ ПАХОТЫ: ПРИЧИНЫ, ПОСЛЕДСТВИЯ, ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ**

**Я.У. Яроцкий<sup>1</sup>, к.т.н., директор, Б.В. Гейштовт<sup>2</sup>, инженер, директор, И.И. Могильницкий<sup>2</sup>, гл. конструктор, В.А. Маркушин<sup>3</sup>, инженер, директор, Г.В. Фалько<sup>4</sup>, инженер, директор, А.М. Лапатенков<sup>5</sup>, инженер, председатель, М.П. Придыбайло<sup>6</sup>, гл. инженер, Д.В. Ковалев<sup>7</sup>, зам. директора,**

<sup>1</sup>Центр повышения квалификации руководящих работников и специалистов комитета по сельскому хозяйству и продовольствию Могилевского облисполкома, г. Могилев, <sup>2</sup>Минойтовский ремонтный завод, <sup>3</sup>ООО «Агролайнклуб», <sup>4</sup>ОАО «Маяк Высокое», <sup>5</sup>СПК «Колхоз «Родина», <sup>6</sup>ОАО «1-я Минская птицефабрика», <sup>7</sup>УП «Автобис», РБ

*Машино-тракторные пахотные агрегаты в составе тракторов МТЗ-3522 и К-744 при вождении по борозде не обеспечивают качества работы в стыках смежных проходов из-за раздавливания 450 мм борозды до размера 800 мм. Из-за провалов в стыках создаётся макрогребнистая поверхность почвы, препятствующая в дальнейшем высокопроизводитель-*

*ной работе всего последующего комплекса машин, при этом выработка может снижаться до 30%.*

*Путем установки на плуге за последним корпусом расширителя борозды обеспечивается вписываемость шин тракторов в полуборозду с шириной по протектору от 620 до 760 мм.*

*Достигается снижение буксования колес трактора, увеличение рабочей скорости до 10 %, более полно обеспечивается слитность и равноглубинность пахоты. Улучшаются условия работы механизатора из-за минимально возможного наклона трактора, движущегося левым или правым бортом по полуборозде.*

### **Введение**

Вспашка – прием (процесс) обработки пахотного слоя лемешно-отвальным плугом, обеспечивающий его порционное отделение, крошение, рыхление и оборачивание.

Пахотный слой (горизонт) – слой почвы ежегодно или периодически обрабатываемый в пределах глубины гумусированной части почвенного профиля.

Пахота – обработанная всплошную лемешно-отвальным плугом на установленную глубину верхняя гумусированная часть почвы.

Приведенные понятия и определения даны с целью арготехнически грамотного представления их причинно-следственной связи, а также проблем, возникающих при отклонении целеопределяющего результата (пахоты) от заданного параметра (установленной глубины).

Прежде всего следует напомнить, что в отличие от почв с мощным гумусовым горизонтом (черноземы 70-80 см), где в верхних слоях (25-30 см) находится только 50-60% всей массы корневой системы большинства полевых культур, в дерново-подзолистых почвах основная масса корней (85-92 %) сосредоточена в пахотном слое, глубина которого в большинстве случаев составляет 20-22 см и не превышает 25 см [1].

В этом отношении строгое соблюдение установленной глубины обработки пахотного слоя дерново-подзолистых почв определяет способность их удовлетворять потребность культурных растений в элементах питания, обеспечивать устойчивый водный, воздушный и тепловой режим корнеобитаемого слоя. Поскольку вспашка в Республике Беларусь выступает основным приемом сплошной обработки пахотного слоя, то равноглубинное состояние пахоты следует рассматривать как главный показатель ее агрономического качества. Но не только агрономического.

### Основная часть

Обратимся к состоянию плужной борозды, как результату работы современных пахотных агрегатов. Для начала адресуем заинтересованных к нормативно-техническому изданию 1955 года [2], где во втором разделе «Правила производства пахоты» приведены агротехнические требования, актуальность которых не только сохранилась до наших дней, но и возросла в связи с более чем в 2 раза увеличившейся рабочей скоростью и стремлением промышленников к упрощению конструктивно-технологических схем плугов.

Сосредоточим внимание на наиболее важных с агротехнической точки зрения требованиях:

- глубина пахоты должна быть равномерной и соответствовать заданной;
- при движении трактора по неспаханному полю колесо или гусеницу следует держать от стенки борозды на удалении, исключающем ее разрушение, а при движении борта по борозде, направлять колеса по ее середине;
- все корпуса плуга должны давать борозды одинаковой ширины и глубины с равномерной гребнистостью дневной поверхности;
- жнивье и сорные растения, а также органические удобрения должны быть запаханы полностью;
- вспашка должна производиться прямолинейными бороздами без огрехов.

Поскольку в массовом порядке хозяйства республики переходят на вспашку почв многокорпусными (7-9 корпусов) плугами, агрегатируемыми тракторами мощностью 250-350 л.с. рассмотрим выполнение вышеописанных требований на примере агрегата в составе отечественного трактора МТЗ-3022 (300 л.с.) и плуга ППО-8-40 (8 корпусов).

Равномерность глубины пахоты, прежде всего следует связывать с равномерным и устойчивым движением трактора. В этом отношении должно соблюдаться требование определенной загруженности передних ведущих колес (не менее 20 % от эксплуатационной массы трактора). Помимо устойчивости движения и снижения буксования, важным здесь является эффективное управление глубиной хода передних корпусов плуга со стороны электрогидравлической системы автоматического регулирования задней навески, так как переднее опорно-регулирующее колесо конструкцией плуга не предусмотрено. Анализ продольной устойчивости тракторов тягового класса 5,0 при нагружении навески в статике на оси подвеса в пределах заявленной грузоподъемности показал, что лишь один трактор из рассмотренных моделей – Fend-930 – с передним балластом 1800 кг обеспечивает продольную устойчивость с коэффициентом 20 % (рисунок 1). Трактор МТЗ-3022 с балластом 1300 кг обеспечивает коэффициент устойчивости на уровне 12,4 %. Для 20 % значения коэффициента требуется передний балласт 1794 кг.

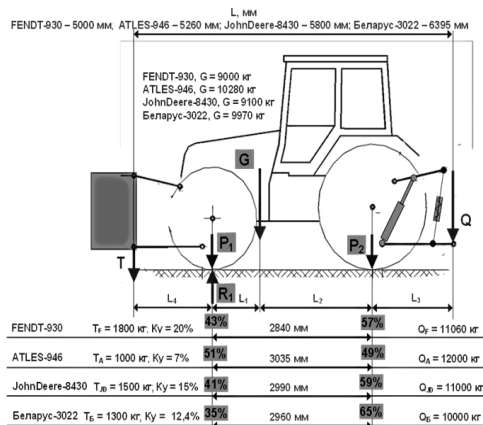


Рисунок 1 – Продольная устойчивость тракторов в статике при нагружении навески на оси подвеса в пределах заявленной грузоподъемности

К слову сказать, отечественные тракторостроители об этом знают, но почему-то упорно не хотят поднимать коэффициент устойчивости до нормативного уровня.

Вожждение колесного трактора по вспаханному полю вне борозды (режим Onland) всегда связано с риском разрушения ее вертикальной стенки, сползания в сторону пахоты. Такое явление характерно для склоновых полей, на влажной почве, а также при запахивании свежеснесенных органических удобрений.

Поэтому все колесные тракторы классической схемы при работе с оборотными плугами движутся с ориентацией левого или правого борта по борозде (режим Ofland). И если трактора класса 1,4 и 2,0 еще вписываются шинами задних колес в борозду, то как импортные, так и отечественные тракторы верхнего сегмента мощности раздавливают ее с обеих сторон.

Так, ширина захвата корпуса современного плуга увеличилась по сравнению с предыдущими поколениями плугов с 35 до 40 см, т.е. на 14 %, в то время как ширина шин задних колес выросла на 92 % с 380 мм (МТЗ-82) до 730 мм (МТЗ-3022).

В соответствии с отраслевым регламентом ОР-2011-11-01 «Обработка почвы» плотность подпахотного горизонта не должна превышать  $1,6\text{ г/см}^3$ , а следовательно и давление в шинах колес на данный уровень плотности должно находиться с учетом допустимого буксования 16-18 % в пределах 0,12 мПа (1,2 атм) [3].

При таком внутреннем давлении, находясь в открытой борозде, шина заднего колеса на уровне половины глубины обработки (10-11 см от дна борозды) деформируется до 800 мм и увеличивает ее поперечный размер в два раза (рисунок 2).

Попутно следует заметить, что трение колеса о стенку борозды и ее разрушение приводят как к износу шины, так и к перерасходу дизельного топлива до 2 л/га. Однако, более значимые неприятности кроются в другом.

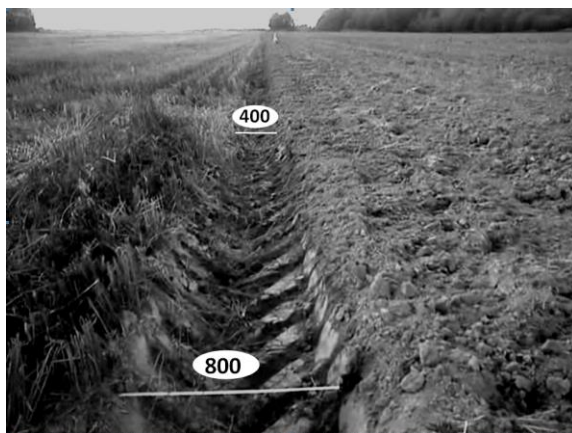


Рисунок 2 – Ширина борозды по следу заднего колеса с шириной шины 730 мм. (МТЗ-3522 +ППО-8-40, СПК «Овсянка» Горецкого района, 25.08.2013)

По причине раздавленной борозды обеспечить слитный стык в смежном проходе не представляется возможным. При рекомендованной колее задних колес трактора 2220 мм первый корпус плуга забирает пахотный слой шириной не более 300 мм, а при колее 2050 мм – не более 220 мм. И в первом и во втором случае при неизменной глубине хода первого корпуса массы почвы и ее объема в рыхлом состоянии недостаточно для образования слитного стыка и в смежном проходе образуется провал (рисунок 3).



Рисунок 3 – Провалы в стыках смежных проходов пахотного агрегата

Визуально обнаруживаемый недостаток вспашки в подавляющем большинстве случаев устраняется механизатором одним из двух вариантов: (рисунок 4)

- первый – изменение в сторону увеличения глубины хода первого корпуса наклоном плуга в продольном направлении (опусканием навески трактора, вариант 1), при этом возникает визуально не обнаруживаемый недостаток – ступенчатый наклон в поперечном направлении недеформированного горизонта пахотного слоя (дна борозд) на всю ширину захвата плуга;

- второй – изменение в сторону увеличения глубины хода первого корпуса наклоном плуга в поперечном направлении (регулировкой упоров на башне и опорно-ходовой тележке плуга, вариант 2), при этом также возникает визуально не обнаруживаемый недостаток – гладкий наклон в поперечном направлении недеформированного горизонта пахотного слоя (дна борозд) на всю ширину захвата плуга.



Вариант 1



Вариант 2

Рисунок 4 – Ступенчатый и гладкий наклон недеформированного горизонта пахотного слоя при перекосах плуга в продольном и поперечном направлении соответственно

Поскольку дополнительное заглабление первого корпуса плуга при установленной глубине 22 см приводит к выпаживанию на поверхность подзолистого горизонта, механизатор обмеляет пахоту и по следу заднего корпуса она находится в пределах 14-16 см.

При скорости движения 8-9 км/ч под внешним видом выровненной дневной поверхности пахоты скрыт в этих случаях крайне нежелательный агротехнический недостаток процесса вспашки – поперечная невыровненность (разноглубинность) обработанного пахотного слоя.

В тоже время, поперечная невыровненность недеформированного горизонта пахотного слоя по мере оседания рыхлой почвы перемещается на поверхность, превращая её, образно говоря, в «стиральную доску» с нежелательными последствиями уже технико-экономического плана.

Статистический анализ данных поперечного профилирования слежавшейся пахоты с помощью нормированной корреляционной функции  $\rho(t)$ , где  $t$  – линейное значение длины профиля, показывает, что спад корреляционной связи ординат гребнистости от 1 до 0 происходит на длине профиля, кратной ширине захвата плуга, производившего вспашку. Такое, внешне осязаемое, явление получило название «грядение плуга», приводящее к образованию макрогребнистой поверхности поля (рисунок 5).



Рисунок 5 – Макрогребнистость поверхности поля, как следствие разноглубинной зяблевой пахоты с визуальным подтверждением провалов в стыках смежных проходов агрегата (благодаря снежным маркерам)

Многочисленные исследования подтверждают, что макрогребнистое состояние поверхности почвы является следствием брака при вспашке, приводящее к снижению потенциальной производительности всего последующего комплекса машин до 30% из-за невозможности развить агрегатами в работе агротехнически допустимой скорости.

Примером может служить кошение трав трактором МТЗ-3022 в агрегате с косилкой КПП-9. При технической возможности и агротехнически до-

пустимой скорости 11-12 км/ч, фактически на невыровненной поверхности кошение ведется со скоростью 6-8 км/ч.

Решение вышеобозначенной проблемы состоит в разработке конструктивно-технологической схемы плуга, исключающей раздавливание борозды, при движении в работе по ней левым или правым бортом трактора.

Актуальность данной темы усилилась особенно в последнее время в связи с поступлением в сельскохозяйственные предприятия тракторов МТЗ-3522 на шинах задних колес 710/70R42. С учетом имеющихся и планируемых к поставке в 2014 году их общее количество к концу года составит до 600 шт.

Предполагается установка за задним корпусом плуга расширителя борозды (рисунок 6).

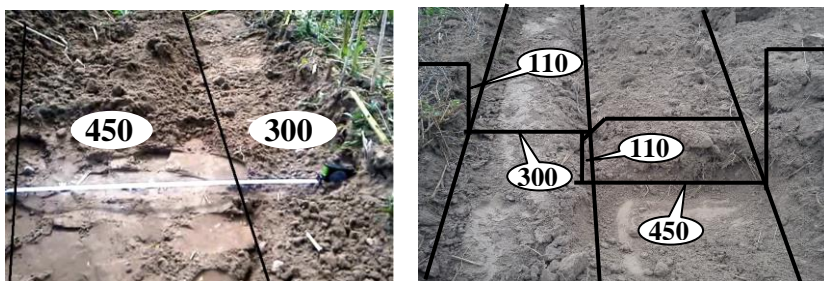


Рисунок 6 – Расширение маршрутной борозды лемешно-отвальным корпусом до ширины 750 мм

Варианты могут быть разные, однако преимущество следует отдать не пассивной скобе (Kverneland и др.), а лемешно-отвальному корпусу в сочетании с дисковым ножом. Такая опция обеспечивает высокое качество работы без забивания по пласту многолетних трав и на почвах с большим количеством пожнивных остатков и корневищных сорняков.

Ширина захвата лемешно-отвального расширителя должна составлять 300 мм, (рисунок 7, а), а высота установки от дна основной борозды – половину глубины обработки (8...14 см), (рисунок 7, б).

Ширину захвата основного корпуса плуга следует увеличить до 450 мм, установкой на башмак удлиненного лемеха. Для исключения облома консольной части пятку лемеха и нижний обрез отвала следует скрепить стальной пластиной толщиной 8 мм по имеющимся отверстиям.

Снижение энергоемкости вспашки до 10% и повышение ресурса обработки обеспечивается комплектованием корпусов плуга оригинальными рабочими органами.



Рисунок 7 – Ширина захвата лемешно-отвального расширителя борозды 300 мм (а) и высота установки лемешно-отвального расширителя борозды по отношению к основному корпусу половина глубины обработки почвы (б)

Для предлагаемой конструктивно-технологической схемы плуга к трактору МТЗ-3522 их состав и марка следующие:

- лемех правый № 18 – 073006 Kverneland;
- лемех левый № 18 – 073007 Kverneland;
- долото правое – 053090 Kverneland;
- долото левое – 063090 Kverneland;
- отвал правый – 073290 Kverneland;
- отвал левый – 073291 Kverneland;
- доска полевая длинная оборотная – 073609 Kverneland;
- углосним правый – 073300 Kverneland;
- углосним левый – 073301 Kverneland;
- болты лемеха, долота, полевой доски, отвала, углоснима – 013332 м14х34 - 12,9 OVA2, 013228 м12х34 – 12,9 OVA2, 1505713 м12х35 – 10,9 OVA2.

Не смотря на наличие в Государственном стандарте Республики Беларусь СТБ 1388-2003 требований по гарантийной наработке рабочих органов аналогичные рабочие органы, выпускаемые отечественными производителями, их не обеспечивают [4]. Так, при требованиях гарантийной наработки на полевую доску в 150 га, фактическая наработка находится в пределах 20...60 га, причем конструкция доски не оборотная. Отвальная поверхность полувинтового типа имеет микроребристость и точечные углубления, что приводит к повышенному трению почвы по отвалу, снижению скорости схода пласта с отвала и повышению энергоемкости вспашки до 10%.

По состоянию на время изготовления единичных образцов плугов к тракторам МТЗ-3522 по заказу СПК «Колхоз Родина» Бельничского района Могилевской области и ОАО «Маяк-Высокое» Оршанского района Ви-

тебской области (сентябрь 2013 год) стоимость оригинальных рабочих органов корпуса плуга составляла 1807466 руб., а отечественных производителей 1338410 руб.

В расчете на 8<sup>м</sup> корпусный оборотный плуг с расширителем борозды укомплектование его оригинальными рабочими органами повышает цену реализации на  $(1807466-1338410) * 16 = 7504896$  руб.

С учетом требуемой наработки плуга в 150 часов или 540 га ( $W=0,1 * V_p * V_p = 0,1 * 3,6 * 10 = 3,6$  га/ч;  $T_{год} = 150 * 3,6 = 540$  га) и экономии только топлива до 10 % на вспашку 1 га (средняя норма расхода топлива 17 л/га) вышеприведенная сумма превышения реализационной цены компенсируется в первый год использования плуга.

$(1,7 \text{ л/га} * 540 \text{ га}) * 9200 \text{ руб/л} = 8445600$  руб.

Значительный же экономический эффект следует ожидать от повышения агрономического качества пахоты и производительности всего комплекса машин, работающих по выровненной поверхности поля (рисунок 8).



Рисунок 8 – Выровненность поверхности поля и недеформированного горизонта пахотного слоя при вспашке почвы агрегатом в составе МТЗ-3522 + ППО-8-45+1-30 в СПК «Колхоз Родина» Бельничского района Могилевской области, 14.09.2013

Подобная технологическая схема плуга была представлена фирмой RABE (Германия) на сельскохозяйственной выставке в Ганovere в ноябре 2013 года (рисунок 9).



Рисунок 9 – Плуги фирмы RABE с лемешно-отвальным расширителем борозды

Из имеющейся информации по данной модели плуга известно, что при движении по расширенной борозде (полуборозде):

- улучшается тяга трактора на влажной почве;
- не происходит уплотнение почвы, т.к. шины не опираются на дно основной борозды;
- в расширенную борозду (полуборозду) можно ставить трактора верхнего сегмента мощности с широкими шинами до 900 мм;
- обеспечиваются более комфортные условия работы, т.к. трактор наклонен минимально;
- значительно уменьшен риск пробуксовки колес.

Отличительной особенностью представленной модели плуга является комплектование его не сплошными, а полосовыми отвалами. Если судить о лемешно-отвальных плугах по выставке в целом, то такими отвалами были укомплектованы около 60 % демонстрируемых образцов. Важным аргументом такого решения является снижение энергоемкости вспашки до 10 % с одновременным повышением степени крошения почвы и отсутствием залипания на влажных почвах. Стоимость полосового отвала не превышает стоимости сплошного.

Фирма Frank-original (Германия) является поставщиком полосовых отвалов различным плугостроительным фирмам, в т.ч. и фирме Kverneland. В республике Беларусь официальным представителем фирмы является ООО «Агролайн клуб» (г. Могилев). Минийтовский ремонтный завод планирует к сезону озимого сева и яблечной вспашки разнообразить номенклатуру лемешно-отвальных корпусов для различных почвенных условий, в т.ч. и выпуск корпусов с полосовыми отвалами.

Для реализации тягового потенциала тракторов МТЗ-3022, МТЗ-3222, МТЗ-3522, К744Р1, К744Р2, К744Р3, К744Р4 конструкторским отделом

Минойтовского ремзавода с участием заинтересованных клиентов (ООО «Агролайнклуб», ОАО «I-ая Минская птицефабрика») разработана адаптивная конструкция плуга под маркой ППО-9-45+1-30 (рисунок 10).

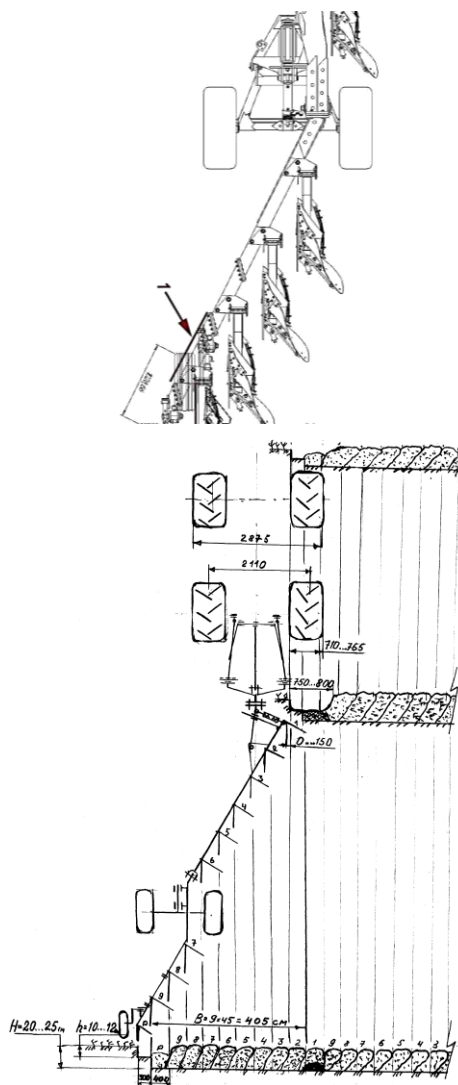


Рисунок 10 – Схема агрегатирования плуга ППО-9-45+1-30 с тракторами кл. 5, кл. 6, кл. 7

Адаптивность предствленной конструкции состоит в следующем:

- модуль расширителя борозды 1 с укороченным грайдилем 2 и укороченным отвалом 3 может устанавливаться как за 8<sup>м</sup>, так и за добавленным к хвостовой балке 9<sup>м</sup> корпусом;
- ширина полуборозды  $300+450=750$  мм позволяет вписываться в нее шинам задних колес шириной от 560 до 760 мм.
- удлиненная передняя балка плуга позволяет посредством винтовой стяжки позиционировать первый корпус в положении, обеспечивающем слитный стык в смежных проходах без дополнительного заглубления;
- новая навеска плуга соответствует требованиям ISO и ГОСТ 10677-2001 по параметрам навесных устройств тракторов кат. 3 (НУ-3), кат. 4 (НУ-4) и «Кировец»;
- упорные болты на башне механизма оборота плуга и опорно-ходовой тележке заменены на безрезьбовые пальцы с набором регулировочных шайб. Длина пальцев и количество шайб обеспечивают возможность удержания рамы в параллельном почве положении при глубине обработки пахотного слоя до 27 см.

Что касается подсоединения плуга к тракторам МТЗ-3522 и К-744 (рисунки 11 а, б) разница состоит лишь в дополнительной комплектации плуга к К-744 телескопическим упором-ограничителем глубины хода первого корпуса и торцевым кронштейном. При наличии у тракторов К-744 системы позиционного регулирования навески необходимость в этой опции отпадает.



Рисунок 11 – Схема соединения навески тракторов: МТЗ-3522 и плуга по кат. 4 (НУ-4) (а), К-744Р2 и плуга по категории «Кировец» (б)

1-ая Минская птицефабрика имеет в своем распоряжении четыре трактора К-744 (Р2-2 шт, Р3-1 шт, Р4-1 шт). Вызвано это прежде всего не столько обширными с. х. угодьями (12 тыс. га.), но и чрезвычайно слож-

ным пересеченным рельефом полей, где с тяговыми нагрузками эти тракторы справляются лучше чем тракторы традиционной компоновки. Одновременно предприятие ежегодно вносит на поля 160 тыс. т органики. Удержать в этих условиях трактор вне борозды при вспашке не представляется возможным. Выход найден путем приобретения плугов ППО-9-45+1-30. На рисунке 12 продемонстрирована работа трактора К-744 Р2 в режиме вождения ofland (в борозде).



Рисунок 12 – Слитная и равноглубинная пахота плугом ППО-9-45+1-30 при вождении трактора К-744 Р2 правым (или левым) бортом в полуборозде (1-ая Минская птицефабрика, 16 апреля 2014 год)

### Заключение

Технико-эксплуатационные особенности трактора и оборотного плуга, подлежащие учету в регламенте технологической настройки пахотного агрегата Трактор МТЗ-3522:

1. В соответствии с требованиями руководства по эксплуатации РЭ 3522-0000010, подраздел 5.3 использовать на вспашке навесное устройство кат. 4 (НУ-4) [5];
2. Давление в шинах левых и правых пар задних, так и передних колес должно быть строго одинаковым и не превышать 0,16 МПа;
3. Нижние продольные тяги навески должны быть выставлены строго симметрично на конструктивно установленный размер оси подвеса плуга и зафиксированы растяжками в положении «жестко»;
4. Длина боковых раскосов должна быть строго одинаковой и соответствовать размеру, указанному в руководстве по эксплуатации трактора – 1020 мм;

5. В условиях отсутствия переднего опорно-регулирующего колеса у плуга система автоматического регулирования навески должна быть исправной на любом из выбранных режимов (силовой, позиционный, смешанный) с регулируемой скоростью коррекции на подъем;

6. Длину центрального винта навески выбирать из расчета вертикального положения в транспорте вертикального шарнира крестовины навески плуга;

7. Ширину колеи задних колес установить из расчета не касания внутренней поверхностью шины стенки борозды – 2230 мм;

8. Ширину колеи передних колес установить из расчета отстояния внутренней поверхности шины от стенки борозды в пределах 50 мм – 2150 мм.

Плуг ППО-9-45+1-30:

9. В продольном и поперечном направлении рама плуга должна занимать положение параллельное поверхности почвы, а корпуса в заглубленном состоянии не иметь наклона вправо или влево ( $90^{\circ}$  к поверхности почвы);

10. Длина упоров на башне механизма оборота и рамке колесного хода должна быть достаточной для выравнивания рамы плуга в работе до параллельного состояния поверхности почвы;

11. Давление воздуха в шинах ходовых колес должно быть строго одинаковым и соответствовать максимальному разрешенному значению, а в заднем опорном – 0,2 мПа;

12. Расстояние между одноименными точками соседних отвалов корпусов на входе пласта и выходе должно быть строго одинаковым как на передней раме, так и хвостовой балке;

13. Управление глубиной обработки пахотного слоя и контроль осуществлять всегда в трех зонах:

- за передним корпусом – на пульте управления в кабине трактора регулятором глубины;

- за шестым корпусом перед опорно-ходовой тележкой – механизмом регулировки глубины пахоты с добавлением или уменьшением регулировочных пластин;

- за девятым корпусом – регулировкой длины винтовых упоров опорного колеса.

14. Устанавливать расширитель борозды на глубину хода при глубине обработки пахотного слоя до 22 см равной половине данного значения, а при глубине более 22 см – на 2/3 заданного значения.

### **Литература**

1. Практикум по почвоведению / под ред. И. С. Кауричева. – 4-е изд., перераб. и доп. – М : Агропромиздат, 1986. – 336 с.

2. Организационно-технические правила производства тракторных работ в машино-тракторных станциях, изд. 2-е, МСХ СССР, 1955

3. Организационно-технологические нормативы возделывания кормовых и технических культур: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, Науч. практич. центр по земледелию. – Минск: Беларус. навука, 2012. – 469 с.

4. СТБ 1388-2003 «Плуги тракторные лемешные» Общие технические условия.

5. Беларусь 3222/3522. Руководство по эксплуатации: под ред. ген. констр. ПО «МТЗ» Усс И. Н.. – Минск, 2010. – 408 с.

***Abstract***

*Machine and tractor plow units consisting of MTZ- 3522 and K-744 while driving along the furrow do not provide the quality of work in the joints adjacent passages from crushing 450 mm furrows to time - measure 800 mm. Because of gaps in the joints created makrogrebnistaya the surface of the soil , which prevents further high-performance tion work all subsequent set of machines , while production may be reduced to 30%.*

*By installing a plow on the last body expander bo - Rozdil provided vpsyvaemost tire tractors poluborozdu of a width of the tread from 620 to 760 mm.*

*Achieves a reduction in tractor wheel slip , increasing the Working speed up to 10% , more fully ensured unity and power - tilling depth . Improving the working conditions of machine because the lowest possible tilt the tractor moving left or right on poluborozde Vym overboard.*

**СЕКЦИЯ 4**  
**ИНОВАЦИОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**  
**ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ ДЛЯ АПК**

---

УДК 631. 158

**ИНОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ В ПОДГОТОВКЕ**  
**ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ ДЛЯ АГРОТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В**  
**АПК**

**Н.Н. Романюк<sup>1</sup>, к.т.н., доцент, В.П. Миклуш<sup>1</sup>, к.т.н., профессор,**  
**Н.А. Лабушев<sup>2</sup>, генеральный директор**

<sup>1</sup> УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
<sup>2</sup> РО «Белагросервис», г. Минск, Республика Беларусь

*В статье рассматриваются современные подходы к подготовке практико - ориентированных специалистов для агротехнического сервиса в АПК.*

**Введение**

Современный этап развития экономики предполагает воспроизводство инновационной рабочей силы: подготовку кадров по новым направлениям развития техники и технологий, экономики и управления, повышение роли дополнительного непрерывного профессионального образования, формирование работников, обладающих инновационными способностями, т.е. умением вырабатывать инновации самостоятельно, в процессе трудовой деятельности, находить новое в опыте других и использовать его в своей организации.

В последние годы, благодаря активной поддержке сельскохозяйственного производства государством, значительными темпами происходит его техническое и технологическое оснащение.

Отечественная практика свидетельствует о том, что преобразования в агропромышленном комплексе связаны, в первую очередь, с технологическим реформированием всех его звеньев. Ныне в обществе формируется понимание приоритетной роли высокопроизводительного труда в АПК как стратегического фактора для достижения конкурентоспособности отечественных товаропроизводителей, обеспечения продовольственной безопасности страны.

Активное внедрение инновационных технологий в аграрное производство, появление на мировом рынке новых разнообразных средств технического обеспечения процессов производства и переработки сельскохозяй-

ственной продукции, в которых нашли воплощение последние достижения конструкторской мысли, ставят перед производителями, агросервисными организациями и учреждениями образования большие задачи, связанные с подготовкой и переподготовкой кадров для АПК.

Главной задачей является подготовка специалистов, способных по своим профессиональным качествам отвечать не только сегодняшним, но и завтрашним требованиям. Это значит, что мы должны опережать время, обучая студентов с учетом тенденции развития аграрной науки, техники и технологий.

Не секрет, значительное время уровень подготовки специалистов-аграриев отставал от развития технологий и производства. Техническое оснащение кафедр, лабораторий вузов оставляло желать лучшего. Нередко выпускники получали возможность изучать новые образцы техники лишь на производстве, уже работая специалистами. К счастью, БГАТУ удалось избежать такого перекоса в образовательной деятельности.

### **Основная часть**

Белорусский государственный аграрный технический университет является и остается признанным центром агроинженерного образования в Республике Беларусь, благодаря современной материально-технической базе, наличию высококвалифицированного профессорско-преподавательского состава, внедрению в образовательный процесс инновационных методов обучения, а также интеграции науки, образования и производства. Выпускаемые в университете специалисты играют важную роль в развитии агропромышленного комплекса, определяющего благополучие и здоровье нации. Признанием достижений университета, его конкурентоспособности и эффективности используемых методов управления, является присуждение БГАТУ Премии Правительства Республики Беларусь за достижения в области качества.

Обеспечение высокого уровня работоспособности современной сельскохозяйственной техники и соответственно качества выполняемых агротехнических работ во многом зависят от развития системы технического сервиса и ее кадрового обеспечения. Тракторы нового поколения «Беларус 2522/2822/3022/3522» производства ОАО «МТЗ», широкозахватные зерноуборочные и кормоуборочные комбайны, выпускаемые ПО «Гомсельмаш», ОАО «Лидаагропромаш», автомобили ОАО «МАЗ», техника других белорусских предприятий (ОАО «Бобруйскагромаш», Холдинг «Амкор» и др.), машины и оборудования в животноводстве, требуют надлежащего сервисного сопровождения, как в гарантийный, так и постгарантийный периоды эксплуатации, на основе применения современных технических средств диагностики, ремонтно-технологического оборудования и оснаст-

ки. Управлять техническим состоянием современной техникой должны квалифицированные практико-ориентированные специалисты.

Подготовка специалистов для технического сервиса осуществляется на единственном в республике факультете «Технический сервис в АПК» по двум специальностям: 1-74 06 03 «Ремонтно-обслуживающее производство в сельском хозяйстве» и 1-74 06 06 «Материально-техническое обеспечение агропромышленного комплекса».

Благодаря созданной в университете материально-технической базе, в процессе обучения студенты специальности 1-74 06 03 изучают конструкции современных тракторов, комбайнов, автомобилей, доильного и холодильного оборудования, другой сложной сельскохозяйственной техники, осваивают новейшее оборудование для диагностики двигателей, топливной аппаратуры, гидравлических, электрических и электронных систем сельскохозяйственных машин; учатся на практике выявлять и устранять неисправности, возникающие в различных системах, агрегатах и узлах, прогнозировать их ресурс.

Развитие логистических методов управления материальными потоками в АПК невозможно без подготовки высококвалифицированных специалистов. Это обуславливается тем, что логистика и инфраструктура являются фундаментом развития экономики.

Студенты специальности 1-74 06 06, используя логистические методы, осваивают управленческие процессы организации и планирования материально-технического обеспечения АПК, сервисные услуги, торговозакупочные процессы. Основная задача специалиста в этой области – нахождение оптимальных вариантов принятия решений по организации, планированию и управлению материальными потоками, информацией и финансами.

На специалиста в этой области возлагаются следующие функции:

- осуществление работы по материально-техническому снабжению и закупкам;
- участие в планировании производства продукции, товаров (работ, услуг), управлении производственными процессами;
- организация и осуществление складской деятельности;
- осуществление работы по распределению продукции, товаров (работ, услуг);
- управление транспортировкой продукции (товаров);
- организация и непосредственное осуществление таможенного оформления и растаможивания товаров;
- управление рисками в логистике.

Все принципы логистики трансформируются относительно системы ресурсообеспечения сельского хозяйства с учетом его особенностей, вытека-

ющих из специфики аграрного сектора. При этом следует добавить такую специфическую особенность сельскохозяйственного производства, как большое влияние на его результаты природных факторов, поскольку объектом этого производства являются растительный и животный мир, требующий соблюдения объективно обусловленных технологий выращивания растений и содержания животных (несоблюдения рационов кормления, растянутость сроков проведения работ, их отсутствие или несвоевременность выполнения), зависимость от погодных условий и т.д. приводят к уменьшению объемов производства сельскохозяйственной продукции.

Указанные особенности обуславливают повышенные требования к срокам материально-технического обеспечения производителей сельскохозяйственной продукции. Если в промышленности процесс производства может быть растянут во времени или перенесен на более поздние сроки (кроме непрерывных производств), то в сельском хозяйстве такой перенос практически невозможен, поскольку агротехнические требования выращивания продукции отрасли растениеводства, сезонность, природные и другие факторы, требуют проведения работ в строго определенные сроки.

Во многих ВУЗах нашей республики и стран дальнего и ближнего зарубежья созданы центры (филиалы) обучения на производственных базах профильных предприятий и организаций, осуществляющих подготовку студентов соответствующей специальности. Некоторые учебные дисциплины студенты изучают не в аудиториях и не в учебных лабораториях, а непосредственно на предприятиях, где можно наблюдать за работой современных образцов новой техники, уникального оборудования и опробовать свои силы в профессии. В 2004 г. по инициативе университета и с одобрения руководства РО «Белагросервис» в объединении образован филиал кафедры «Ремонт тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин».

Цель филиала – современная подготовка практико-ориентированных специалистов для агротехнического сервиса в АПК.

Задачи филиала:

– проведение учебных занятий со студентами и слушателями курсов повышения квалификации по актуальным проблемам организации технологии производства с привлечением ведущих специалистов РО «Белагросервис»;

– подготовка будущих специалистов в период производственных практик к практической и организационной работе на производстве;

– разработка вопросов, определяющих содержание и методическое обеспечение учебного процесса, осуществление идейно-воспитательной работы со студентами;

- ориентация курсового и дипломного проектирования на решение конкретных инженерных задач, связанных с запросами производства;
- производство научно-исследовательских работ по проблемам совершенствования организации и технологии агротехнического сервиса, внедрение ресурсосберегающих технологий при изготовлении, восстановлении и упрочнении деталей сельскохозяйственных машин и оборудования;
- обеспечение научного руководства аспирантами и соискателями по совместно проводимым научно-исследовательским работам;
- организация совместных научно-практических конференций по современным проблемам освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса машин и оборудования в АПК;
- пропаганда научно-технических знаний, проведение профориентационной работы среди молодежи;

Приказами по РО «Белагросервис» и университета назначены ответственные за организацию образовательного процесса на филиале. В их обязанности включается: составление годового плана работы и организация его выполнения, составление расписания занятий; организация выездных занятий, производственных практик, защиты дипломных проектов на производстве.

Сотрудниками кафедры совместно со специалистами объединения проанализированы программы специальных дисциплин и определены темы, требующие более углубленного изучения с точки зрения практической направленности, современных требований и перспективы развития отрасли. Это позволило определить круг вопросов и подобрать специалистов-практиков для преподавания отдельных разделов дисциплин: «Технология ремонта машин», «Организация технического сервиса», «Организация материально-технического обеспечения АПК», «Логистика». Практические занятия проводятся непосредственно на производстве. Учебный класс оборудован также на филиале РО «Белагросервис» «Фанипольская база».

В образовательном процессе участвует управленческий аппарат и руководители структурных подразделений РО «Белагросервис», ведущие преподаватели университета. В процессе обучения внимание студентов концентрируется на подготовку специалистов, владеющих не только интенсивно адаптированными технологиями современного агропроизводства и переработки сельскохозяйственной продукции, но и способных к разработке и реализации маркетинговых стратегий, финансового менеджмента, лизинга, вексельного обращения, материально-технического обеспечения, технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственных машин.

В рыночных условиях работники сферы снабжения, сервиса и ремонта сельскохозяйственной техники должны знать экономику и

юриспруденцию, уметь работать с поставщиками и клиентами, изучать конкурентов, владеть информационной базой и грамотно ее использовать.

В период проведения занятий студентам и слушателям курсов повышения квалификации читаются лекции по актуальным проблемам развития агросервиса: «Организационная структура РО «Белагросервис» и задачи, стоящие перед службой агросервиса»; «Организация ремонта и изготовления новой сельскохозяйственной техники на предприятиях системы «Белагросервис»; «Организация дилерской системы технического сервиса АПК»; Современная служба материально-технического обеспечения АПК»; «Роль лизинга в техническом оснащении сельского хозяйства»; О правовом обеспечении агросервисных предприятий»; «Проведение закупок с использованием информационной системы «Тендеры» и информационно-аналитического бюллетеня «Конкурсные торги в Беларуси и за рубежом».

По отдельным разделам специальных дисциплин «Организация материально-технического обеспечения», «Логистика», «Организация технического сервиса», «Товароведение» читаются проблемные лекции, проводятся деловые игры с погружением в реальную производственную ситуацию.

В системе РО «Белагросервис» по согласованию с университетом определены базовые предприятия для прохождения производственных практик студентами университета, стажировок и повышения квалификации преподавателей, магистров и аспирантов. Таких предприятий насчитывается 56. Как правило, это лучшие районные агросервисные организации и ремонтные предприятия, на которых ежегодно проходят практику 100-125 студентов.

В рамках сотрудничества РО «Белагросервис» совместно с БГАТУ в период проведения Международных специализированных выставок «Белагро» проводятся научно-практические конференции «Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК». По результатам конференций опубликовано 9 сборников научных трудов, включающих более 280 докладов. Изданы монографии, учебные пособия и рекомендации. Разработана концепция развития технического сервиса в АПК на период до 2020г. Многие студенты принимают активное участие в работе выставок. За участие в международных выставках «Белагро», инновационные подходы в подготовке практико-ориентированных специалистов ряд сотрудников филиала, Главного управления образования, науки и кадров Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, БГАТУ отмечены дипломами и памятным медалями.

Как показал десятилетний опыт работы филиала, его деятельность позитивно сказывается на качестве подготовки специалистов.

Проведенный опрос студентов и выпускников факультета позволил констатировать, что выбранное направление подготовки практико-ориентированных специалистов заслуживает признания и дальнейшего совершенствования. Студенты получили дополнительные знания и позитивные впечатления от встречи с руководителями предприятий, чьи имена достаточно хорошо известны в республике. Лучшие выпускники направлены по распределению в РО «Белагросервис», передовые СПК, районные агросервисные организации и ремонтные предприятия.

С 1 сентября 2013 года началась подготовка специалистов по новым образовательным стандартам высшего образования третьего поколения и учебным планам, предусматривающим сокращение сроков обучения до 4,5 лет, увеличение продолжительности практической подготовки, получение рабочих профессий, а также дающим возможность обучающемуся выбору индивидуальной траектории обучения (за счет дисциплин по выбору студента). В новых учебных планах удельный вес лекционных занятий в общем объеме сокращен с 45 до 27%, лабораторно-практических занятий увеличен с 38 до 43 %, а учебных и производственных практик – с 17 до 30% по сравнению с образовательными стандартами второго поколения.

Производственная практика выпускного курса разделена на 2 части. Первые полгода студенты проходят производственную практику в базовых (передовых) хозяйствах, а преддипломную практику и дипломное проектирование по месту распределения. Это делается для того, чтобы практические знания и умения, полученные в передовых хозяйствах, выпускники смогли применить по месту своей будущей работы.

До начала прохождения практики за выпускником закрепляется тема дипломного проекта (желательно по заявкам предприятия). После завершения практики проводится государственный экзамен по специальности и начинается дипломное проектирование, заканчивающееся защитой проекта на ГЭК в состав которого должны входить высококвалифицированные специалисты АПК и научно-практических центров НАН Беларуси.

На основании накопленного в БГАТУ положительного опыта необходимо расширять подготовку специалистов по сокращенной форме обучения за счет выпускников профильных колледжей, а также увеличить прием студентов по целевым договорам с организациями АПК.

Выпускники, получившие диплом специалиста на первой ступени высшего образования, имеют возможность продолжить обучение на второй ступени в академической (1-74 80 07 Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве) или практико-ориентированной магистратуре (1-74 81 07 Технический сервис в агропромышленном комплексе). При этом в отличие от академической магистратуры, ориентированной на исследовательскую или педагогическую деятельность будущего маги-

стра, практико-ориентированная формирует компетенции и навыки, необходимые для практической работы в качестве высококвалифицированных специалистов и управленцев.

### **Заключение**

Таким образом, подготовка практико-ориентированных специалистов требует координации совместных усилий учреждений образования и потенциальных работодателей. Это позволит обеспечить не только новый качественный уровень специалистов, но и разработать оптимальную компетентностную модель специалиста для сферы агротехнического сервиса в АПК.

### **Литература**

1. Лабушев Н.А., Романюк Н.Н., Миклуш В.П. На занятия в «Белагросервис» приходят студенты БГАТУ// Белорусская нива. – 2011.– №228 –20 декабря – С.4

### ***Abstract***

*Modern approaches to the training of practically oriented specialists for machinery service in the agro-industrial complex are considered in the article.*

**УДК 378:63**

## **СРЕДОВЫЙ ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ МНОГОСТОРОННЕЙ КОММУНИКАЦИИ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ АГРОИНЖЕНЕРА**

**Л.В. Захарьева, ст. преподаватель**

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

*В статье рассматривается средовой подход к организации многосторонней коммуникации в образовательном процессе высшей школы. Определена роль образовательной среды как важного фактора развития языковой личности агроинженера.*

### **Введение**

В последнее время в процессы коммуникации вовлекается все большее количество людей разных профессий, возрастов, интересов. Это связано с расширением международных контактов (конференции, симпозиумы, школы-семинары, круглые столы с привлечением многих участников и др.)

и развитием Интернет-коммуникаций (он-лайн конференции, вебинары и т.п.), что повысило статус иностранного языка как общеобразовательной дисциплины, необходимой в практической и интеллектуальной деятельности специалиста. Современное высшее образование должно включать не только специальную подготовку, но также способствовать развитию языковой личности будущего специалиста, которая по определению В.В. Виноградова представляет собой «совокупность способностей и свойств, позволяющих ему осуществлять сугубо человеческую деятельность – говорить, общаться, создавая устные речевые произведения, отвечающие цели и условиям коммуникации, извлекать информацию из текстов, воспринимать речь»[1] :

### **Основная часть**

Процесс формирования языковой личности есть процесс овладения речью: средствами языка (фонетикой, лексикой, грамматикой, культурой речи, речевыми стилями) и механизмами речи – ее восприятия и выражения своих мыслей. Этот процесс достаточно сложен и проходит несколько стадий, или уровней. Поскольку язык представляет собой систему объективно существующих, социально закрепленных знаков, соотносящих понятийное содержание и типовое звучание, систему правил их употребления и сочетаемости, то сформированной языковой личностью можно считать человека, владеющего этими системами и умением использовать эти знаки и правила в различных речевых ситуациях. Многосторонняя коммуникация как акт общения, взаимодействия людей является важнейшим механизмом становления индивида как социальной и культурной личности. Являясь социальным процессом, коммуникация служит формированию общества в целом, выполняя в нем связующую функцию.

Многосторонняя коммуникация в силу своей социально-психологической природы является многоаспектной и сложной деятельностью, т.к. в ней реально и потенциально содержатся элементы, определяющие оптимальный уровень функционирования: особенности экспрессии личности, системы ее отношений, условия и формы общения, уровень развития речевых навыков, возрастной ценз и т.п. Чтобы полноценно общаться, человек должен обладать целым рядом умений: быстро ориентироваться в условиях общения; правильно спланировать свою речь; выбрать содержание акта общения и найти адекватные средства для передачи этого содержания; обеспечить обратную связь. Если какое-то из звеньев коммуникативного акта будет нарушено, то общение будет неэффективным и коммуникация не состоится. Иными словами, многосторонняя коммуникация как конечная цель взаимодействия между людьми предполагает, что в ней должны участвовать более двух коммуникантов.

Многосторонняя коммуникация характеризуется высокой степенью коммуникативности - активный обмен значимой информацией, имеющей общий смысл для участников общения; воздействием на партнеров по общению, владение средствами контактности, коммуникативная готовность поддержать дискуссию; наличием спорного вопроса, положения, когда мнения участников речевого взаимодействия не являются окончательно принятыми; атематичностью - постоянной сменой тем. Успешность иноязычной многосторонней коммуникации «зависит от желания партнеров по коммуникации активно участвовать в иноязычном общении, то есть: выражать свое мнение, желания, просьбы, сообщать что-либо; уметь определять все личностные особенности коммуникантов и организовывать в соответствии с этим свои реплики, содержащие информацию по определенному вопросу, выражающие мнение, побуждение к действию или вопрос в оптимальной при данных обстоятельствах форме, на достойном собеседников интеллектуальном уровне, в интересном ракурсе».

Средовый подход в организации многосторонней коммуникации позволяет создать образовательную иноязычную среду, максимально приближенную к естественной. Специально организованная иноязычная среда несет в себе логику речевого поведения и коммуникативных отношений коммуникантов. ««Организованная в образовательном пространстве среда как совокупность отношений по осуществлению процесса освоения «идеальной формы» несет в себе логику поведения и отношений между субъектами образовательного пространства. В этом заключается активность среды, что позволяет рассматривать ее не только как объект, но и как субъект образовательного пространства. Активность среды создает новое качество системы отношений субъектов образовательного пространства. Среда начинает определять других субъектов, управлять ими, проводить селекцию их состояний». [2] Главной особенностью иноязычной образовательной среды является наличие интерактивного взаимодействия, благодаря которому развиваются все структурные компоненты языковой личности.

Наличие образовательной среды в процессе иноязычной подготовки агроинженера предполагает расширение круга интересов обучаемых, обогащение содержания образования, информационное насыщение окружающего предметного пространства, обеспечивает гармонизацию развития личности за счет вовлечения студентов в различные формы индивидуальной и коллективно-творческой, познавательной, развлекательной деятельности; способствует проявлению и становлению творческих особенностей обучаемых.

Средовый подход к организации многосторонней коммуникации предполагает:

- организацию учебного сотрудничества (определение цели и функций участников, способов взаимодействия; планирование общих способов работы; обмен знаниями между членами группы и принятие совместных решений; умение брать на себя инициативу (деловое лидерство); разрешение конфликтов; управление поведением партнера);
- общение и взаимодействие с партнерами по совместной деятельности или обмену информацией (умение слушать и слышать друг друга; достаточно полное и точное выражение своих мыслей в соответствии с задачами и условиями коммуникации; адекватное использование речевых средств; сообщение информации в устной и письменной форме; умение вступать в диалог, а также владение формами коммуникации);
- способность действовать с учетом позиции другого человека и согласовывать свои действия (понимание различных точек зрения, их обсуждение и сравнение; умение аргументировать и отстаивать свою позицию);
- работу в группе (умение устанавливать рабочие отношения, сотрудничать и строить взаимодействие с партнерами; обеспечение бесконфликтной совместной работы и т.п.);
- следование морально-этическим и психологическим принципам коммуникации и сотрудничества (уважительное отношение к партнерам, внимание к личности другого человека; адекватное межличностное восприятие; готовность оказывать помощь и эмоциональную поддержку друг другу).

Общепризнанным является тот факт, что лучшее раскрытие коммуникативного потенциала языковой личности студентов возможно в благоприятной коммуникативной обстановке. Коммуникативная обстановка характеризуется умственной и эмоциональной активностью общающихся, атмосферой дружелюбия, доверия, взаимопонимания. Это достигается, во-первых, специальными приемами и играми, во-вторых, учетом социально-личностных факторов, в-третьих, коммуникативным поведением всех участников коммуникации.

К специальным приемам, используемым в целях создания коммуникативной обстановки, Р.В. Фастовец относит игры, направленные на развитие внимания, чувства партнера, эмоциональной, образной и оперативной памяти, способности к имитации, быстроты реакции, чувства ритма, внутренней собранности и организованности, сеансы релаксации, направленные на преодоление скованности и напряжения [3] Целесообразно также использование языковых игр: фонетических, лексических, психотехнических. Фонетические игры позволяют овладеть техникой произнесения слов, словосочетаний, предложений в речевом потоке. Лексические игры направлены на формирование навыка использования слов, словосочетаний или фраз в соответствии с потребностями коммуникации. Психотехниче-

ские игры применяются для активизации навыков и умений оформления речевых высказываний. «С помощью игр у обучающихся развивается интерес к иноязычной коммуникации, создаётся иноязычная информационная база (словарь, речевые клише, фразы), формируются речевые механизмы, происходит снятие трудностей понимания лексических и грамматических явлений, осуществляется работа над произношением и интонацией. Это осуществляется с помощью звукового анализа слов речевого образца и многократных имитативных упражнений, так как имитация есть действие, «осуществляемое посредством образа» [4].

Ролевая игра – методический прием, предусматривающий создание ситуации общения, которая побуждает обучающихся к импровизации речевого и неречевого поведения в соответствии с характером полученной роли, межролевых и межличностных отношений. В основе ролевой игры лежит групповая работа, которая прививает навыки коллективных действий, развивает интуицию и воображение, учит осознавать свою и чужую роль, мобилизует умения и знания. Возникает феномен групповой сплоченности, которая притягивает участников друг к другу после игры, давая ресурс для реального внедрения наработанных результатов.

Благодаря системе ролей коммуникация в ролевой игре становится личностно ориентированной, адресованной участникам коммуникации, ситуативно обусловленной. Речь коммуникантов носит инициативный, эмоциональный, воздейственный характер. Собеседники проявляют подлинный интерес к высказываниям партнера. Их речевые действия направлены на решение той или иной задачи, предложенной в игре. При этом формируется комплекс иноязычных коммуникативных, рефлексивных и интерактивных умений языковой личности будущего специалиста.

Под коммуникативными умениями подразумевают умения слушать и слышать своего собеседника, определять его настроение, «стать в позицию другого», выражать свое отношение к предмету общения так, чтобы быть понятым, самостоятельно организовывать ситуацию коммуникативного взаимодействия.

К рефлексивным умениям относится способность студентов понимать свое состояние в процессе взаимодействия, воспринимать себя и свои действия глазами партнеров, видеть преимущества и слабые стороны любой позиции, адекватно интерпретировать свое поведение и поведение других участников, уметь критически мыслить, работать с поступающей устной и письменной информацией, принимать объективные решения.

Интерактивные умения включают в себя: эмоциональную устойчивость (способность контролировать свои собственные эмоциональные реакции и отражать динамику взаимодействия); гибкость в общении (способность устанавливать и поддерживать контакт с каждым участником, учитывать

его индивидуальные особенности и своеобразие, умение действовать в новых условиях, меняя способы деятельности); способность к сотрудничеству (интегрированное качество, включающее в себя способности и умения формулировать собственную точку зрения, регулировать конфликт, умения находить консенсусные или компромиссные решения при наличии противоположных мнений, взглядов).

### **Заключение**

Таким образом, иноязычная образовательная среда в организации многосторонней коммуникации может быть рассмотрена в качестве сложной системы, обеспечивающей успешность многосторонней коммуникации в процессе иноязычной подготовки агроинженера.

### **Литература**

1. Виноградов В.В. Русский язык: грамматическое учение о слове. – 2-е изд. – М.: Высшая школа, 1972, 615 с.
2. Гураль С.К., Обдалова О.А. Синергетическая модель развития образовательного пространства // Язык и культура. 2011. № 4 (16). С. 90-94.
3. Фастовец Р.В. Управление иноязычным общением в учебных условиях // Общая методика обучения иностранному языку. М., 1991.
4. Артемов В. А. Психология обучения иностранным языкам. М.: Просвещение, 1969., 279 с.

### **Abstract**

*The paper deals with the environmental approach to multilateral communication organization in the higher educational institution. The role of educational milieu as important factor of agroengineer language conscious personality development is determined.*

**УДК 378.663**

## **ИНОЯЗЫЧНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ КОММУНИКАЦИЯ СТУДЕНТОВ АГРОТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА**

**Л. И. Копань, к. филол.н., доцент**

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

*В статье рассмотрены компоненты, формирующие профессиональную иноязычную коммуникацию.*

### **Введение**

В настоящее время образование является одним из факторов социально-экономического развития государства. Большую роль в формировании экономического и интеллектуального потенциала страны играет система высшего аграрного образования, задачей которого является подготовка инженерных кадров для современного сельскохозяйственного производства.

Процесс модернизации системы высшего образования в условиях социально-экономических изменений в обществе включает в себя актуализацию проблемы повышения качества высшего образования. В связи с этим качество высшего образования характеризуется не только объемом знаний по специальности, но и способностью будущих выпускников к иноязычному общению со специалистами других стран.

### **Основная часть**

Болонские соглашения требуют внедрения в образовательный процесс лично ориентированной кредитно-модульной технологии обучения, способствующей повышению качества высшего образования и созданию системы контроля на основе зачетных единиц. Это, в свою очередь, позволит определять критерии сформированности базовых компетенций студентов по иностранному языку с учетом международных образовательных стандартов [1].

Переход на кредитно-модульную систему обучения унифицирует процесс обучения с общемировыми стандартами, сделает его более прозрачным и понятным обучающимся.

Профессионально ориентированное обучение иностранному языку признается в настоящее время приоритетным направлением в обновлении образования.

Студенты начинают изучать профессиональные стороны будущей профессии на иностранном языке, который и развивает общие профессиональные умения и знания будущего специалиста.

Оптимальное соотношение аудиторной и внеаудиторной учебной работы способствует развитию у студентов самостоятельности, творческого преобразования учебных навыков, полученных во время работы с преподавателем, в новых коммуникативных условиях.

В процессе подготовки к профессиональной коммуникации, то есть при отборе и анализе речевого материала, составлении упражнений на развитие навыков и умений профессиональной иноязычной коммуникации, преподаватель учитывает следующие требования: аутентичность, коммуникативная ценность, информационная насыщенность, профессиональная направленность, актуальность, соответствие материала уровню обученности студентов и учет интересов студентов [2].

Изучение иностранного языка в агротехническом университете предполагает усвоение как общих языковых знаний, умений и навыков, так и овладение сельскохозяйственной лексикой и умение работать со специальными текстами. Все это необходимо учитывать при составлении электронного учебно-методического комплекса по дисциплине “Иностранный язык” с целью максимально эффективного развития иноязычного потенциала студентов.

Овладение профессиональной лексикой и специальной терминологией является основой профессионально ориентированного занятия по иностранному языку.

В процессе профессионально ориентированного обучения при работе со специальными текстами используются те же дидактические средства, что и в процессе общего языкового обучения. Об этом необходимо помнить при составлении заданий. При этом преподаватель должен сознательно обращать внимание студентов на грамматические и лексические особенности специальных текстов. Именно в ознакомлении студента со специальными техниками, направленными на понимание, самостоятельное изучение и запоминание новых лексических единиц заключается оптимальная подготовка преподавателем студента к работе со специальной лексикой.

При выборе текстов желательно учитывать следующие принципы:

1) отобранные тексты не должны иметь узкоспециальной направленности; студенты должны иметь возможность изучения общеязыковых аспектов на материале специального текста;

2) тексты по своему содержанию должны быть связаны со спецификой вуза, и эта связь должна четко прослеживаться и быть узнаваемой.

Изучение грамматических явлений, характерных непосредственно для текстовой структуры, является основной целью работы с грамматикой в специальных текстах. Это означает, что грамматические структуры должны узнаваться и расшифровываться студентами, но не обязательно воспроизводиться. Студент должен быть знаком с наиболее простыми грамматическими структурами для того, чтобы он своими словами мог передать информацию, содержащуюся в специальном тексте. Другими словами, грамматика не является центральной учебной проблемой в профессионально ориентированном обучении иностранному языку.

На завершающем этапе необходимо организовать обсуждение и тестирование для контроля усвоения материала и оценки сформированности умений и навыков ведения профессиональной иноязычной коммуникации

### **Заключение**

Таким образом, развитие иноязычной профессиональной коммуникации студентов агротехнического университета предполагает, что содержание

обучения, методическое обеспечение иностранному языку должно быть связано со специальностью студента и спецификой вуза.

### **Литература**

1. Андриенко, А.С. Развитие иноязычной профессиональной коммуникативной компетентности студентов технического вуза (на основе кредитно-модульной технологии обучения): Дис. . канд. пед. наук: 13.00.08 / А.С. Андриенко.- Ростов-на-Дону, 2007. - 285с.

2. Гришина, Н.Ю. Обучение студентов технических вузов профессиональной иноязычной коммуникации на основе когнитивной технологии: Автореф. дисс. канд.пед.наук 13.00.08. / Н.Ю. Гришина. Спб, 2006. – 18 с.

### **Abstract**

*The components of professional foreign language communication are considered in this article.*

**УДК 372.881.1**

## **ИНТЕРАКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫМ ЯЗЫКАМ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ**

**С.В. Мисюк, преподаватель**

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

*В статье рассматриваются некоторые интерактивные методы обучения студентов технических вузов иностранным языкам как совокупность способов целенаправленного межсубъектного взаимодействия педагога и учащихся.*

### **Введение**

Потребность в инновационном развитии общества ставит перед педагогическим сообществом задачу подготовки специалистов с высоким уровнем квалификации, творческим потенциалом, готовых и способных к созидательной деятельности. Профессионально мобильный специалист — это, как правило, инновационный специалист, специалист творческий, обладающий умениями и навыками принятия инновационных решений в своей и смежных областях науки, техники и технологий. Базовой основой данного уровня квалификации является высокий уровень образования в области гуманитарных и точных наук, специальных дисциплин. Владение

компьютерными технологиями, методами проектирования и поиска информации, системного инжиниринга, методами активизации творческого мышления, иностранными языками, социально-ценностными ориентациями позволяет говорить об инженере как о специалисте-профессионале.

### **Основная часть**

Новые требования общества к образованию, точнее, к уровню образованности и развития личности, меняют и технологии преподавания иностранных языков. Одним из перспективных направлений совершенствования учебного процесса в высшей школе является применение современных профессионально ориентированных методов обучения.

Технологию интерактивного обучения можно определить как совокупность способов целенаправленного усиленного межсубъектного взаимодействия педагога и учащихся, последовательная реализация которых создает оптимальные условия для их развития[2]. Не останавливаясь подробно на всех типах и видах интерактивных методов обучения, рассмотрим лишь основные из них.

Учебная деловая игра представляет собой практическое занятие, моделирующее разные аспекты профессиональной деятельности обучаемых. Она создает условия для комплексного использования имеющихся у обучающихся знаний предмета профессиональной деятельности, а также способствует более полному овладению иностранным языком. Проведение деловых игр позволяет повысить интерес студентов к получаемым знаниям, а также качество этих знаний.

Мозговая атака – (в переводе с английского языка – «брейнсторминг» - метод корзины) – один из методов активного обучения, управления и исследования, который помогает стимулировать креативную мыслительность. Брейнсторминг как стимулятор творческой активности и креативности, в основном, построен на психологическом механизме отсутствия какой-либо критики участников, которая сковывает и препятствует рождению новаторских, оригинальных мыслей и нестандартных идей [1].

Среди инновационных технологий наиболее перспективным можно считать «кейс-стади» (обучение с использованием конкретных учебных ситуаций). Метод конкретных ситуаций развивает способность к анализу нерафинированных производственных задач и умение формулировать задачу самостоятельно. Сталкиваясь с конкретной задачей, специалист прежде всего должен определить: есть ли в ней проблема и в чем, собственно, она состоит, определить свою позицию, выяснить, что следует решать и есть ли в этом необходимость.

Мультимедийные технологии (ММТ) – новые информационные технологии, обеспечивающие работу с анимированной компьютерной графикой

и текстом, речью и высококачественным звуком, неподвижными изображениями и движущимися видео. Мультимедиа – средства по своей природе интерактивны, т.е. зритель и слушатель мультимедиа-продуктов не остаются пассивным [1].

Для преподавателей, ориентирующихся на личностный подход в обучении, характерны направленность на самореализацию, удовлетворение потребности в самоутверждении, рефлексии, в выработке собственной индивидуальной технологии обучения. Ядром же их профессиональной позиции выступает особый личностно-ориентированный стиль педагогического мышления, овладение которым проявляется как своеобразие «смещения» установок преподавателя с содержательно-процессуальных аспектов учебного общения (что усвоил, что сделал, каким образом мыслит) на ценностно-смысловое (место, роль учебного познания в личностной и профессиональной самореализации студента) [3].

### **Заключение**

Таким образом, использование интерактивных методов в обучении иностранным языкам подразумевает способность к выработке новых приемов деятельного овладения новыми знаниями, к формулировке проблем, познания неизвестного, обеспечивающее развитие человека, способствует повышению мотивации к обучению, созданию благоприятной среды, помогающей развить творческий потенциал студентов, и, в конечном итоге, позволяет значительно оптимизировать процесс обучения.

### **Литература**

1. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии/Г.К. Селевко – М., 1998 -138с.
2. Скорина М.С. Интерактивные методы обучения иностранным языкам. [Электронный ресурс].- Режим доступа: [www.rusnuka.com/8\\_NPE\\_2007/Philologia/20441.doc.htm](http://www.rusnuka.com/8_NPE_2007/Philologia/20441.doc.htm) - Дата доступа: 22.04.2014.
3. Французова А.И. Формирование креативного поведения студентов на занятиях по иностранному языку. [Электронный ресурс].- Режим доступа: [www.sbmt.bsu.by/Data\\_RUS/ContBlocks/01108/Francuzova.pdf](http://www.sbmt.bsu.by/Data_RUS/ContBlocks/01108/Francuzova.pdf) - Дата доступа: 22.04.2014.

### ***Abstract***

*Some interactive methods in teaching students of technical universities foreign languages as a set of ways of purposeful interaction of the teacher and pupils are considered in the article.*

УДК 539.3/.6:004

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ МУЛЬТИМЕДИА  
ПРИ ЧТЕНИИ ЛЕКЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МЕХАНИКА  
МАТЕРИАЛОВ»**

**Д.Н. Колоско, к.т.н., доцент**

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

*В статье рассмотрены особенности чтения лекций по механике материалов с помощью компьютерных презентаций.*

**Введение**

Лекция (от лат. *lectio* – чтение) – систематическое, последовательное, монологическое изложение лектором учебного материала, появившись в середине XV века, остается традиционной, ведущей формой преподавания во всех высших учебных заведениях. Во время лекции преподаватель сообщает концентрированно, в логически выдержанной форме новый учебный материал, поэтому она является наиболее экономичным способом передачи учебной информации.

Резервом повышения педагогической эффективности вузовской лекции является использование таких наглядных средств обучения как мультимедийные технологии. Мультимедиа (от англ. *multi* – много и *media* – среда) – переводится как «многие среды». Мультимедиа технологии (МТ) – совокупность технологий (приемов, методов, способов), позволяющих с использованием технических и программных средств мультимедиа обрабатывать, хранить, передавать информацию, представленную в различных формах с использованием интерактивного программного обеспечения.

**Основная часть**

В зависимости от вида планируемой преподавателем деятельности студентов во время лекции выделяются следующие **типы лекций**:

- 1) *вводная* – ознакомление студентов с новым материалом;
- 2) *эвристическая* – по ходу лекции предполагается активно привлекать учащихся к беседе или дискуссии;

3) *обзорная* – может быть информационной или проблемной, также эвристической;

4) *лекция-консультация* – построенная на основе активного взаимодействия с преподавателем или чисто информационная [1].

Чтение лекций по тексту применимо только на профессиональных конференциях, предусматривающих строгий регламент. В студенческой среде очень важно личностное обращение к аудитории, лично к слушателям. Живая речь преподавателя непосредственно воздействует на формирование знаний студентов. На лекции допускается импровизация, которая оживляет ее, придает ей творческий характер, акцентирует внимание слушателей, вызывает повышенный интерес.

В процессе чтения лекций требуется использование средств наглядности. По данным Джен Руэ информация воспринимается людьми в следующих соотношениях: на 1% через вкус; на 2% посредством осязания; на 4% с помощью обоняния; на 10% на слух; на 83% визуально. При этом запоминается: 10% прочитанного; 20% услышанного; 30% увиденного; 50% того, что услышано и увидено; 70% того, что сказано и записано [2].

Использование МТ в образовательном процессе имеет сложную структуру и представляет собой решение триединой задачи:

- максимальное удовлетворение информационных потребностей у участников образовательного процесса (преподаватель, студент);
- повышение качества профессиональных знаний, умений, навыков;
- активизация познавательной деятельности, способности к творчеству, формированию и развитию креативного мышления у студента и у преподавателя.

Одним из видов мультимедиа технологий является компьютерная презентация, которая создается с помощью программы Power Point (один из компонентов программы Microsoft Office), представляющая возможность создания последовательных слайдов, содержащих текст, формулы, графику, анимацию, видео и звук. Проведение таких презентаций возможно при наличии в аудитории персонального компьютера, мультимедийного проектора и электронной доски (smartboard). Вопрос отбора и структурирования материала для создания презентаций требует рассмотрения не только с педагогической, но и с эргономической точки зрения, психологии восприятия текстового и графического материала.

Необходимо использовать так называемые рубленые шрифты (например, различные варианты Arial или Tahoma), размер шрифта должен быть довольно крупный, предпочтительно не пользоваться курсивом или шрифтами с засечками.

Следует учитывать, что на большом экране текст и рисунки будет виден также как на экране компьютера (не лучше и крупнее). Можно провести следующий расчет: если шрифт можно прочитать на экране компьютера с обычного расстояния (около 40-60 см, или иначе это – 1-2 диагонали экра-

на, то и в аудитории шрифт будет хорошо виден на расстоянии 1-2 диагоналей большого экрана).

Предпочтительнее, чтобы слайдов не было много, иначе они будут слишком быстро меняться, и времени для записи у слушателей не останется. При продолжительности занятия 80 минут слайдов должно быть 20 – максимум 30, так чтобы смена происходила каждые 1,5-2 минуты [3].

В системе высшего технического образования презентации лекций по ряду дисциплин имеют свою специфику и возможности, позволяющие формировать специфические навыки.

В механике материалов принято на расчетных схемах изображать ось бруса и условное обозначение опор. Изображение реальных опор можно только показать с помощью рисунка на стенде или слайде. На рисунке 1 приведен пример слайда, показывающего и изображение трех видов опор и их условные обозначения.

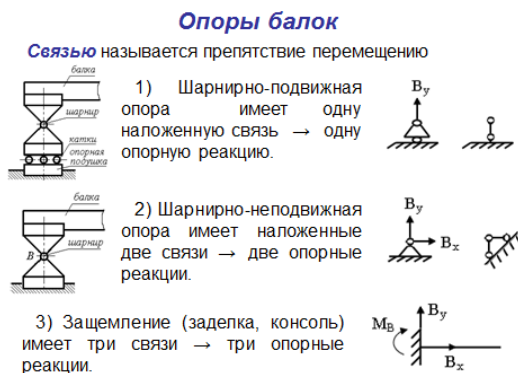


Рисунок 1- Слайд «Опоры балок»

Необходимый навык в механике материалов – умение строить эпюры (графики изменений по длине бруса) внутренних силовых факторов. Применение последовательной пошаговой анимации позволяет наглядно визуализировать построение эпюр, при необходимости повторяя наиболее сложные моменты.

Тема «Расчет плоских статически неопределимых систем методом сил» считается самой сложной во втором семестре, по ней выполняется индивидуальное домашнее задание. Подробное объяснение выполнения задания стало возможным на управляемой самостоятельной работе студентов (УСРС) только благодаря применению мультимедиа технологий. Перемножение грузовой и единичных эпюр изгибающих моментов дважды статически неопределимой рамы показано на рисунке 2. На слайде «Опоры балок» эффект анимации применялся 9 раз. Пошаговое объяснение выде-

ления простейших площадей на грузовой эпюре, определения центров тяжести этих площадей, ординат под центрами тяжести на единичных эпюрах, математическая запись перемножений потребовала уже 42 анимации на этом слайде 2.

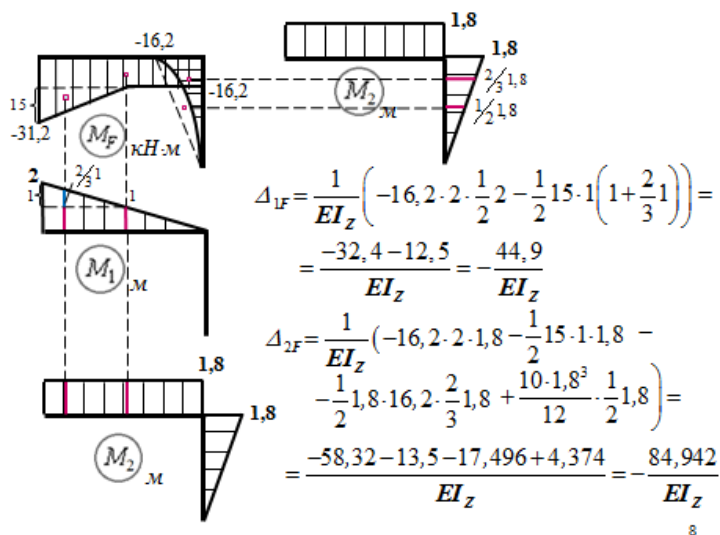


Рисунок 2 – Слайд «Опоры балок»

Вся УСРС заняла 15 слайдов, проведение ее в виде лекции-консультации с участием студентов в процессе построения и перемножения эпюр потребовало примерно 1,5 лекции. Анализируя первый опыт проведения такой лекции, можно отметить:

- повышение активности восприятия студентами сложного материала;
- постепенное привыкание к возможности высказать свой вариант ответа на заданный лектором вопрос;
- увеличение вариативности способов взаимодействия преподавателя со студентами во время лекции, установление элементов партнерства преподавателя и студентов;
- возможность повышения внимания аудитории в период его снижения (25-30 минут после начала и последние минуты лекции).

Необходимо подчеркнуть значительное повышение временных затрат лектора на подготовку к чтению лекции с помощью компьютерной презентации. Подготовка презентации к лекции «УСРС по индивидуальному до-

машинному заданию «Расчет плоской статически неопределимой рамы методом сил» заняла около 20 часов.

### **Заключение**

Чтение мультимедийных лекций позволяет повысить информативность лекции и наглядность обучения за счет использования различных форм представления учебного материала; улучшить доступность и восприятие информации студентами; осуществлять краткое повторение материала предшествующей лекции и повтор наиболее сложных моментов; способствовать повышению мотивации обучения.

Содержание педагогической деятельности преподавателя в инновационном образовательном процессе с использованием мультимедиа технологий существенно изменяется по сравнению с традиционным. Значительно усложняется деятельность по разработке курсов, требующая от преподавателя развития специальных знаний в области современных информационных технологий и технологических навыков работы с техническими средствами, приемов педагогической работы и более активных взаимодействий между преподавателем и студентом.

### **Литература**

1. Вакулук В.М., Семенова Н.Г. Использование мультимедиа технологий в лекционном курсе // Современные наукоемкие технологии. – 2004. – №2 – стр. 95-97 URL:[www.rae.ru/snt/?section=content&op=show\\_article&article\\_id=3165](http://www.rae.ru/snt/?section=content&op=show_article&article_id=3165) (режим доступа: 08.04.2014).
2. Руэ Д. Искусство презентации: ФАИР– ПРЕСС – пер. с англ. М., 2008. – 384 с.
3. Галимова Э.Г. Педагогическая эффективность компьютерной презентации в условиях вузовской лекции // Образование и саморазвитие. – 2010.

### ***Abstract***

*In article features of lecturing on mechanics of materials by means of computer presentations are considered*

УДК 811.161.1(075)

## ІНТЭРАКТЫЎНЫЯ МЕТАДЫ І ПРЫЁМЫ ПРАЦЫ ВЫКЛАДЧЫКА БЕЛАРУСКАЙ МОВЫ Ў ТЭХНІЧНАЙ УВА

Г.А. Смалянка, ст. преподаватель

УА “Беларускі дзяржаўны аграрны тэхнічны ўніверсітэт”  
г. Мінск, Рэспубліка Беларусь

*У артыкуле разглядаюцца метады і прыёмы, якія прымяняюцца на занятках па беларускай мове. Увага звяртаецца на асноўныя формы арганізацыі дзейнасці. Значнае месца адводзіцца тэксту як асноўнай адзінцы навучання мове спецыяльнасці. Адной з форм працы з тэхнічным тэкстам з’яўляецца пераклад.*

### Уводзіны

У апошнія гады ўсё часцей уздымаецца пытанне аб прымяненні новых інфармацыйных тэхналогій у навучальных установах. Гэта не толькі новыя тэхнічныя сродкі, але і новыя формы і метады выкладчыка, новы падыход да працэсу навучання.

Асноўнай мэтай навучання мове з’яўляецца фарміраванне і развіццё камунікатыўнай культуры студэнтаў, навучанне практычнаму авалоданню мовай.

Задача выкладчыка заключаецца ў тым, каб стварыць умовы практычнага авалодання мовай для кожнага студэнта, выбраць такія метады навучання, якія б дазволілі кожнаму студэнту праявіць сваю актыўнасць, сваю творчасць. Задача выкладчыка – актывізаваць пазнаваўчую дзейнасць студэнтаў у працэсе навучання беларускай мове.

Сучасныя педагогічныя тэхналогіі такія, як навучанне ў супрацоўніцтве, праектная методика, выкарыстанне новых інфармацыйных тэхналогій, Інтэрнэт-рэсурсаў дапамагаюць рэалізаваць асобасна-арыентаваны падыход у навучанні, забяспечваюць індывідуалізацыю і дыферэнцыяцыю навучання.

### Асноўная частка

Мэты і задачы навучання мове павінны суадносіцца з агульнай навучальнай мэтай – падрыхтаваць асобу, здольную самастойна думаць, арыентавацца ў самых разнастайных жыццёвых сітуацыях, і з агульнай дыдактычнай мэтай – навучыць разважаць на беларускай мове, умець выкарыстоўваць яе даведачны апарат.

Адметнай асаблівасцю з’яўляецца і тое, што ў цэнтры ўвагі знаходзіцца дзейсная гаворачая асоба (камунікатыўна-дзейсны падыход). Студэнт і тэкст, маўленчыя і інтэлектуальныя здольнасці кожнага асобнага чалавека, без якіх нельга ўспрымаць тэкст і стварыць тэкст уласны – вось што ляжыць у аснове

навучання. Адсюль вынікае, што на занятках больш павінен гаварыць студэнт, а не выкладчык. Асноўныя ж формы арганізацыі дзейнасці размяркоўваюцца так: парная (праца ў парах), калектыўная (праца ў малых групах), індывідуальная і толькі потым фронтальная (праца з усёй аўдыторыяй), без якой таксама не абысціся. Калектыўная разумовая дзейнасць - тып развіццёвага навучання.

Прынцыпы развіццёвага навучання вымушаюць праяўляць на занятках ініцыятыву, браць на сябе адказнасць, прапаноўваць свае меркаванні, вырашэнні праблем і г.д. Выкарыстанне актыўных форм навучання накіравана на:

- 1) актывізацыю дзейнасці кожнага студэнта, яго творчай самастойнасці, павышэнне адказнасці кожнага студэнта, яго творчай самастойнасці, павышэнне адказнасці за вынікі працы;
- 2) выхаванне цікавасці да роднай мовы;
- 3) павышэнне ролі ведаў як магчымасці вырашэння практычных (жыццёвых) задач;
- 4) актывізацыю маўленчай дзейнасці студэнтаў;
- 5) стварэнне атмасферы супрацоўніцтва.

Асноўнай вучэбна-метадычнай адзінкай навучання мове спецыяльнасці з'яўляецца тэкст, насычаны тэрміналагічнай і прафесійнай лексікай, сінтаксічнымі канструкцыямі, характэрнымі для навуковага стылю.

Тэксты па спецыяльнасці заахвочваюць прафесійны інтарэс студэнтаў, дапамагаюць засвоіць і ўбагаціць тэрміналагічную лексіку ў сферы абранай спецыяльнасці, паказаць адрозненні і падабенствы словаўтваральных элементаў некаторых тэрмінаў у беларускай і рускай мовах.

Практыкаванні, якія скіраваны на работу з тэхнічным тэкстам, садзейнічаюць узбагачэнню слоўнікавага запаса, фарміраванню тэрміналагічнай кампетэнцыі, культуры прафесійнага вуснага і пісьмовага маўлення студэнтаў, развіццю ўменняў правільна прымяняць набытыя веды ў пэўнай моўнай сітуацыі.

Адной з форм працы з тэхнічным тэкстам з'яўляецца пераклад. У працэсе перакладу пры параўнанні іх з тэкстам-арыгіналам студэнты выпрацоўваюць навыкі рэдагавання, уменні правільна вызначыць значэнне слова, лагічна і дакладна перадаваць інфармацыю зыходнага зместу, умець выконваць адэкватныя замены і перастаноўкі ў адпаведнасці з нормамі мовы.

Пры працы над перакладам спецыяльных тэкстаў, студэнты звяртаюцца да шматлікіх слоўнікаў, а гэта ў сваю чаргу дапамагае ім выпрацаваць уменні правільнага карыстання слоўнікавым матэрыялам.

Пераклад – адна з асноўных формаў кантролю ведаў студэнтаў, узроўню іх валодання мовай спецыяльнасці, усім багаццем выразных сродкаў беларускай мовы.

Пры вывучэнні мовы спецыяльнасці, у час працы над тэхнічнымі тэкстамі студэнты на практыцы замацоўваюць базавыя тэарэтычныя веды па курсу

беларускай мовы, пашыраюць свае ўяўленні аб яе лексічным багацці, стылістычнай разнастайнасці, вучацца адчуваць слоўную адзінку, правільна выбіраць і ўжываць тэрміны, адпаведныя літаратурнай і тэрміналагічнай нормам.

### **Заклучэнне**

Хацелася, каб кожны выкладчык усвядоміў, што мова – гэта не толькі навукова-тэарэтычны навучальны прадмет. Мы павінны навучыць успрымаць мову і карыстацца мовай як сродкам зносін, пры гэтым мова, пісьмовая і вусная, – прыкмета, па якой мяркуюць (і меркавалі ва ўсе часы) аб узроўні культуры чалавека, яго інтэлекце, сацыяльнай прыналежнасці. Неабходна навучыць лагічна, паслядоўна, аргументавана выказваць сваю ўласную думку, слухаць іншых, весці дыспут і г.д. Адным словам, падвесці студэнтаў да свядомага разумення: не толькі што, але і як гаварыць і пісаць у кожнай канкрэтнай жыццёвай сітуацыі. А адсюль і новыя патрабаванні да заняткаў, адно з якіх – своеасаблівы практыкум выкарыстання разнастайных моўных і маўленчых сітуацый.

### **Літаратура**

1. Селевко, Г.К. Альтернативные педагогические технологии /Г.К.Селевко. – М.: НИИ школьных технологий, 2005. – 224 с.
2. Яленскі, М.Г. Лінгвадыдактычная парадыгма асобасна арыентаванага навучання мове ў сучаснай школе /М.Г.Яленскі. – Мн.: НІА, 2022. – 212 с.

### **Abstract**

*This article discusses the methods and techniques, which are used in the classroom for the Belarusian language. Attention is drawn to the main forms of activity. Considerable attention is paid to the text as the basic unit of language teaching profession. One of the forms of technical text is a translation.*

**УДК 811.161.1 (075)**

## **ОБ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСАХ В ПРЕПОДАВАНИИ РУССКОГО ЯЗЫКА КАК ИНОСТРАННОГО**

**Т.И. Гриневич, к. филол. н., доцент**

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

*Данная статья посвящена проблеме использования современных инновационных технологий в процессе обучения русскому языку как иностран-*

*ному. Рассматриваются возможности дифференциации и индивидуализации учебной деятельности при помощи электронных образовательных ресурсов.*

### **Введение**

Характерной чертой развития общества на протяжении последних десятилетий является его все более распространяющаяся информатизация. Отражением и следствием этой тенденции явились заметные изменения в системе образования: возникла потребность в подготовке подрастающего поколения к вступлению в общество, в котором любая профессиональная деятельность будет связана с информационными технологиями. Современное образование предполагает качественные изменения в задачах, содержании и структуре обучения, моделях и технологиях обучения и воспитания, ресурсном обеспечении образовательного процесса.

### **Основная часть**

Использование современных инновационных технологий позволяет сделать процесс обучения русскому языку как иностранному личностно ориентированным, более гибким, помогает повысить мотивацию обучающихся, уровень владения языком, преодолеть барьеры общения и сформировать коммуникативную культуру.

В настоящее время большинство передовых УВО стремится модернизировать систему образования на основе широкого использования информационных и коммуникационных технологий, которые сегодня предлагают новые перспективные возможности для обучения. Именно занятия, построенные на инновационных технологиях, дают возможность обучаемым перейти от пассивного потребления информации к активному участию в процессе познания.

Включение информационных технологий в образовательный процесс решает важные учебные задачи: способствует развитию профессионального, аналитического мышления, приобретению социального опыта, коллективного взаимодействия, формированию профессиональной компетентности и познавательной мотивации. Особенно продуктивны занятия с использованием компьютера. Необходимо, чтобы каждый преподаватель-русист понял простую мысль: компьютер в учебном процессе – не механический педагог, не заместитель или аналог преподавателя, а средство при обучении студентов, усиливающее и расширяющее возможности его обучающей деятельности [2, с. 68].

Какие бы методы обучения ни применялись для повышения эффективности образования, важно создать такие психолого-педагогические условия, в которых обучаемый может занять активную личностную позицию и

в полной мере проявить себя как субъект учебной деятельности. Дидактический принцип активности личности в обучении обуславливает систему требований к учебной деятельности обучаемого и педагогической деятельности преподавателя в едином учебном процессе. Педагогическое мастерство преподавателя состоит в том, чтобы отобрать нужное содержание, применить оптимальные методы и средства обучения в соответствии с программой и поставленными образовательными задачами.

Как известно, качество образования складывается из качества обучения и качества воспитания. Качество обучения может быть достигнуто только в результате обеспечения эффективности каждой ступени обучения. То есть весь процесс обучения строится по схеме: воспринять – осмыслить – запомнить – применить – проверить. Чтобы добиться качества обучения, необходимо последовательно пройти через все эти ступени образовательной деятельности. Использование разнообразных форм и методов в процессе обучения способствует повышению качества образования.

На сегодняшний день проблема создания электронных изданий и мультимедийных ресурсов очень актуальна, так как в период становления так называемого информационного общества, в котором приоритетными как для преподавателя, так и для учащихся являются творческий потенциал и прогрессивность мышления, на передний план в процессе обучения иностранным языкам выходит необходимость подготовки специалистов, не просто обладающих определенной суммой знаний, а владеющих ключевыми языковыми компетенциями и практическими навыками в своей профессиональной области.

Стремление современного человека постигать мир визуальным способом привело к тому, что многие вербальные носители информации перешли в ранг видеопрограмм и мультимедийных технологий. Учащиеся XXI века охотнее пользуются компьютерными словарями, учебниками, базами данных интернета, нежели традиционными печатными изданиями. Процесс создания мультимедийных учебных пособий и тестов начался и в области преподавания русского языка как иностранного (это пособия Булгаковой, Зелинской, Красных, Хаврониной, Клобуковой, Михалкиной). Идет процесс создания электронных образовательных ресурсов для обучения под руководством преподавателя и для обучения в рамках самостоятельной работы учащихся, формирование индивидуальных программ обучения и дистанционной формы обучения.

Преимущества применения компьютерных образовательных технологий очевидны:

- меняются функции преподавателя и студента; преподаватель становится консультантом-координатором (а не выполняет информирующе-контролирующую функцию);

- обучаемым предоставляется большая самостоятельность в выборе путей усвоения учебного материала.

Таким образом, компьютерные образовательные технологии дают широкие возможности дифференциации и индивидуализации учебной деятельности.

Очевидно, что только мотивированное обучение может быть эффективным, и работа с компьютерными программами во многом способствует решению проблемы мотивации, ибо является для нынешних студентов естественной и желанной средой для получения информации, выработки навыков и умений. Воспринимая обучающую программу как игру, они не чувствуют напряжения при выполнении значительного количества упражнений и больше уверены в скором достижении результата.

При этом из всех существующих средств обучения электронные образовательные ресурсы наилучшим образом «вписываются» в структуру учебного процесса, наиболее полно удовлетворяют дидактическим требованиям и максимально приближают процесс обучения к реальным условиям. К тому же самостоятельный выбор стратегии обучения повышает мотивацию учебной деятельности иностранных учащихся и способствует большей эффективности освоения форм и конструкций русского языка.

### **Заключение**

Таким образом использование электронных образовательных ресурсов позволяет:

- повысить интерес учащихся к предмету;
- повысить успеваемость и качество знаний учащихся;
- сэкономить время на опрос обучаемых;
- дать возможность учащимся продолжать самостоятельно заниматься в домашних условиях.

В то же время понятно, что возможности компьютера в обучении такому виду речевой деятельности, как говорение, ограничены, так как различие спонтанной речи (в совокупности с помехами в виде различного рода ошибок, которые допускают иностранные учащиеся) на имеющемся техническом оборудовании не всегда достижимо. При работе над этим видом речевой деятельности роль преподавателя незаменима.

### **Литература**

1. Роберт, И.О. Современные информационные технологии в образовании. Дидактические проблемы: перспективы использования / И.О. Роберт. – М.: Школа – пресс, 2009. – 265с.
2. Серова, Л.К. Компьютерные технологии на начальном этапе преподавания РКИ / Л.К. Серова // Традиции и новации в профессиональной дея-

тельности преподавателя русского языка как иностранного: Учебная монография / Под общ. ред. С.А. Хаврониной. – М.: РУДН, 2002, 197с. – С.68

3. Фадеев, С.В. ЭВМ в преподавании русского языка как иностранного / С.В. Фадеев. – М.: Русский язык, 1990. – 315с.

### **Abstract**

*This article is devoted to the use of electronic educational resources in teaching Russian as a foreign. Possibilities of use of information and communication technologies in teaching the benefits of their use.*

**УДК 811.161.1(075)**

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ РКИ СТУДЕНТАМ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ**

**Е.Б. Гурнович, ст. преподаватель**

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

*Статья посвящена использованию мультимедийных технологий в преподавании русского языка как иностранного студентам технического профиля, в частности, созданию мультимедийных презентаций, используемых для обучения иностранных студентов научному стилю речи. Презентации используются по РКИ как при объяснении нового материала, так и на этапах закрепления и проверки знаний, а также создаются самими студентами для сопровождения собственных сообщений.*

### **Введение**

Качество профессиональной подготовки иностранных студентов во многом зависит от уровня владения ими русским языком как средством коммуникации в сфере профессионально ориентированного общения.

Благодаря использованию мультимедийных технологий в процессе обучения русскому языку как иностранному, изменяются содержание, методы и организационные формы обучения, процесс изучения русского языка становится все более личностно-ориентированным, качество преподавания совершенствуется, получает дальнейшее развитие коммуникативная компетенция студентов.

### **Основная часть**

Мультимедийные технологии подразумевают использование таких аудиовизуальных и интерактивных средств обучения, как программные

средства (презентации, видео-, аудиоролики, ресурсы сети Интернет), оборудование (ПК, аудио-, видеоаппаратура, мультимедийный проектор и т.д.). Технологические инновации способствуют развитию индивидуальных способностей обучаемых, их личностных качеств, формированию познавательных способностей и исследовательских навыков студентов. Процесс обучения языку становится интересным, менее стрессовым.

На кафедре белорусского и русского языков ведется работа по созданию мультимедийных презентаций, используемых для обучения иностранных студентов научному стилю речи. Цель создания подобных презентаций – облегчить овладение специальной лексикой и синтаксическими конструкциями русской научной речи для наиболее успешного формирования профессионально ориентированной коммуникативной компетенции, сделать занятие более эффективным, насыщенным, интересным. В основе создания любой мультимедийной презентации лежит принцип наглядности – один из основных методических принципов обучения иностранному языку. Использование в интерактивных презентациях представления соответствующей учебной информации позволяет визуализировать ее на основе образного восприятия изучаемого материала, дать его наглядную конкретизацию. При этом наиболее полно и активно используются природные способности студентов – визуальное мышление, восприятие и запоминание информации. Особенно актуален такой способ подачи лексико-грамматического материала при обучении научному стилю речи, освоение которого является одним из самых трудных аспектов РКИ [2, с.93].

Преподавателю-русисту необходимо учитывать специфику этого стиля при отборе лексико-грамматического материала для практических занятий.

Так, при анализе особенностей научного текста обращает на себя внимание преобладание общенаучной лексики, значительное место в которой принадлежит глаголам и отглагольным существительным типа: *превращать – превращение; сохранять – сохранение; распадаться – распад*.

Наиболее типичными словобразовательными моделями для специальной лексики технической литературы являются отглагольные существительные на *-ние (-ание, -ение)*, обозначающие название процессов, состояний: *восстановление, давление, трение, торможение*.

Существительные с суффиксами *-от -(а), -ет -(а)* являются носителями какого-либо абстрактного признака: *теплота, пустота, высота* и т.д.

Широко употребляются термины существительных, оканчивающихся на *-ость, -ия, -ция*: *плотность, растворимость, упругость; коррозия, прогрессия; электрификация, механизация* и т.д.

Необходимо обратить внимание студентов на особенности грамматики научного стиля. Так, в научной литературе преобладают формы несовершенного вида глагола, более употребителен инфинитив и форма настояще-

го времени глагола, причем настоящее (или будущее) время чаще всего вообще не соотнесено с моментом речи и обозначает действие вневременное (*Почти все металлы обладают хорошей проводимостью электричества*). В научном тексте наблюдается преобладание глаголов с отвлеченным значением над глаголами с конкретным значением.

При создании мультимедийных презентаций учитывается принцип доступности и посильности: отобранный учебный материал является необходимым, но достаточным и доступным в рамках поставленной цели обучения научному стилю речи.

Важной задачей профессионально-ориентированного обучения является формирование терминосистемы, необходимой для изучения специальных дисциплин. Поэтому основной структурной единицей презентации является тема в соответствии с учебной программой. Тема может включать одно или несколько практических занятий.

Презентация содержит лексико-грамматический материал, который является значимым и частотным для каждой темы, речевые образцы, микротексты, задания открытого и закрытого типа, тематические тексты. Тексты представляют собой своеобразную коммуникативную модель, отражающую специфику функционирования русского языка в данной профессиональной сфере общения.

Презентации могут быть использованы на занятиях как при объяснении нового материала, так и на этапах закрепления и проверки знаний. С помощью мультимедийных презентаций возможна более качественная и быстрая корректировка и проверка уровня усвоения материала.

Ценность созданных преподавателем презентаций состоит в том, что материал в них дается учащимся компактно, в нужной последовательности, в нем нет ничего лишнего, все направлено на достижение целей и задач конкретного занятия в отличие от готовых фильмов и слайдов.

Презентации могут создавать и сами студенты в качестве индивидуальных и групповых проектов для сопровождения собственных сообщений. Выступление студентов с мультимедийной презентацией развивает речь, мышление, память, учит выделять главное, конкретизировать, устанавливать логические связи.

При использовании мультимедийных презентаций на занятиях по РКИ у студентов значительно повышается скорость запоминания технических терминов, улучшается понимание учебного материала за счет погружения в интерактивную среду изучаемого явления или процесса, а также снижается утомляемость благодаря смене видов учебной деятельности.

### **Заключение**

Мультимедийные презентации имеют преимущества перед традиционными формами обучения. Они позволяют тренировать различные виды

речевой деятельности, сочетать их в различных комбинациях; помогают создавать коммуникативные ситуации, автоматизировать языковые и речевые действия; способствуют реализации индивидуального подхода и интенсификации самостоятельной работы студентов, активизируют их познавательную деятельность.

### Литература

1. Азимов, А.Г. Методика организации дистанционного обучения русскому языку как иностранному / А.Г. Азимов. – М., 2006. – 376 с.
2. Богомолов, А.Н. Виртуальная языковая среда обучения русскому языку как иностранному / А.Н. Богомолов. – М. : МАКС Пресс, 2008. – 178 с.
3. Использование Интернета при обучении на начальном и продвинутом этапах: материалы X Конгресса МАПРЯЛ, Санкт-Петербург, 2003 г. / Русское слово в мировой культуре; под ред. Т. Байер. – СПб., 2003. – С. 23-27.

### **Abstract**

*Article is devoted to the use of multimedia technology in teaching Russian as a foreign language to students of technical profile, in particular, the creation of multimedia presentations used to teach foreign students scientific style of speech.*

УДК 811.161.1(075)

## НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРЕПОДАВАНИИ РУССКОГО ЯЗЫКА КАК ИНОСТРАННОГО

**Л.А. Костюшкина, ст. преподаватель**

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

*В статье рассматриваются вопросы современной трактовки метода проектов, проанализирована типология проектов. Большое внимание уделяется роли преподавателя в организации данного вида работы.*

### Введение

В настоящее время один из важнейших аспектов совершенствования и интенсификации учебного процесса – использование новых информационных технологий. С их помощью реализуются следующие принципы обучения: коммуникативность, индивидуализация, интерактивность, этапность.

С точки зрения успешной организации многоуровневого образования, одна из основных задач, стоящих перед преподавателем, - организовать обучение так, чтобы обучаемый активно участвовал в процессе «добывания знаний». К сожалению, пока наш учебный процесс построен таким образом, что студент усваивает сведения, предлагаемые в готовом виде, происходит простое транслирование информации, и мы получаем преимущественно репродуктивные действия учащихся. Это перестает удовлетворять не только педагогов, но и самих обучаемых и не отвечает современным потребностям общества.

Все вышеперечисленное диктует необходимость перестройки в преподавании учебных дисциплин. Происходит постепенный переход от традиционных методов обучения к лично ориентированным.

В данной статье предпринята попытка проанализировать, что составляет сущность современной трактовки метода проектов, какой должна быть типология проектов, как работает данный метод на занятиях по русскому языку как иностранному.

### **Основная часть**

Цель обучения русскому языку как иностранному – коммуникативная деятельность, то есть практическое владение языком. Основная задача преподавателя – активизировать деятельность каждого студента в процессе обучения, создать ситуации для творческой деятельности.

В современных условиях процесс обучения русскому языку как иностранному невозможно свести лишь к формированию речевой и лингвистической компетенции студентов, он должен обеспечивать вхождение в нужную культуру и информационную практику деятельности. Это возможно обеспечить новыми средствами обучения, оптимально сочетая их с традиционными методами обучения иностранным языкам.

Метод проектов современной методикой обучения оценивается как один из новых подходов. Это способ достижения дидактических целей через детальную разработку проблемы, которая должна завершиться реальным практическим результатом, оформленным тем или иным способом (профессор Е.С. Полот); это совокупность приемов, действий учащихся в их определенной последовательности для достижения поставленной цели.

Основное предназначение метода проектов состоит в предоставлении студентам возможности самостоятельного приобретения знаний в процессе решения практических задач. Если говорить об этом методе как о педагогической технологии, то эта технология предполагает совокупность исследовательских, поисковых, проблемных методов, творческих по своей сути.

Разработанный еще в первой половине XX века на основе практической педагогики Джона Дьюи метод проектов становится особенно актуальным

в современном информационном пространстве. Идея Дж. Дьюи заключалась в том, чтобы вовлечь каждого обучаемого в активный познавательный творческий процесс при решении той или иной практически или теоретически значимой проблемы. Этот метод привлек внимание и русских педагогов. В начале XX века разработкой проектного метода занималась группа ученых под руководством С. Шацкого.

В процессе проектной деятельности формируются следующие компетенции:

1. Рефлексивные умения;
2. Поисковые (исследовательские) навыки;
3. Умения и навыки работы в сотрудничестве;
4. Менеджерские умения и навыки;
5. Коммуникативные умения и навыки;
6. Презентационные умения и навыки.

Данная технология может быть использована преподавателем-русистом для эффективного решения задач обучения русскому языку как иностранному. Это самостоятельная работа учащихся, для выполнения которой могут быть привлечены современные технические средства и которая максимально приближает учебную ситуацию к реальному использованию русского языка.

По доминирующей деятельности учащихся могут быть предметно ориентированные проекты, нацеленные на социальные интересы самих участников: исследовательские, творческие, информационные, ролево-игровые.

По предметно-содержательной области выделяют два типа проектов: межпредметные и монопроекты.

По характеру контактов проекты могут быть индивидуальными, групповыми, локальными и телекоммуникационными.

По продолжительности проекты делятся на краткосрочные, средней продолжительности, долгосрочные.

Работа каждого студента ведет к достижению результата, все участники объединены общей коммуникативной целью. Результаты работы должны (или могут) быть выражены в рецензии, реферате, сочинении, докладе и т.п. Такой итог – результат поиска информации, ее переработки, обмена информацией и составления текста. Таким образом реализуются основные принципы обучения иностранному языку – коммуникативности и сознательности.

Подобная работа требует большой подготовки самих преподавателей-русистов. Преподавателю в рамках проекта отводится роль разработчика, координатора, эксперта, консультанта. Необходимо продумать темы, цели и задачи проектов, учесть сферу интересов (специальность) учащихся, провести необходимую языковую подготовку.

Важно также определить посильные для каждого участника проекта направления работы, также посильность работы – одна из важных составляющих успешного завершения проекта.

В работе над проектом задача преподавателя состоит в следующем:

1. Направить студента на выдвижение темы и проблемы проекта;
2. Помочь сформулировать цель проекта;
3. Определить сроки выполнения работы по проекту;
4. Помочь студентам составить план работы над проектом и определить направления работы;
5. Предложить формы и способы обмена информацией;
6. Провести текущие и итоговые обсуждения;
7. Выбрать для каждого участника проекта форму отчета – итоговой работы по проекту.

Темы для проектов могут быть выбраны в соответствии с традиционными аспектами преподавания русского языка, например: «Проблемы экранизации художественного произведения» - рецензия на фильм; «Обсуждаем политическую ситуацию в мире» - монолог-мнение.

### **Заключение**

Таким образом, следует отметить, что новые информационные технологии в образовании – это синтез существовавших ранее и современных. Все это помогает двигаться вперед по пути совершенствования.

Процесс работы над проектом стимулирует студентов к деятельности, к активности, развивает интерес к предмету, творческое мышление, коммуникабельность.

Кроме этого, реализация на практике метода проектов ведет к коренному изменению позиции преподавателя. Он из носителя знаний превращается в организатора познавательного процесса и исследовательской деятельности студентов.

Этот метод особенно важен в условиях Болонского процесса, когда приобретают значимость новые цели образования, ориентированные на подготовку специалистов, способных к самообучению на протяжении всего жизненного пути.

### **Литература**

1. Арутюнов, А.Р. Теория и практика создания учебника русского языка для иностранцев. /А.Р.Арутюнов. – М.: Русский язык, 1990.
2. Полат, Е.С. Метод проектов на уроках иностранного языка/ Е.С.Полат. //Иностранные языки в школе. 2000. № 2,3.
3. Полат, Е.С. Типология телекоммуникационных проектов. / Е.С.Полат. // Наука и школа. 2009. № 4.

**Abstract**

*The article examines the revitalization of the educational process, describing the method of projects as one of the topical problems in modern technique. The author describes the main types of projects, stages of the project and the teacher's role in this process.*

**УДК 811.161.1(075)**

**АКТИВНЫЕ ФОРМЫ И МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ В УВО**

**И.С. Фокина, ст. преподаватель**

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

*В статье рассматривается классификация активных форм и методов обучения, необходимость их использования в УВО.*

**Введение**

Образование является стратегической основой развития личности, общества, нации, государства и залогом успешного будущего. Современная ситуация в подготовке специалистов требует коренного изменения стратегии и тактики обучения в УВО. В результате чего к системе образования в современных условиях предъявляются весьма высокие требования: она должна готовить специалистов к жизни и деятельности в широком, динамичном, быстро меняющемся мире, где перед человеком постоянно возникают нестандартные задачи, решение которых предполагает наличие умений и навыков строить и анализировать собственные действия. Главными характеристиками выпускника любого образовательного учреждения являются его компетентность и мобильность. В этой связи акценты при изучении учебных дисциплин переносятся на сам процесс познания, эффективность которого полностью зависит от познавательной активности самого студента.

**Основная часть**

Применение на практике проблемного и развивающего обучения привело к возникновению методов, получивших название «активные». Ориентация на активное обучение стала одним из значимых компонентов стратегии перестройки профессионального образования в высших учебных заведениях. Активное обучение – это, прежде всего новые формы, методы и средства обучения.

Вклад в разработку классификации активных методов обучения внесли Ю.С. Арутюнов, М.М. Бирштейн, Н.В. Бурков, А.А. Вербицкий, С.Р. Гидрович, Р.Ф. Жуков, В.М. Ефимов, Л.Н. Иваненко, В.Ф. Комаров, А.Л. Лившиц, В.И. Маршев, Ю.М. Порховник, В.И. Рыбальский, Т.П. Тимофеевский и др.

Классификация методов активного обучения для УВО, предложенная Смолкиным А. М., предполагает **имитационные** методы активного обучения, т.е. формы проведения занятий, в которых учебно-познавательная деятельность построена на имитации профессиональной деятельности (деловая игра, семинары, дискуссии, коллективная мыслительная деятельность и т.д.), и **неимитационные** – это все способы активизации познавательной деятельности на лекционных занятиях (проблемная лекция, лекция вдвоём, лекция с заранее запланированными ошибками, лекция пресс-конференция и т.д.).

Имитационные методы делятся на игровые и неигровые. К игровым относятся проведение деловых игр, игрового проектирования и т. п., а к неигровым – анализ конкретных ситуаций, решение ситуационных задач и другие.

Такие формы учебного процесса, как «кейс-метод», «деловые игры», «круглые столы» значительно активизируют учебный процесс. Они способствуют активному взаимодействию студентов и преподавателей. Активные методы охватывают все виды аудиторных занятий со студентами. Они оказывают большое влияние на подготовку студентов к будущей профессиональной деятельности, вооружают студентов основными знаниями, необходимыми специалисту в его квалификации, формируют профессиональные умения и навыки.

### **Заключение**

Активные методы обучения создают условия для формирования и закрепления профессиональных знаний, умений и навыков у студентов УВО. Они создают условия для формирования и закрепления профессиональных знаний, умений и навыков у студентов, способствуют развитию профессиональных качеств будущего специалиста. Использование преподавателями таких методов в процессе обучения способствует преодолению стереотипов в преподавании различных дисциплин, выработке новых подходов к профессиональным ситуациям, развитию творческих, креативных способностей студентов.

### **Литература**

1. Балаев, А.А. Активные методы обучения. / А.А. Балаев, – М., 2006.
2. Вербицкий, А.А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход. / А.А. Вербицкий. – М.: «Высшая школа», 2001.
3. Вербицкий, А.А. Деловая игра как метод активного обучения / А.А. Вербицкий. – М.: «Современная высшая школа», 2005, № 3. С.23-28.

4. Гузеев, В.В. Методы и организационные формы обучения. / В.В. Гузеев. – М.: «Народное образование», 2001.
5. Платов, В.Я. Деловые игры: разработка, организация, проведение. / В.Я. Платов. – М., 1991.
6. Смолкин, А.М. Методы активного обучения. / А.М. Смолкин. – М., 1991.
7. Стефановская, Т.А. Технологии обучения педагогике в вузе. / Т.А. Стефановская. – М., 2000.

**Abstract**

*The article deals with the classification of the active forms and methods of study, the need to use them in an institution of higher education.*

УДК 378.14

**ГОТОВНОСТЬ СТУДЕНТОВ АГРОТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА К  
ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАК ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ  
ПРОБЛЕМА**

**Л.Г. Васильева, ст. преподаватель**

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

*В статье рассматривается готовность студентов агротехнического вуза к инновационной деятельности, являющейся предпосылкой обеспечения эффективности образовательного процесса в условиях изучения любой дисциплины, в том числе изучения иностранного языка.*

**Введение**

Дисциплинарной структуре и роли социально-гуманитарных наук отводится главенствующее место: рассматриваются методологические проблемы филологии, психологии, педагогики, лингвистики и др. Обычно методология определяется как рационально - рефлексивный анализ методов познания в практики, но в социально-гуманитарных науках она является не только учением о методах познания и практики, но и дисциплиной, изучающей все способы деятельности субъектов обучения.

В образовании проблема развития готовности студентов к инновационной деятельности в условиях интеграционных процессов является в практическом и теоретическом смысле одной из приоритетных. Инновационная деятельность, не будучи формализуемым процессом, имеет целью обновление, создание и внедрение различного вида новшеств, что говорит о

необходимости ее признания в системе образования студентов в условиях интеграционных процессов. Внедрение в образовательный процесс новейших педагогических технологий и научных достижений, своевременное определение уровня готовности конкретного студента к инновационной деятельности позволяют спланировать работу по развитию данного вида деятельности, что должно привести обучающегося к саморазвитию, самообразованию, самоопределению как значимых субъектных составляющих; способности гибко адаптироваться к изменяющимся условиям деятельности, творчески подходить к решению инновационных задач; социальной мобильности; ориентации на созидательные преобразования и активному освоению способов получения новой информации.

### **Основная часть**

В психолого-педагогической науке накоплен обширный теоретический и практический материал по проблеме готовности человека к разным видам деятельности, имеется значительное количество дефиниций, имеющих различные трактовки.

Исследователи М. И. Дьяченко, Л. А. Кандыбович, А. Г. Ковалев, В. А. Крутецкий, В. В. Сериков, Б.Г. Ананьев, В.Д. Шадриков, А.А. Деркач и др. рассматривают готовность на личностном уровне, при котором явление готовности выступает как устойчивая характеристика личности [1].

А. Г. Ковалев представляет готовность к профессиональной деятельности как определенный уровень развития личности, предполагающий сформированность целостной структурированной системы ценностно-ориентированных, когнитивных, эмоционально-волевых и операционно-поведенческих качеств личности, обеспечивающих оптимальное функционирование личности [2].

А.А. Деркач, изучая вопросы готовности к педагогической деятельности, рассматривает понятие «готовности» как целостное проявление свойств личности, выделяя три компонента: познавательный, эмоциональный, мотивационный. По его мнению, развитие готовности означает организацию системы, состоящей из накопленной общественной информации, отношений, поведений и информации, которая, активизируясь, может снабдить индивида возможностью эффективно выполнять свои функции [3].

Анализируя готовность, В.Д. Шадриков первичным ставил профессионализм индивида. Именно, в результате профессионализма индивида вырабатывается готовность к деятельности как проявление способностей [4].

В.А. Крутецкий рассматривал факт готовности выше, чем способности, и предлагал называть готовностью к деятельности все свойства личности [5].

В ряде исследований Ю. А. Веденякина, Ю. В. Янотовской указывается, что готовность – это не только предпосылка, но и регулятор деятельно-

сти. С этим утверждением можно согласиться, так как выполнение предстоящих операций в любом виде деятельности осуществляется не только в воображении, но и требует определенного алгоритма регулируемых фактических действий, соответствующих результату деятельности.

Рассмотрение И.Ю. Исаевой готовности как длительной и устойчивой подготовленности к деятельности вполне оправдано по отношению к ее формированию готовности, то есть, готовность действует постоянно, её не нужно каждый раз формировать в связи с поставленной задачей. Сущность готовности в данном случае проявляется в непосредственной связи с развитием и совершенствованием свойств личности, необходимых для успешного выполнения деятельности и отличается относительным постоянством [6].

В интерпретации ряда ученых в структуру готовности включаются: *психологическая готовность*, которая означает сформированную направленность, установку на педагогическую деятельность, на работу со студентами; *научно-теоретическая готовность*, предполагающая наличие необходимого для успешной работы объема психолого-педагогических, специальных, социокультурных знаний; *практическая готовность*, свидетельствующая о наличии сформированных на требуемом уровне профессионально-педагогических умений; *психофизиологическая готовность*, предусматривающая у выпускников вуза соответствующие предпосылки для овладения педагогической деятельностью, необходимые задатки и способности; *физическая готовность*, определяющая состояние здоровья и физического развития субъектов процесса, отвечающая требованиям педагогической деятельности и профессиональной работоспособности [7, с.270].

В рамках педагогики данная структура общей готовности позволяет наглядно убедиться в том, что мы имеем дело со сложным понятием, свидетельствующем о той огромной роли в современной науке и практике, которая обязывает нас по-новому подойти к привычному понятию и объяснить его с позиции обоснования готовности студентов агротехнического вуза к инновационной деятельности.

В связи с проблемой исследования развития готовности студентов агротехнического вуза к инновационной деятельности, которая опирается на тему готовности к действиям, необходимо отметить, что авторы многих теорий объясняют понятие готовность к деятельности через различные вариации своих школ и отраслей психологии как, например, военная психология готовность к деятельности определяет через боеготовность и др. Готовность к действию в рамках инженерной психологии модернизируется и приобретает несколько смысловых оттенков. Первое это - вооруженность оператора необходимыми для успешного выполнения действий знаниями, умениями, навыками. Второе это - готовность к экстренной реализации

имеющейся программы действия в ответ на появление определенного сигнала. Третье это - согласие на решимость совершить какое-то действие [8].

По сути, готовность, что-либо сделать, создать требует мобилизации всех психофизиологических систем человека, обеспечивающих эффективное выполнение определенных действий в отношении создания соответствующего продукта.

Самым важным с точки зрения рассматриваемой проблемы является то, что готовность находится в деятельности индивида как установка, направленная на выполнение некоего действия. Содержание действий позволяет, в конечном счете, достигать требуемого результата. Поскольку, целевые установки практические и теоретические различны, данный вопрос может быть решен в отношении готовности студентов агротехнического вуза в условиях инновационной деятельности со спецификой специального образования, в нашем случае, изучением предмета иностранного языка, где существенным представляется интенсивное развитие языка на основе объединения средств, методов и знаний, в котором особенно выделяется информационный аспект: использовать для самосовершенствования возможности получения новой информации с целью *экстраполяционной* направленности, при которой совершается интуитивный перенос имеющегося опыта знания языка на многочисленные программы агротехнического плана. Исходным моментом выработки концептуальных оснований в развитии готовности студентов агротехнического вуза в условиях инновационной деятельности на примере изучения иностранного языка может стать аргументация в пользу идеи необходимости пересмотра традиционных взглядов на место и роль предмета социогуманитарного плана, каким является иностранный язык в обеспечении эффективности образовательного процесса, соответствующего профилю вуза.

### **Заключение**

Следовательно, готовность студентов агротехнического вуза к инновационной деятельности представляет собой социальный заказ в определенном типе научного исследования, базисные компоненты которого могут быть представлены:

- освоением студентами мировоззрением и научным знанием в реализации и решении жизненно-важных задач достижения значимых профессиональных целей в соответствующем профиле образования;
- овладением типологией ценностей в области агротехнического знания: во-первых, это ценности ,формы, нормы; во-вторых, это ценности, которые в качестве принципов, методов обеспечивают получения знаний иностранного языка и его использования; и, в-третьих,- это культурные ценности;

– развитием инновационной деятельности, являющейся закономерным результатом специальной подготовки обучающихся непосредственно на уровне научного знания и практики на современном этапе образования.

Данные компоненты развития готовности студентов к инновационной деятельности в рамках образовательного процесса Белорусского государственного аграрно-технического университета могут явиться предпосылкой обеспечения эффективности процесса в условиях изучения любой дисциплины, в том числе изучения иностранного языка. Знания иностранного языка является социальным условием современного развития общества в связи с необходимостью перехода всего человечества к более высокой степени интеграции. Возрастает понимание того, что выпускнику Белорусского государственного аграрно-технического университета (БГАТУ), включенному в конкретные экономические ситуации, в содержание и технологии технического процесса, потребуется осуществлять функции, связанные с элементарным пониманием иноязычного текста профессиональной направленности. В этой связи необходима организация образовательного процесса с учетом развития готовности студентов к инновационной деятельности.

### Литература

1. Дьяченко, М.И., Кандыбович, Л.А. Психология высшей школы: учеб. пособие для вузов / М.И. Дьяченко и др. — Минск : Изд-во БГУ, 1981. —383 с.
2. Ковалев, А.Г. Психология личности / А.Г. Ковалев.-М.: Просвещение, 1970. - 391 с.
3. Деркач, А.А. Акмеологические основы развития профессионала Текст./ А.А. Деркач.- М.; Воронеж, 2004. - 752 с.
4. Шадриков, В.Д. Проблемы системагенеза профессиональной деятельности / В.Д. Шадриков.- М.: Наука, 1982. - 185 с.
5. Крутецкий, В.А. Психология/ В.А. Крутецкий.- М.: Просвещение, 1986. - 352 с.
6. Исаева, И.Ю. Формирование готовности студентов педагогического вуза к управлению досуговой деятельностью подростков: Дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 /И.Ю.Исаева. -Магнитогорск, 2006. -178 с.
7. Пионова, Р.С. Педагогика высшей школы: учеб. пособие/ Р.С.Пионова.- Мн.: Выш.шк.,2005.-303 с.
8. Колосов М.Б. Готовность к деятельности в психологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.psychology-online.net/articles/doc-1408.html>  
Дата доступа:13.10.2013

### **Abstract**

*The article considers the readiness of agrotechnical high school students to innovation, which is a prerequisite for ensuring the effectiveness of the process while studying any discipline, including foreign languages.*

УДК 004:62

**КОМПЬЮТЕРНОЕ 3D – МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК СРЕДСТВО САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРА**

**С.А. Арнаут, к.т.н., О.В. Мулярова, ст. преподаватель**  
*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

*В статье приведены данные о компьютерном 3D-моделировании. Показаны преимущества его внедрения в учебный процесс на примере КОМПАС-3D. Раскрыт вопрос влияния компьютерного 3D – моделирования на профессиональное развитие будущего инженера.*

**Введение**

Современная концепция высшего образования в Республике Беларусь требует качественной подготовки специалистов инженеров-механиков, соответствовавших требованиям, предъявляемым к современной профессиональной деятельности инженеров.

В настоящее время невозможно представить себе промышленное предприятие или конструкторское бюро без компьютеров и специального программного обеспечения, предназначенного для разработки конструкторской документации или проектирования различных изделий. Стремительный рост научно-технического прогресса создает необходимость современных инженеров заниматься вопросами автоматизации работы конструкторских и технологических подразделений. Все вышесказанное выдвигает перед молодыми специалистами конкретные требования к необходимому минимуму знаний, умений, навыков и компетенций [1].

Использование в учебном процессе современных компьютерных технологий убеждает студентов технических специальностей в постоянно растущих требованиях, предъявляемых к графической подготовке будущих специалистов. Умение пользоваться любым графическим редактором значительно повышает эффективность профессиональной подготовки инженера.

Внедрение в образовательный процесс ряда дисциплин, обучающих студентов принципам работы в системах двух- и трехмерного проектирования продиктовано временем.

**Основная часть**

Активное развитие компьютерных технологий привело к тому, что на большинстве кафедр инженерной графики стали преподавать компьютерные методы построения чертежа, однако, как правило, ограничиваются традиционными 2D-методами, повторяющими ручную графику. Сове-

менные и развиваемые во всем мире 3D-методы проектирования и построения чертежа, к сожалению, еще не нашли должного применения в учебном процессе, которое бы отражало их эффективность и перспективы. Основная сдерживающая причина этому - инерция, проявляющаяся в продолжении обучения студентов курсу начертательной геометрии, который является теоретической основой методов 2D-построения чертежа и обязательной учебной дисциплиной кафедр графики.

Содержание курса начертательной геометрии в последние годы является предметом активного обсуждения в среде преподавателей. Необходимость реорганизации курса видна многим. Она вызвана стремлением отреагировать на происходящее сокращение выделяемых на него часов и привести консервативное содержание курса в соответствие с реалиями сегодняшнего дня.

Система графической подготовки студентов, на наш взгляд, должна быть построена таким образом, чтобы за время обучения были сформированы определенные навыки: целостного мышления, системного анализа и синтеза технических структур, структурного видения, пространственного мышления, поисковой деятельности с использованием графических моделей, применения компьютерных программ. Проанализировав учебный план за последние несколько лет, можно отметить, что неизменившийся объем материала по курсу графика, предлагаемого к изучению, при постоянном существенном сокращении количества часов, выделяемых на его изучение, затрудняет процесс обучения, увеличивая роль самостоятельной работы студента.

В настоящее время в Беларуси продолжает сокращаться численность населения в возрасте 15–24 года, выступающего в качестве основного потребителя образовательных услуг. В республике сложился определённый дисбаланс в распределении молодёжи по каналам обучения. Высшее образование приобрело массовый характер. Так же стоит отметить, что выпускники школ имеют сегодня достаточно высокий уровень компьютерной грамотности (школы оснащены современным электронным оборудованием для сопровождения учебного процесса и редкий старшеклассник не имеет персонального компьютера в личном пользовании). Трудно представить сегодня абитуриента, не имеющего опыта работы с компьютером. Несмотря на эти данные, по самым мягким критериям, количество первокурсников, готовых изучать графические дисциплины (традиционную 2D «ручную графику») не превышает 25% и имеет устойчивую тенденцию к уменьшению [2].

В качестве примера рассматриваемого компьютерного 3D – моделирования был принят установленный и отлично себя зарекомендовавший графический пакет КОМПАС-3D. Данный графический пакет (КОМПАС-3D) изначально ориентирован на выполнение чертежей в полном соответствии

с ГОСТами ЕСКД, что, несомненно, является большим преимуществом. Программа имеет большие возможности для настройки рабочей среды и использования библиотек различного назначения: библиотеки материалов, технологических и конструктивных элементов, библиотеки типовых расчётов и построений. Библиотеки содержат необходимую информацию, представленную в удобном для использования виде. При работе со всеми библиотеками в качестве графической подосновы могут использоваться материалы, выполненные средствами других САД-систем [3].

Практика использования графического пакета КОМПАС-3D в обучении начертательной геометрии и инженерной графике показала, что временные затраты на освоение студентами инструментальных возможностей, необходимых для выполнения индивидуальных графических заданий незначительны и полностью компенсируются, тем, что доработка и исправление ошибок в электронных чертежах требует существенно меньшего времени, чем бумажных. Владение чертежно-графическими программами, большинство студентов считают важным условием успешности дальнейшей трудовой деятельности, в то время как необходимость понимания алгоритмов начертательной геометрии для решения профессиональных задач ставится под сомнение. Поэтому изучение основ дисциплины в среде КОМПАС-3D приводит к возрастанию мотивации в изучении начертательной геометрии. Решение позиционных и метрических задач в чертежно-графической программе позволяет приобрести первые навыки работы с основными примитивами плоского черчения и методами редактирования изображения. Изучение алгоритмов формообразования поверхностей в электронной среде, делает учебную информацию более доступной, при этом студент осваивает инструменты трехмерного твердотельного моделирования. Приобретенные навыки являются фундаментом для изучения «Инженерной графики» с использованием КОМПАС-3D в режиме формирования ассоциативного чертежа детали на основе трехмерной модели детали. В настоящее время для подготовки чертежа большая часть временных затрат уходит на создание изображения при этом вся остальная информация, необходимая для изготовления и контроля детали остается менее изученной, переход к ассоциативному чертежу, позволяет больше времени уделять изучению правил простановки размеров, шероховатости, оформлению технических требований и т.п. [3].

Кроме лучшего визуального представления проектируемых изделий, 3D-графика на порядок повышает точность проектирования, особенно сложных 3D-объектов, позволяет легко редактировать трехмерную модель. Ассоциативная связь, которая устанавливается в инженерных 3D-системах между моделью изделия, его чертежами и документацией на изделие (например, спецификацией) позволяет вовремя вносить изменения в 3D-

модель автоматически отображать их в других документах, связанных с ней. За счет этого достигается значительная экономия времени на проектирование.

На занятиях студенты создают 3D модели деталей и их чертежи, знакомятся с возможностями применения, что позволяет принимать комплексные решения в области проектирования и эксплуатации деталей и сборочных единиц. Эти решения основаны на требованиях существующих ГОСТов и предусматривают графическое оформление в соответствии с требованиями ЕСКД. Использование 3D-моделирования позволяет формировать такие качества, как умение самостоятельно мыслить, находить различные подходы к решению проблем, позволяет студентам самостоятельно усваивать постоянно обновляющуюся информацию, формирует их профессиональные знания, умения и навыки развивает способность ориентироваться в новой ситуации, что после завершения обучения обеспечивает им возможность не отставать от ускоряющегося научно-технического прогресса.

Работа с программами 3D-моделирования позволяет студентам повысить степень внимания, развивать познавательную активность в процессе решения технических задач, способствует формированию позитивного отношения к теоретическому знанию, к учебной и профессиональной деятельности, освоению практических умений, формированию профессионально-личностных качеств студентов, их мотивационной, организационной готовности к профессиональному самообразованию, созданию основы для развития индивидуальной профессиональной деятельности, что способствует обеспечению профессиональной мобильности будущего специалиста, его готовности к инновационной деятельности, способствуют сотрудничеству преподавателя и студентов в процессе обучения.

Конечно, 3D моделирование является довольно сложным для самостоятельного изучения студентами, так как требует определенного навыка проектирования изделий машиностроительного производства, навыков пространственного мышления, владения набором инструментов предоставляемых КОМПАС-3D. Но тем интереснее для них выполнить проект, понять, что они сами могут решать довольно сложные технические задачи. При этом студенты четко понимают преимущества работы в среде трехмерного моделирования и в дальнейшем применяют уже ранее изученный КОМПАС-3D для выполнения заданий по курсовому проекту и дипломному проектированию.

### **Заключение**

Таким образом, внедрение системы компьютерного 3D – моделирования в учебный процесс не только дает возможность вести обучение на качественно новом уровне, но и повышает интерес студентов к выполнению

расчетно-графических и курсовых работ, облегчает работу над дипломной работой. А выпускники легко адаптируются к условиям предприятий, становятся специалистами высокого класса, обладающими всеми необходимыми в современных условиях профессиональными навыками.

### **Литература**

1. Концепция развития высшего образования в Республике Беларусь. // Республиканский совет ректоров высших учебных заведений [Электронный ресурс]. – 1998. – Режим доступа: <http://srrb.niks.by/info/consept.htm>. – Дата доступа: 23.03.2014.
2. Национальный доклад Республики Беларусь. Туринский процесс. // Белорусский союз нанимателей [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <http://www.belsn.by/upload/files/724551904312074.pdf>. – Дата доступа: 23.03.2014.
3. Isicad.ru: все о САПР и PLM №116(03/2014). 101 стр.

### **Abstract**

*The article presents data on the computer 3D-modeling. Showing the benefits of its implementation in the educational process by the example of КОМПАС-3D. Discloses a question of influence of computer 3D - modeling professional development of future engineers.*

**УДК 372.881.**

## **ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ МАЛОГАБАРИТНЫХ АГРЕГАТОВ**

**А.Г. Вабишевич, к.т.н., доцент, Н.Н. Стасюкевич ст. преподаватель, С.М. Атрошенко, студент, Ю.В. Белозоров, студент.**

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

*В статье рассматриваются некоторые возможности использования компьютерных технологий для составления схем малогабаритных сельскохозяйственных агрегатов с применением графического редактора КОМПАС-3Д.*

### **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].

Повышение качества обучения студентов графическим дисциплинам во многом зависит от их довузовской подготовки. Практика показывает, что высокий уровень пространственных представлений имеется у тех студентов, которые изучали черчение в объеме школьной программы или инженерную графику в среднем специальном учебном заведении.

### **Основная часть**

В университете на различных кафедрах накоплен определенный опыт творческой работы с использованием компьютерных технологий со студентами, обучающимися по системе непрерывного образования (школа - среднее специально-техническое учебное заведение - высшее учебное заведение).

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. Для составления схем малогабаритных сельскохозяйственных агрегатов использован графический редактор КОМПАС-3Д.

Для наглядной демонстрации процесса сборки агрегатов, облегчения понимания назначения и принципа действия устройства (машины) создана библиотека (банк данных) деталей, моделей, узлов, агрегатов, входящих в сборочные единицы и технологические схемы «мини-трактор» – «малогабаритная сельхозмашина».

Компоновка схем агрегатов выполнена на базе мини-трактора со сменными малогабаритными машинами.

Ниже на рисунках 1 - 3, приведены схемы агрегатов, составленные из мини-трактора и малогабаритных сельскохозяйственных машин, предназначенные для индивидуальных и подсобных хозяйств.

Комплекс машин включает модули: культиватора для сплошной и между рядной обработки почвы, бороны, культиватора-окучника, комбинированного почвообрабатывающего агрегата с внесением удобрений, картофелесажалки, зерновой и свекловичной сеялки, граблей, картофелекопателя.

Экспериментальный образец агрегата с роторной картофелесажалкой с внесением удобрений представлен на (рис. 1). Данная картофелесажалка не имеет аналогов и принципиально отличается от выпускаемых образцов машин по конструкции и принципу работы высаживающего аппарата. Ее модульное исполнение позволяет комплектовать агрегаты для 1,2-х рядковых гребневых посадок картофеля.

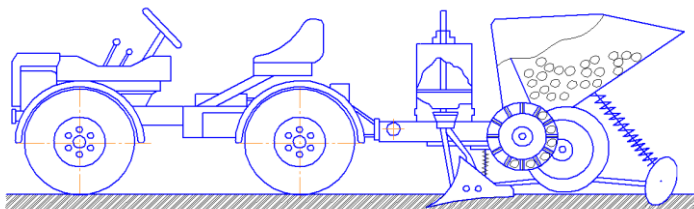


Рисунок 1 - Мини-трактор с роторной картофелесажалкой

Экспериментальный образец однорядного картофелеуборочного агрегата с картофелекопателем выполнен с использованием рабочих органов, по аналогии, с промышленными образцами машин для уборки картофеля и представлен на (рис. 2).

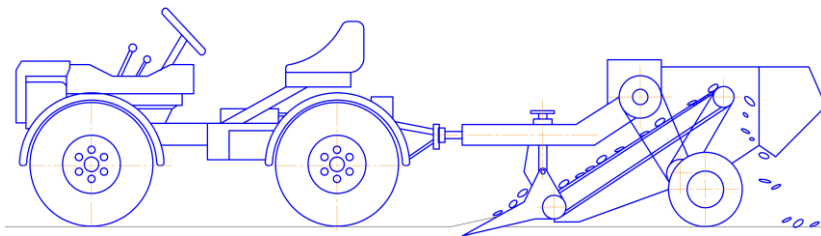


Рисунок 2 – Мини-трактор с картофелекопателем

Агрегат для сгребания сена выполнен на базе рабочих секций колесно-пальцевых граблей (рис. 3).

Комплект малогабаритных машин предназначен для выполнения различных технологических операций по возделыванию сельскохозяйственных культур в личных подсобных хозяйствах и является результатом творческой инженерно-технической работы студентов, обучающихся после колледжей.

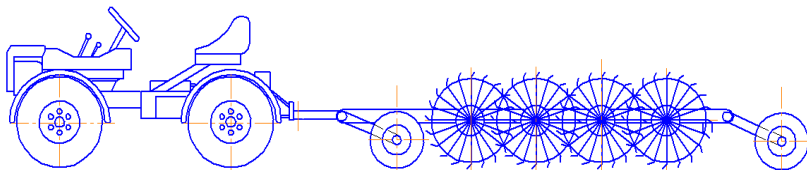


Рисунок 3 - Мини-трактор с граблями

В результате многолетней работы установлено, что к творческой работе по моделированию малогабаритных сельскохозяйственных агрегатов наиболее склонны студенты университета, которые обучаются по сокращенной форме обучения после окончания ими колледжей. Наибольшее стремление и положительный результат имеют студенты специальности «Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства».

### Заключение

В результате определенной творческой работы по созданию технологических схем агрегатов 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.

Таким образом, знание и использование компьютерных технологий по графическим дисциплинам становится важным условием качественного обучения и подготовки будущих специалистов.

### Литература

1. Шабeka, Л.С. Принципы построения и реализации графической подготовки инженера в современных условиях. Известия Международной академии технического образования / Л.С. Шабeka. - Минск: БИТУ, 2003. С. 63-75.

**Abstract**

*This article discusses the possibility of using some of the computer technologies for diagramming small agricultural units using a graphical editor КОМПАС-3D.*

**УДК 378.147**

**УПРАВЛЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТОЙ СТУДЕНТОВ  
ПРИ ИЗУЧЕНИИ ОБЩЕИНЖЕНЕРНЫХ ДИСЦИПЛИН**

**О.И. Мисуно, к.т.н., доцент**

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

*В статье рассматриваются вопросы повышения уровня подготовки специалистов, и в частности, качества преподавания общеинженерных дисциплин. Решение задач современного практико-ориентированного образования невозможно без повышения роли и управления самостоятельной работой студентов над учебным материалом, что предполагает осуществление самостоятельной деятельности студентов по соответствующей программе при управлении учебным процессом и сокращение времени на овладение знаниями. Управление преподавателем самостоятельной работой студентов является обеспечением и дидактическим средством образовательного процесса.*

**Введение**

Основной целью профессиональной подготовки инженера является необходимость предоставления студенту прочных фундаментальных знаний, на основе которых он смог бы обучаться самостоятельно, совершенствуя свою подготовку.

Управление самостоятельной работой студентов является одним из наиболее эффективных направлений в учебном процессе, развивающим самостоятельную творческую деятельность, стимулирующую приобретение и закрепление знаний. Самостоятельная работа для студентов приобретает особую актуальность при изучении общеинженерных дисциплин (механика материалов, прикладная механика, детали машин), поскольку стимулирует к работе с необходимой литературой, вырабатывает навыки принятия решений.

### **Основная часть**

В условиях, когда от специалистов требуется постоянное усовершенствование приобретенных знаний, умений и навыков, идея непрерывного образования актуализируется. Возникает проблема формирования системы самостоятельной работы студентов как ведущего звена качественной подготовки специалиста. Однако построение такой системы возможно лишь на основании четко сформулированных требований по управлению, организации, проведению и контролю результатов самостоятельной работы студентов в рамках целостного педагогического процесса.

Решение задач современного практико-ориентированного образования невозможно без повышения роли самостоятельной работы студентов над учебным материалом, усиления ответственности преподавателей за развитие навыков самостоятельной работы, за стимулирование профессионального роста студентов, воспитание их творческой активности и инициативы.

Самостоятельная работа студентов преследует цель улучшения профессиональной подготовки специалистов высшей квалификации, направленную на формирование действенной системы фундаментальных и профессиональных знаний, умений и навыков, которые они могли бы свободно и самостоятельно применять в практической деятельности.

Управление самостоятельной работой студентов предполагает:

- четкое распределение функций между участниками учебного процесса – преподавателем и студентами;
- управление учебным процессом, т. е. осуществление самостоятельной деятельности студентов по соответствующей программе и с привлечением современных технических средств обучения и, прежде всего средств обратной связи;
- сокращение времени – студенты должны использовать в своей самостоятельной работе приемы и методы, которые с наименьшей затратой времени и сил дают более эффективные результаты.

Самостоятельную работу студентов при изучении общеинженерных дисциплин в зависимости от места и времени проведения, характера руководства ею со стороны преподавателя и способа контроля за ее результатами можно разделить на следующие виды:

1. Аудиторная самостоятельная работа под руководством преподавателя, реализуемая при проведении практических занятий, выполнении лабораторных работ и во время чтения лекций.
2. Самостоятельную работу под контролем преподавателя в форме плановых консультаций, индивидуальных консультаций, зачетов и экзаменов;
3. Внеаудиторная самостоятельная работа, которую студент организует по своему усмотрению, без непосредственного контроля со стороны преподавателя, при выполнении домашних заданий учебного характера, подготовке к лекциям, лабораторным и практическим занятиям, зачетам, итоговым контролям по

модулям, изучении в рамках программы курса тем и проблем, не выносимых на лекции и практические занятия, выполнении научно-исследовательских работ.

Содержание управляемой самостоятельной работы студентов раскрывается в рабочих программах дисциплин и направлено на расширение и углубление знаний по данным курсам и на усвоение межпредметных связей. Время на ее выполнение не превышает нормы, отведенной учебным планом на самостоятельную работу по данной дисциплине.

Организация самостоятельной работы студентов под руководством преподавателя является одним из наиболее эффективных направлений в учебном процессе, развивающим самостоятельную творческую деятельность, исключительно сильно стимулирующую приобретение и закрепление знаний.

В ходе управления самостоятельной работы студентов преподавателем решаются следующие задачи:

- формирование у них интереса к учебно-познавательной деятельности;
- обучение студентов овладению приемами процесса познания;
- развитие у них самостоятельности, активности, ответственности;
- углубление и расширение их профессиональных знаний;
- развитие познавательных способностей будущих специалистов.

Составленные и используемые в управляемой самостоятельной работе студентов задания удовлетворяют следующим критериям:

– объем каждого задания выбирается таким, чтобы при твердом знании материала студент успел бы изложить ответ на все вопросы задания в письменном виде за отведенное для контрольной работы время;

– все задания имеют одинаковую сложность;

– при всем проблемном разнообразии каждое задание содержит вопросы, требующие достаточно точных ответов, например, дать определение, написать формулу, изобразить график, составить схему, привести численные значения каких-либо показателей, выполнить анализ схемы, процесса и т.д.;

– в каждом задании предусмотрен вопрос по материалу, подлежащему самостоятельному изучению по учебной литературе;

– в комплекте заданий нет двух или нескольких с полностью одинаковыми вопросами.

Самостоятельная работа студентов может быть успешной с точки зрения формирования компетенции, если имеется возможность самопроверки своих знаний. Использование интерактивной системы тестирования при изучении студентами общеинженерных дисциплин решает несколько важных проблем, как педагогического процесса, так и подготовки профессиональных кадров соответствующей квалификации в целом. При этом:

– создается возможность оперативного контроля уровня усвоения учебного материала в течение семестра. Причем момент тестирования может быть не свя-

зан с конкретными сроками учебного процесса, например зачетной или экзаменационной сессией;

- преподаватель получает оперативную информацию о качестве усвоения учебного материала студентами, на основании которой он может корректировать методику преподавания курса;

- студент получает возможность оценить уровень и качество усвоения изложенного учебного материала и скорректировать процесс изучения курса;

- устраняется непосредственная связь при проведении аттестации студента и преподавателя, а значит оценка уровня усвоения учебного материала с помощью тестирования не подвержена психологическому их взаимному влиянию;

- значительно упрощается процедура оценки уровня усвоения учебного материала.

Для организации оперативной обратной связи и самоконтроля студенты проходят тестирование в компьютерном классе. Тестирование – процедура использования тестов с целью контроля усвоения знаний по определенному разделу курса. Тестирование в учебном процессе является результатом использования так называемых тестов достижений. Тесты достижений позволяют достаточно объективно и при минимальных затратах аудиторного времени оценить степень владения студентами конкретными знаниями, умениями и навыками.

В зависимости от объема управляемой самостоятельной работы в семестре целесообразно проводить от 1 до 4 тестирований. Кроме промежуточного испытания тестирование может играть роль итогового контроля (как допуск к зачету или экзамену).

В целом же, управление преподавателем самостоятельной работы студентов является педагогическим обеспечением развития целевой готовности к профессиональному самообразованию и представляет собой дидактическое средство образовательного процесса.

### **Заключение**

Динамичное развитие науки и техники и вызванные этим изменения в содержании творчества инженера требуют от него не только правильного и полного усвоения научно-технических знаний, но и умения найти и осмыслить научно-техническую информацию. Только тогда инженер сможет быть в курсе всех современных достижений в его профессиональной области и при необходимости адаптировать их для нужд отечественного производства. Поэтому на современном этапе обучения в высшем техническом учебном заведении и придается такое большое значение самостоятельной работе студентов в процессе приобретения ими знаний, а, следовательно, и поискам рациональных путей ее организации и совершенствования. Формирование внутренней потребности к самообучению становится и требованием времени, и условием реализации личностного потенциала. Центр

тяжести в преподавании постепенно перемещается от функции передачи знаний к управлению познавательной деятельностью студентов, что определяет значительную роль самостоятельной работы в этом процессе.

### **Литература**

1. Педагогические основы самостоятельной работы студентов/ под общ. ред. О. Л. Жук. — Минск, 2005.

2. Алтайцев, А. М. Учебно-методический комплекс как дидактическое средство управления самостоятельной работой студентов / А. М. Алтайцев // Университетское образование: от эффективного преподавания к эффективному учению (Минск, 29—30 марта 2005 г.) / Белорус, гос. ун-т, Центр проблем развития образования. — Минск : Пропилеи, 2005.

### **Abstract**

*In article questions of increase of level of training of specialists, and in particular, qualities of teaching of all-engineering disciplines are considered. The solution of problems of the modern praktiko-focused education is impossible without increase of a role and management of independent work of students over a training material that assumes implementation of independent activity of students according to the appropriate program at management of educational process and reduction of time for mastering knowledge. Management of the teacher of independent work of students is providing and didactic means of educational process.*

**УДК 378.147.31**

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ И МОДУЛЬНОГО ПОДХОДА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ**

**И.Г. Рутковский, ст.преподаватель, Н.В. Рутковская, ассистент  
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь**

*В статье представлено использование образовательных технологий при подготовке студентов. Показано применение мультимедийных средств для обучения. Указана необходимость самостоятельной работы студентов, применения модульного подхода в учебном процессе.*

### **Введение**

Использование образовательных технологий при подготовке студентов является одним из важнейших направлений в развитии и совершенствовании организации учебного процесса в ВУЗе. Образовательные технологии позволяют повысить эффективность преподавания при подготовке достаточно большого количества студентов. Не исключая индивидуальный подход, образовательные технологии ориентированы на массовую подготовку будущих специалистов. В образовательные технологии включен ряд методов, которые хорошо себя зарекомендовали в образовании. В частности это модульный метод, метод интеграции с другими предметами, метод дифференцированного подхода и т.д. [1].

### **Основная часть**

При изучении группы общеобразовательных дисциплин, например информатики, информационных технологий, начертательной геометрии и инженерной графики, а также некоторых других обеспечиваются межпредметные связи, соотношение целей и содержания, прикладная направленность, что позволяет использовать современные образовательные технологии, развивать у студентов интерес к изучаемому предмету.

Отличительной особенностью современного образования является все более широкое использование мультимедийных презентаций. Мультимедийная презентация позволяет преподавателю сочетать на слайдах разнообразные средства для обучения, способствующие усвоению учебного материала, рационально использует учебное время, наиболее полно насыщает занятие информацией. При подготовке к занятиям преподаватель может использовать Windows-приложение Power Point, входящее в комплект интегрированного пакета Microsoft Office. Это приложение позволяет самостоятельно подготовить интерактивное пособие с относительно небольшими временными затратами. Оно отличается от других интерактивных средств для аналогичных целей простотой использования.

Мультимедийная презентация позволяет представить учебный материал как систему узловых, опорных образов. Это облегчает запоминание и усвоение учебного материала, сокращает время обучения. Такие занятия помогают решить следующие задачи: усвоить и систематизировать базовые знания по предмету, сформировать мотивацию к обучению, развивать интерес к предмету.

Кроме использования мультимедийных презентаций преподавателями, целесообразно к этой работе подключать и студентов. Работа с мультимедийными продуктами вызывает интерес у студентов и развивает их творческий потенциал. Они учатся искать самостоятельно информацию, ее анализировать, осмысливать и применять на практике. При этом обяза-

тельно нужно информировать студентов об авторских правах и правилах использования полученной информации.

Независимо от особенностей проведения занятий необходимы индивидуальные формы работы со студентами, которые позволяют контролировать знания студентов, ликвидировать пробелы в конкретных областях, развивать способности сильных студентов.

Современные образовательные технологии подразумевают модульный подход к обучению. Наиболее ярко этот принцип заметен при обучении иностранным языкам. Технология «языкового погружения» предвосхитила модульные технологии в других сферах обучения.

Модульная технология обучения приобрела популярность в учебных заведениях США и Западной Европы в начале 60-х годов. В русскоязычной литературе по основам модульного обучения также достаточно много информации [1, 2]. Отечественная и зарубежная практика показывает перспективность модульного обучения, которое характеризуется опережающим изучением теоретического материала, укрупненными блоками-модулями, алгоритмизацией учебной деятельности, завершенностью и согласованностью циклов познания и циклов контроля.

Модульное обучение в качестве одной из основных целей ставит формирование у студента навыков самостоятельной работы. Работа преподавателя переходит из режима информирования в режим консультирования и управления. Данный метод обеспечивает возможность выбора обучаемым пути движения внутри модуля. Студент сам выбирает для себя задания соответствующего уровня сложности, пользуясь указаниями, приведенными в описании модуля. При этом обучаемые должны точно знать, что они должны усвоить, в каком объеме и что должны уметь после изучения модуля. Кроме того студенты могут самостоятельно планировать свое время, что повышает эффективность использования их способностей. Однако обучаемые должны владеть самодисциплиной, чтобы добиваться поставленных целей. Кроме того они должны выполнять большой объем самостоятельной работы.

Существуют и определенные трудности в использовании модульной технологии. Некоторые студенты, не приученные к самостоятельности, не умеющие планировать свое рабочее время, объективно себя оценивать, могут испытывать на модульных занятиях определенный психологический дискомфорт. Задача преподавателя заключается в помощи таким обучаемым путем индивидуального консультирования, дозированной индивидуальной помощи.

### Заключение

В заключение необходимо отметить, что применение образовательных технологий позволяет заранее спланировать обучение. Результаты преподавания становятся предсказуемы и повторяемы. Для реализации образовательных технологий необходимо объединить передовые технические разработки и педагогическую науку.

### Литература

1. Практика обучения: современные образовательные технологии: книга для учителя. / Левитес Д.Г. – Мурманск, 1997.- 314с
2. Теория и практика модульного обучения. / Юцявичене П. – Каунас, 1989.- 272с

### Abstract

*In the article presented using the educational technologies when preparing the students. Shown using the multimedia facilities for learning. Specified on need of working the students by itself, specified also need of module approach in the scholastic process.*

УДК 378.663

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНЖЕНЕРОВ ДЛЯ АПК

Л.Д. Белехова, к.т.н., доцент, В.М. Раубо., к.э.н., доцент,  
А.А. Грук, студент

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

*В процессе подготовки инженеров в университете реализуются практически все направления педагогического взаимодействия. Педагогическое взаимодействие имеет две стороны: функционально-ролевую и воспитательную. Воспитательная функция учебного процесса должна сливаться с учебными функциями.*

### Введение

Проблематика данной работы направлена на изучение и внедрение инновационных технологий при обучении студентов инженеров в БГАТУ.

Целью работы являлось изучение опыта применения инновационных технологий подготовки инженерных кадров для АПК, которые предусматривают овладение будущими специалистами проектной и научно-исследовательской деятельностью. Объектом исследования являлись под-

ходы, методы и инновационные методики в обучении используемые специалистами кафедры «Безопасность жизнедеятельности» БГАТУ.

На кафедре «Безопасность жизнедеятельности» процесс обучения инженеров не является односторонним субъект – объектным взаимодействием, а активно замещается субъект - субъектной парадигмой образования. Педагогическое взаимодействие является универсальной характеристикой педагогического процесса.

Цели обучения преподаватели кафедры «Безопасность жизнедеятельности» рассматривают как системообразующий компонент. В педагогическом процессе взаимодействие осуществляется между преподавателем и студентом. Каждый студент индивидуален и является активной личностью с определенными потребностями, мотивами и ценностными ориентациями. Именно поэтому студент должен стать полноценным субъектом своей учебно-познавательной деятельности.

Воспитательные задачи решаются посредством раскрытия творческого потенциала личности студента, формирования критически-рефлексивного стиля мышления, мировоззрения и ценностных ориентаций студентов.

Цель настоящей работы было изучение и описание оптимальных направлений воспитывающего обучения в вузе. Для этого изучались и анализировались научные труды, посвященные проблемам воспитания, а также изучались методы воспитательной работы в БГАТУ и практический опыт преподавателей кафедры БЖД, полученный в учебно-воспитательном процессе.

### **Основная часть**

Воспитание, обучение и развитие являются равноценными составляющими образования. При этом следует подчеркнуть, что в реформирующейся образовательной системе проблема воспитания на всех образовательных уровнях стоит особенно остро в связи с тем, что современная парадигма воспитания еще только складывается и обретает новые акмеологические смыслы.

Критериями воспитанности молодого специалиста, инженера могут служить: степень овладения общечеловеческими гуманистическими доминантами; овладение этическими нормами и эстетическими ценностями общества. Периодически возникают вопросы о том насколько необходимо и корректно воспитывать взрослых людей. Вуз служит не только и не столько для передачи специальных знаний, сколько для саморазвития и воспроизведения особого культурного слоя, важнейшим элементом которого является сам преподаватель, приобщающий студента к определенной культуре [1,2]. В процессе обучения в университете могут быть реализованы практически все направления воспитательного воздействия. Блоки дисциплин, достаточно полно представленных в учебных планах

специальности, дают возможность получения и нравственного, и умственного, и трудового воспитания.

Исследователи указывают, что именно в студенческом возрасте (18-25 лет) достигают максимума в своем развитии не только физические, но и психологические качества, и высшие психические функции: восприятие, внимание, память, мышление, речь, эмоции и чувства. Другими словами, данный период жизни максимально благоприятен для обучения, профессиональной подготовки и воспитательного процесса. Задаваясь вопросом, что именно развивается или должно развиваться у студента, А. Новиков приходит к выводу, что развиваться должны именно высшие психические функции. В соответствии со сферами личности (интеллектуальной, эмоциональной, физической) развитие психических процессов у студента рассматривается в аспектах: [2]

- интеллектуальная сфера - интеллектуальное развитие;
- волевая сфера - волевое развитие;
- физическая сфера - физическое развитие.

Преподаватель, как субъект учебно-воспитательного процесса, ориентированного на развитие творческого потенциала своих студентов, - это личность, профессионал, осознающий, что творчество - одно из самых характерных проявлений человеческой свободы. В образовании существуют две парадигмы личностного развития: формирующая и развивающая. Обучение является развивающим, если оно своим содержанием, способами организации, формами осуществления ориентировано на более эффективное целостное развитие личности, формирование у нее готовности к дальнейшему самосовершенствованию в течение всей жизни [1].

Как видим, гармоничное слияние воспитательной функции учебной дисциплины с учебными функциями дает широкие возможности для формирования личности с новым креативным типом мышления, квалифицированного работника, готового к социальной и профессиональной мобильности.

Необходимым условием организации образования как учебно-творческой деятельности, направленной на развитие творческих способностей и нестандартного мышления студентов, является создание развивающей, культурно-образовательной среды в учебном процессе. Воспитательная функция учебной дисциплины должна сливаться с учебными функциями. Гуманизация и гуманитаризация образования подразумевают усиление воспитательного потенциала учебников. В содержание учебной дисциплины рекомендуется включать наиболее существенные закономерности познания и освоения человеком природы, развития материальной и духовной культуры общества, обеспечивающие формирование критического стиля мышления, которое нацеливает студентов на постоянное осмысливание истинного и ложного с целью стимулирования у них само-

стоятельного мышления, творческого потенциала. Разнообразные формы внеучебной воспитательной работы также должны найти достойное место в образовательном процессе.

Что касается нравственного воспитания, формирования мировоззрения и ценностных ориентаций студентов, то здесь можно отметить следующее: наиболее эффективными в данном случае представляются воспитательные мероприятия, проводимые во внеучебное время. На факультете «Технический сервис в АПК» создана и работает «Студенческая гостиная» с активным участием студентов старших курсов и первокурсников, так и заинтересованных преподавателей. Следует отметить, что воздействующий потенциал такой совместной деятельности достаточно высок. Популярными у студентов являются встречи в «студенческой гостиной» с творческими людьми в том числе из числа студентов. Воздействующий потенциал подобного рода встреч писателей и студентов - читателей трудно переоценить: студенты на примере творческих людей и однокурсников убеждаются в том, что творческие возможности следует не держать втайне, а развивать и реализовывать. Живой интерес вызывало ознакомление студентов с литературным творчеством своих сокурсников и преподавателей.

Играет также положительную роль такая форма работы, как кураторские часы, тематика которых тщательно подбирается воспитательным отделом, кураторами.

### **Заключение**

В процессе обучения в университете могут быть реализованы все направления педагогического взаимодействия. Это специально организованное взаимодействие преподавателя и студента с учетом содержания образования, с использованием различных методов, средств и форм обучения и воспитания, направленное на реализацию профессиональных компетенций.

Педагогическое взаимодействие имеет две следующие стороны: функционально-ролевую и воспитательную. Воспитательная функция учебной дисциплины должна сливаться с учебными функциями.

Воспитание студентов, обучающихся в университете, следует понимать как создание условий для саморазвития личности. Необходимым условием организации образования как учебно-творческой деятельности, направленной на развитие творческих способностей и нестандартного мышления студентов, является создание развивающей, культурно-образовательной среды в учебном заведении. Разнообразные формы внеучебной воспитательной работы также нашли достойное место в образовательном процессе.

### Литература

1. Киселев, С.А.. Направления воспитания в процессе обучения. // Вестник белорусской государственной сельскохозяйственной академии №1 2011 с.19 – 23.

2. Сластенин, В.А. Педагогика: учебное пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / В.А. Сластенин [и др.], - М.; Академия, 2002. - 576 с.

#### **Abstract**

*In the course of training of engineers at university all directions of pedagogical interaction are realized practically. Pedagogical interaction has two hundred-krone: functional and role and educational. Educational function of educational process has to merge with educational functions.*

**УДК 7.01:378.663**

### **К ПРОБЛЕМЕ ФОРМИРОВАНИЯ ЭСТЕТИЧЕСКОГО ВКУСА АГРОИНЖЕНЕРА НА КАФЕДРЕ «ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА И САПР»**

**А.Н. Кудинович, м.т.н., ассистент, Л.С. Шабека, д.п.н., профессор**  
*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

*В статье рассматриваются проблемы формирования эстетического вкуса агроинженера. Также раскрываются понятия эстетического вкуса и эстетического воспитания специалиста на базе высшего образования. Рассматриваются методы формирования эстетической культуры на кафедре «Инженерная графика и САПР».*

#### **Введение**

В соответствии с Кодексом Республики Беларусь об образовании от 13 января 2011 г. № 243-З [1], целью воспитания является формирование разносторонне развитой, нравственно зрелой, творческой личности обучающегося (глава 3, Статья 18, пункт 1). Также сформулированы задачи воспитания (пункт 2):

- создание условий для социализации и саморазвития личности обучающегося;
- подготовка к самостоятельной жизни и труду;
- формирование нравственной, эстетической и экологической культуры;
- и др.

В основные составляющие воспитания входит эстетическое воспитание, направленное на формирование у обучающегося эстетического вкуса, развитие чувства прекрасного (пункт 5.4).

В новом образовательном стандарте были сформулированы задачи для формирования компетенций агроинженера. В том числе, студент должен знать:

- закономерности построения и чтения изображения технических форм на комплексных и аксонометрических чертежах;
- закономерности образования гранных и кривых поверхностей, конструирование на их основе технических форм;
- государственные стандарты на выполнение и оформление чертежей;
- и др.

### **Основная часть**

Опыт показывает, что выпускники аграрного профиля не всегда могут в полной мере использовать свой накопленный потенциал духовной и эстетической культуры в трудовой деятельности. Также неоднократные беседы со студентами выявили отсутствие значимости получаемой профессии, что формирует апатию к обучению в целом, нежелание принимать активное участие в процессе практических и лабораторных занятий, тем более в научно-исследовательской работе. Мы полагаем, что на ряду с другими пониманиями профессии агроинженера, представление ее, как творческой, значительно повысит не только образовательный интерес студентов, но и позволит в значительной мере развить и выразить интеллектуальные способности человека.

Студент должен уметь выполнять и читать машиностроительные чертежи руководствуясь стандартами ЕСКД и справочниками.

Также в производственно-технологическую и ремонтно-эксплуатационную деятельность специалиста входит: разработка нормативно-технической документации на диагностирование, техническое обслуживание, ремонт, модернизацию машин и их составных частей; разработка технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования и средств технологического оснащения.

«Эстетический вкус – способность адекватного освоения эстетических качеств действительности, выражающаяся в системе непосредственных эмоциональных оценок...» [2].

«Эстетическое воспитание – целенаправленная система действенного формирования человека, способного воспринимать, оценивать и осознавать эстетическое в жизни, природе и искусстве, эстетически осваивать мир...» [2].

Эстетический вкус формируется не только искусством, но и всей духовно-практической деятельностью человека, в том числе при формирова-

нии академических, социально-личностных и профессиональных компетенций специалиста.

Формирование всестороннего, развитого эстетического вкуса требует от студента определённой самодисциплины и усилий. Воспитывая в себе способность тонко чувствовать природу, комбинировать требования ЕСКД с собственным ощущением и видением, студент обогащает свой духовный и профессиональный потенциал, развивает эстетический вкус.

Эстетический вкус в течение всей жизни постоянно воспитывается и обогащается или, наоборот, искажается и обедняется. Задачи высшего технического образования – это сформировать целостную личность, обладающую и социальными, и профессиональными компетенциями. Формирование эстетического вкуса объединяет техническую базу с личностно-духовной организацией человека. В нашу задачу входит сформировать эстетический идеал на основах дисциплины «Инженерная графика и САПР» и разработать учебно-методический материал для развития эстетического вкуса у студентов агропромышленного комплекса.

Становление личности человека - это процесс, который может длиться на протяжении всей жизни. Но, существует возрастная граница от 13 до 20 лет, когда формируются основные социальные характеристики личности, в том числе эстетический вкус. В возрасте 18–25 лет, что соответствует возрастной психологии студентов высшей школы, эстетические вкусы уже должны быть сформированы. Задачей же университета является верное их направление, способствующее максимальному применению и развитию.

В технических дисциплинах не принято говорить о красоте. В этой сфере наиболее актуальны вопросы технической целесообразности, экономичности, функциональности и пр [3]. Разрабатывая чертеж, конструктор более следит за правильным выбором главного вида, определением количества необходимых основных, дополнительных и других изображений, выбором масштаба, точностью линий, простановкой всех необходимых размеров, заполнением основной надписи, содержащей сведения об изображенном изделии и составлением спецификации к чертежу. Но, разве не является выполнение всех требований согласно стандартам, эстетически приемлемым? О красоте можно говорить и в рамках дисциплины «Инженерная графика», что является эстетикой инженера.

Эстетический вкус является своеобразным чувством меры, умением находить необходимую достаточность. Можно чертеж оформить по ГОСТ, но, он не будет иметь достаточно приемлемый вид для чтения и понимания. Объекты необходимо располагать на листе логично, аккуратно и интуитивно.

Мы считаем, что такие дисциплины, как «Начертательная геометрия», «Инженерная графика» и «Компьютерная графика» в полной мере удовлетворяют необходимости формирования эстетической культуры агроинженера. Преподаватели данных дисциплин во многих учреждениях образования ис-

пользуют понятие «красоты чертежа», чтобы объяснить студентам некоторые требования к оформлению.

Эстетика (красота) чертежа заключается в правильности:

1. выбора формата и масштаба чертежа (ГОСТ 2.301-68);
2. компоновки чертежа;
3. заполнения основной надписи (ГОСТ 2.104-68);
4. выбора количества видов и изображений для конкретного изделия (ГОСТ 2.305-68);
5. нанесения размеров (ГОСТ 2.307-68);
6. выбора размера шрифта для всех надписей на чертеже, включающих размерные числа, буквенное обозначение разрезов, сечений и дополнительных видов, заполнение граф основной надписи, а также другие цифровые и текстовые надписи (2.304-81);
7. применения различных типов линий и выбор их толщины (ГОСТ 2.303-68);
8. нанесения штриховки (ГОСТ 2.306-68).

Чертеж начинается с выбора подходящего формата листа и масштаба изображений. Ошибки в выборе могут привести к нехватке рабочей поверхности для изображений, неоправданном уменьшении расстояния между видами, между изображением и размерами, что в свою очередь затруднит чтение чертежа.

Перед выполнением чертежа необходимо произвести компоновку таким образом, чтобы поле чертежа было заполнено равномерно. Расстояние между основными изображениями и рамкой чертежа по горизонтали и вертикали должно быть примерно одинаковым [4].

Чтение чертежа начинается с основной надписи, поэтому важно указать необходимую информацию об изделии, масштабе изображений, а также фамилию разработчика.

Количество видов и изображений должно быть минимальным, но достаточным, чтобы показать форму изделия и нанести все необходимые размеры.

Общее число размеров должно быть также минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия. Ошибки в нанесении размеров могут привести к затруднению прочтения формы наружной и внутренней поверхностей детали.

Надписи на чертеже должны быть четкими и ясными. Размер шрифта следует выбирать в зависимости от формата листа и количества размеров, необходимых к нанесению.

Существуют различные типы линий, которые упрощают чтение чертежа. Толщина линий одного и того же типа должна быть одинакова на всех изображениях.

Штриховку наносят в разрезах и сечениях в зависимости от материала детали. Штриховые линии должны быть тоньше основной линии, чтобы это не мешало общему восприятию чертежа.

### Заключение

Специфика дисциплин кафедры «Инженерная графика и САПР» в значительной мере вносит вклад в эстетическое воспитание агроинженера, направленное на формирование эстетического вкуса. Одним из методов развития эстетического вкуса является формирование понятия эстетика (красота) чертежа, что в свою очередь, безусловно, может подлежать оценке.

В дальнейшем будет осуществляться разработка дидактических материалов для проведения практических и лабораторных занятий; теоретическая и экспериментальная работа по исследованию проблемы формирования эстетического вкуса агроинженера.

### Литература

1. Кодекс Республики Беларусь об образовании // Министерство образования Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://edu.gov.by/main.aspx?guid=5551&queryText=кодекс&area=1024> – Дата доступа : : 12.03.2014.
2. Краткий словарь по эстетике: кн. для учителя / Под. ред. М.Ф. Овсянникова. – М.: Просвещение, 1983. -223с.
3. Кудинович, А.Н. Роль эстетического в инженерной деятельности: матер. научн. конф. студентов и магистрантов «Техсервис-2013». – Минск: БГАТУ, 2013.
4. Инженерная графика: учебно-метод. комплекс. В 3 частях. Часть 1. Основы проекционного комплексного чертежа / Л.С.Шабека [и др.]; под ред. Л.С.Шабека. – Минск: БГАТУ, 2009. – 168 с.

### Abstract

*This article describes problems of formation the aesthetic taste of Agricultural Engineers. The aesthetic taste and aesthetic education of specialist on higher education are also considered. Specificity of disciplines "Engineering Graphics and CAD" greatly contributes to the aesthetic education agricultural engineer aimed at the formation of aesthetic taste. One of the methods of development of aesthetic taste is the formation aesthetics (beauty) of the drawing.*

УДК 372.881.

## ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНОГО АНАЛИЗА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

**А.Г. Вабищевич, к.т.н., доцент, Н.Н. Стасюкевич, ст. преподаватель, А.В. Гуд, ассистент, А.Н. Стасюкевич, студент**  
*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

*В статье рассматриваются возможности компьютерных технологий для выполнения инженерного анализа с использованием CAE-системы АРМ FEM САПР КОМПАС-3D при проектировании сельскохозяйственной техники.*

### Введение

Создание современной техники на этапе ее проектирования не ограничивается лишь его геометрическим моделированием. Без всестороннего инженерного анализа проектируемого объекта невозможно выпускать конкурентоспособную продукцию. Работа конструктора по проектированию новых, сложных сельскохозяйственных машин и оборудования сопровождается проведением прочностных, динамических, термодинамических, вибрационных и многих других инженерных расчетов. С появлением CAE-систем (инженерного анализа) появилась возможность выполнять такие расчеты на реальном трехмерном твердотельном объекте. Использование инструментов CAE-систем позволяет создавать продукцию, не уступающую лучшим мировым образцам, а в некоторых случаях и даже превосходить их.

### Основная часть

Одной из таких систем, позволяющей выполнение инженерного экспресс анализа, является система АРМ FEM интегрированная в САПР КОМПАС-3D, как подсистема (прикладная библиотека). Система АРМ FEM разработана в НТЦ АПМ (г. Москва). Более расширенный функционал конечно-элементного (КЭ) анализа импортированных моделей доступен в системе АРМ WinMachine, в которую АРМ FEM входит, как подсистема.

АРМ FEM представляет собой инструмент для подготовки и последующего КЭ анализа трехмерной твердотельной модели с визуализацией и сохранением результатов расчетов. Подготовка геометрической 3D модели и задание материала осуществляется средствами САПР КОМПАС-3D.

Процедура генерации сетки КЭ выполняется автоматически.

APM FEM позволяет выполнять следующие виды расчетов:

- статический расчет;
- расчет на устойчивость;
- расчет собственных частот и форм колебаний;
- тепловой расчет.

В результате выполненных системой APM FEM расчетов можно получить следующую информацию:

- карты распределения нагрузок, напряжений и деформаций в конструкции;
- коэффициент запаса устойчивости конструкции;
- частоты и формы собственных колебаний конструкции;
- карту распределения температур в конструкции;
- массу и момент инерции модели;
- координаты центра тяжести.

Для подключения APM FEM необходимо запустить «Менеджер библиотек», выбрать в библиотеке раздел «Расчет и построение», далее «APM FEM: Прочностной анализ» и необходимый режим работы, например «Нагрузки и закрепления», «Разбиение и расчет», или «Результаты».

Подготовительный этап прочностного анализа заключается в задании закреплений и нагрузок с указанием ребер и граней, выбором свойств материала посредством использования библиотеки «Материалы и Сортаменты». В закрепления и нагрузки входят следующие команды: давление, распределенная сила, линейное ускорение, угловое ускорение, удельная сила по длине, удельная сила по площади, температура, установить закрепление и задать совпадающие поверхности.

Последующим этапом прочностного анализа является генерация КЭ-сетки (рисунок 1) с указанием максимальной длины стороны конечного элемента, коэффициента разрежения в объеме, максимального коэффициента сгущения на поверхности и выполнения расчета с выбранными параметрами (статический расчет, устойчивость, собственные частоты, собственные частоты с предварительным нагружением, либо тепловой расчет).

Завершающий этап инженерного анализа в APM FEM содержит результаты расчета в виде карт напряжений и перемещений:

- UX – перемещение по оси X глобальной системы координат;
- USUM – суммарное линейное перемещение;
- SX – нормальное напряжение по оси X локальной системы координат элемента;
- SXY – касательное напряжение в площадке с нормалью X и в направлении Y системы координат элемента;

- SVM – эквивалентное напряжение по Мизесу.

На рисунке 4 представлен результат эквивалентных напряжений кронштейна, который позволяет наиболее точно проанализировать работу узла под действием нагрузки, выявить концентраторы напряжений, оценить жесткость конструкции.

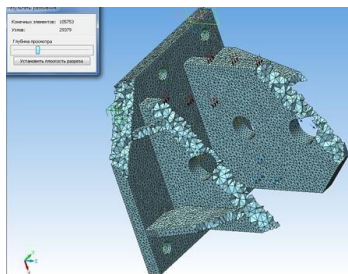


Рисунок 1 – Сгенерированная КЭ-сетка

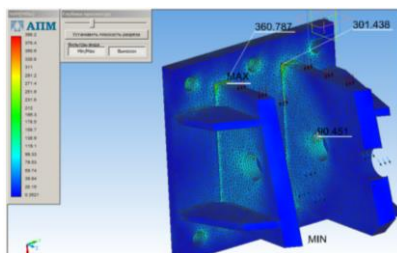


Рисунок 2 – Карта эквивалентных напряжений

Из диаграммы (рисунок 2) видно, что критическое эквивалентное напряжение по Мизесу – SVM, в точке сварки кронштейна соответствует 360 МПа, а в отверстии 90 МПа

Внесение изменений в геометрическую модель, редактирование закреплений, или нагрузок сопровождается только перестроением сетки и повторением расчета. Это обеспечивается существованием ассоциативной связи между геометрической и расчетной моделями и дает возможность сравнения результатов двух расчетов в рамках одной сессии работы с библиотекой APM FEM. В файл сохраняются результаты только последнего расчета.

Параметры вывода результатов расчета доступны через контекстное меню дерева прочностного анализа.

С помощью команды «Сохранить отчет» формируется файл отчета с исходными данными и результатами расчета в формате html. Отчет может быть просмотрен в любом web-браузере (Internet Explorer, Opera, или другом) и выведен на печать. В таблице 1 и на рисунке 3 показаны фрагменты отчета, таблицы с результатами инерционных характеристик и частоты собственных колебаний модели соответственно.

Таблица 1- Инерционные характеристики модели

Показатель	Единица измерения	Значение
Масса	кг	23,97
Центр тяжести	м	(0,130; -0,127; 0,072)
Моменты инерции	кг·м·м	(0,503; 0,493; 0,244)
Суммарная реакция опор	Н	(-194542,393; -3856,969; -1250,995)
Момент относительно центра масс	Н·м	(36,758; -3856,969; 510,171)
<b>Абсолютные значения:</b>		
- реакции	Н	194548,515
- момента	Н·м	3890,738

The screenshot shows a window titled "Частоты собственных колебаний" (Natural Frequencies). It contains a table with the following columns: N, [рад/с], [Гц], [с], н.н. X [%], с.н.н. X [%], н.н. Y [%], с.н.н. Y [%], н.н. Z [%], с.н.н. Z [%]. The table lists 10 modes with their respective frequencies and mass percentages.

N	[рад/с]	[Гц]	[с]	н.н. X [%]	с.н.н. X [%]	н.н. Y [%]	с.н.н. Y [%]	н.н. Z [%]	с.н.н. Z [%]
1	2839.05	451.849	0.00221...	0.000327	0.000327	0.552	0.552	0.00705	0.00705
2	4819.99	767.125	0.00130...	0.0155	0.0158	21	21.6	0.000354	0.0074
3	5283.05	840.824	0.00118...	1.68	1.7	0.0565	21.6	38.7	38.7
4	6175.67	982.889	0.00101...	0.0243	1.72	23.1	44.7	0.118	38.9
5	7761.92	1235.35	0.00080...	43.2	44.9	0.09	44.8	0.948	39.8
6	8104.82	1289.92	0.00077...	2.6	47.6	0.00198	44.8	12.2	52
7	8563.7	1362.95	0.0007337	0.271	47.8	3.8	48.6	9.99e-005	52
8	9869.28	1570.74	0.00063...	2.01	49.8	0.00969	48.6	2.58	54.6
9	11678.9	1858.76	0.00053...	0.00687	49.8	0.113	48.7	0.000602	54.6
10	14344.2	2282.95	0.00043...	0.0365	49.9	0.00036	48.7	22.6	77.2

Рисунок 3 – Частоты собственных колебаний модели

### Применение APM FEM в учебном процессе

В качестве примера, рассмотрим результат применения библиотеки APM FEM САПР КОМПАС-3DV14, при выполнении курсового проекта по дисциплине «Проектирование сельскохозяйственной техники для растениеводства», специальности 1-36 12 01.

Для того, что бы рассчитать выдержит ли элемент конструкции корпуса плуга, приложенные нагрузки, нет необходимости рассматривать корпус, или пахотный агрегат в целом. Достаточно рассмотреть его отдельные элементы. К примеру, можно рассчитать болтовые соединения в местах крепления стойки корпуса с кронштейном. Для этого было проанализировано два болтовых соединения между компонентами стойка и кронштейн рамы плуга. При моделировании болтовых соединений корпуса плуга из расчета были удалены «лишние» компоненты сборки, не влияющие на конечный результат.

Так как, нагрузка на стойку передается через корпус плуга, который отсутствует в модели, то для его моделирования использовалась дистанционная нагрузка – прямой перенос. Это позволяет передать задан-

#### Секция 4: Инновационные образовательные технологии подготовки инженерных кадров для АПК

ные дистанционные силы, действующие на корпус плуга, на выбранные грани отверстий, к которым он крепится к стойке. Составляющие тягового сопротивления корпуса плуга принимались следующие  $R_x=7000\text{H}$  и  $R_y=2000\text{H}$ .

Результаты расчета болтового соединения стойки корпуса плуга показаны на рисунке 4.

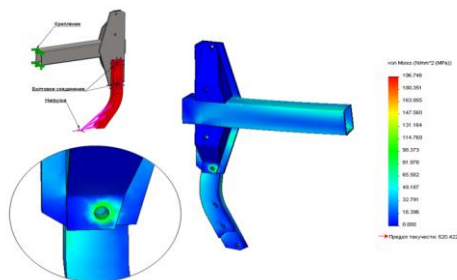


Рисунок 4 - Результаты расчета болтового соединения

Максимальное значение напряжений составляет 196МПа, что значительно ниже предела текучести, для данного материала (620 МПа).

Результаты окончательной оценки прочности болтового соединения показаны на рисунке 5.

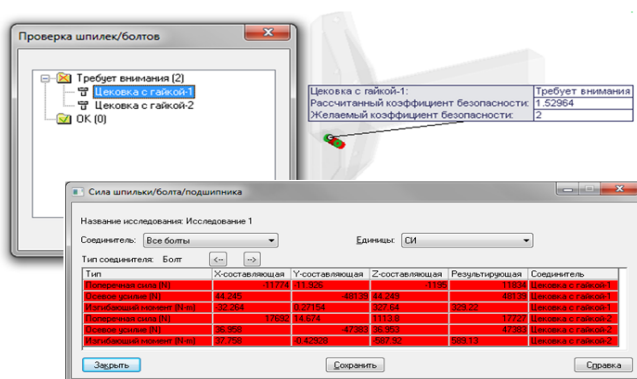


Рисунок 5 - Результаты оценки прочности болтового соединения

По результатам анализа расчетов (рисунок 5) видно, что оба болтовых соединения не соответствуют требованиям на прочность, так, как коэффициент запаса прочности значительно ниже допустимого - 2,5. У верхнего болта он равен 1,53, у нижнего - 0,62. Следовательно требуется, либо увеличить диаметры болтов, либо использовать материал с более вы-

сокими прочностными характеристиками.

### **Заключение**

Применение компьютерных технологий с использованием CAE-системы APM FEM для выполнения инженерного анализа позволит повысить точность прочностных расчетов, существенно сократить сроки проектирования сельскохозяйственной техники и использовать в учебном процессе при курсовом и дипломном проектировании.

### **Литература**

1 Ганин Н.Б. Проектирование и прочностной расчет в системе КОМПАС-3D V13. - М.: Изд-во ДМК-Пресс, 2011. - 320 с.: ил.

2 Система прочностного анализа APM FEM для КОМПАС -3D [электронный ресурс] <http://machinery.ascon.ru/software/tasks/items/?prcid=6&prpid=1114>

### **Abstract**

*The article discusses the capabilities of computer technology to perform engineering analysis using CAE-systems APM FEM-3D CAD KOMPAS when designing agricultural machinery.*

УДК 004:378.14:51

## **ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ ИНЖЕНЕРОВ-ТЕХНОЛОГОВ**

**Ю. И. Овсиенко, к.пед.н.**

*Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина*

*Основная задача использования информационно коммуникационных технологий во время обучения математике студентов инженерных специальностей высшего учебного заведения аграрного направления подготовки – формирование математической компетентности будущих инженеров-технологов путем улучшения эффективности усвоения теоретического материала, практических умений и навыков, повышения познавательного интереса к изучению дисциплины, которая не является профессионально-направленной.*

### **Введение**

На современном этапе развития общества информационно коммуникационные технологии (ИКТ) стали неотъемлемой составляющей всех сфер человеческой деятельности. Это новые средства оптимизации производства, развития экономики, научных исследований. Для эффективного использования ИКТ в процессе формирования специалистов определенной

отрасли преподавателю целесообразно, начиная с первого курса, демонстрировать их возможности в учебно-воспитательном процессе, формировать навыки использования в профессиональной деятельности умения решать с их помощью производственные задачи [1 – 3].

### **Основная часть**

Подготовка студентов инженерных специальностей имеет ряд особенностей, связанных с дальнейшей профессиональной деятельностью. Перед высшим учебным заведением (ВУЗом) стоит задача оптимального сочетания современных педагогических технологий и средств формирования профессиональных компетенций будущего инженера-технолога.

Цель работы заключается в описании особенностей использования компьютерных технологий в процессе обучения высшей математике студентов инженерно-технологических специальностей; выделении дополнительных возможностей, возникающих благодаря использованию средств ИКТ.

Согласно отраслевым стандартам подготовки высшая математика входит в аграрном ВУЗе в перечень дисциплин цикла естественно научной подготовки [4]. Ее изучение, согласно учебным планам, предусмотрено с первого семестра первого года обучения. Традиционно формирование математической составляющей будущего инженера-технолога осуществляется во время лекционных и практических занятий, самостоятельной учебно-познавательной деятельности студентов. Анализ структурно-логической схемы подготовки бакалавров направления 6.100102 «Процессы, машины и оборудование агропромышленного производства» свидетельствует о том, что теоретические положения и задачи практического содержания дисциплины «Высшая математика» (ВМ) составляют фундамент всего учебного процесса формирования профессиональных знаний и умений будущих инженеров-технологов [5]. Именно для этого направления подготовки характерны ярко выраженные межпредметные связи высшей математики с такими дисциплинами, как: «Прикладная математика», «Физика», «Инженерная механика», «Компьютеры и компьютерные технологии», «Инженерная и компьютерная графика», «Теоретическая механика», «Теплотехника и использование тепла», «Контрольно-измерительные приборы» и др.

Таким образом, один из путей повышения эффективности процесса формирования математической компетентности будущих инженеров-технологов аграрного ВУЗа – это применение преподавателем информационно коммуникационных технологий во время обучения в аудитории и в процессе организации самостоятельной научно-познавательной деятельности студентов.

Изучение научных достижений исследователей-педагогов, опыт преподавания дисциплин цикла естественно научной подготовки, анализ образо-

вательного-профессиональной программы подготовки бакалавров и магистров, а также ознакомление с программами дисциплин позволяет сделать вывод, что наиболее популярными программными продуктами обучения математике и вышнее перечисленных дисциплин есть Advanced Grapher, AutoCAD, GRAN, MathCad, MathLab, Maple, Mathematica, STATISTICA, КОМПАС-3D; офисные приложения Microsoft Office: Word, Excel, Access, Power Point и др.

Определим место и функции средств ИКТ в учебно-воспитательном процессе подготовки студентов инженерно-технологических специальностей.

Традиционно на первом этапе изучения высшей математики во время лекционных занятий, средства ИКТ используются преподавателем в процессе подачи теоретического материала: основных понятий, алгоритмов, теорем и следствий, их доказательств и т.п. ведущих элементов знаний дисциплины в виде мультимедийных презентаций. Во время лекций по высшей математике преподавателю целесообразно демонстрировать возможности работы с электронными справочными материалами, в которых представлено научную информацию. Презентация содержания и разнообразных функций электронных пособий, как составляющей научно-методического комплекса дисциплины, нацелена на формирование у студентов познавательных мотивов, интереса к самообразованию, непрерывному учено-познавательному процессу усвоения знаний.

Следующий этап математической подготовки будущих инженеров-технологов состоит в практическом применении теоретических положений дисциплины «Высшая математика». Использование средств ИКТ на практических (лабораторно-практических) занятиях по высшей математике создает условия преподавателю для привлечения студентов к активной учебно-познавательной деятельности, связанной с решением задач прикладного содержания; выполнения вычислений, математического моделирования; создания графических объектов. Демонстрация возможностей ИКТ на практических занятиях нацелена на формирование потребности у студентов к оптимизации расчетно-графических видов работ не только во время написания курсовых и дипломных работ (проектов) бакалавров, магистров, но и в дальнейшей научной и профессиональной деятельности [1 – 3].

Самостоятельная работа студентов – это неотъемлемая часть учебного процесса ВУЗа. Повышение ее эффективности становится возможным, помимо остального, в процессе применения средств ИКТ во время организации дифференцированного обучения, самоконтроля, индивидуально группового процесса актуализации знаний умений и навыков по дисциплине.

Анализ научно методической литературы и опыт обучения студентов аграрных ВУЗов свидетельствует о повышении эффективности процесса математической подготовки специалистов-аграриев в результате обоснованного и

взвешенного применения средств ИКТ одновременно с традиционными методами и формами обучения. Выделим дополнительные возможности процесса формирования математической компетентности студентов инженерно-технологических специальностей, которые появляются благодаря средствам ИКТ: 1) активизация учебно-познавательного интереса у студентов-агров во время построения и изучения свойств графических объектов, проведения вычислений, исследования математических моделей, создания условий использования преподавателем, в заданиях экспериментальных данных, моделирования производственных ситуаций, применения профессиональной терминологии, демонстрации математической интерпретации прикладного содержания дисциплины в профессиональной деятельности; 2) обновление и совершенствование составляющих учебно-методического комплекса с возможностью постоянного его пополнения теоретическими сведениями по дисциплине, задачами прикладного содержания с профессиональной терминологией и производственными экспериментальными данными, примерами решения типичных заданий, методическими разработками для самоконтроля, материалами для актуализации опыта, опорных знаний и способов деятельности студентов; 3) адаптация учебного процесса к психофизиологическим свойствам восприятия, осознания и использования материалов дисциплины; организация учебного процесса с одновременным привлечением визуального восприятия аналитических записей (схем, таблиц, графиков) и аудиального (названий объектов, определений, свойств, составляющих аналитических выражений) для формирования в сознании студентов образов-ассоциаций между известными понятиями и новыми способами деятельности с ними, создание в памяти выразительных и конкретных образов математических объектов, использования их в процессе учебно-познавательной деятельности при решении задач, возникающих в процессе изучения дисциплин цикла профессиональной и практической подготовки; 4) обобщение и систематизация основных положений, ведущих научных идей; возможность демонстрации и пересмотра как отдельных составляющих опорных конспектов, узловых понятий смысловых модулей, так и их целостное представление в структуре блоков модулей для выделения основных понятий, заострения внимания студентов на зависимостях учебных элементов предыдущих и последующих модулей, междисциплинарных связях (основой психологических процессов обобщения и систематизации является переход знаний и навыков студентов на высший уровень выделения общих свойств и связей между понятиями и соотношениями, одновременной структуризацией их компонентов на «базовые», «значимые», «сложные», «узловые» и др. элементы содержания); выработка умений уместно совмещать соответствующие знания и навыки, использовать их за привычными пределами, демонстрировать прикладное содержание математики в процессе практической

деятельности; 5) средство организации дифференцированного и индивидуализированного учебно-познавательного процесса изучения высшей математики.

### Заключение

Основная задача использования информационно коммуникационных технологий во время обучения высшей математике студентов инженерных специальностей аграрного ВУЗа – это формирование математической компетентности будущих инженеров-технологов, путем улучшения эффективности усвоения теоретического материала, практических умений и навыков, повышения познавательного интереса к изучению дисциплины, которая не является профессионально-направленной.

Перспектива последующих разведок в данном направлении заключается в адаптации, обновлении и разработке методического обеспечения дисциплин для организации лабораторно-практических аудиторной и самостоятельной форм учебной деятельности студентов при изучении как высшей математики с помощью средств ИКТ, так и демонстрации ее прикладного содержания в процессе профессиональной подготовки, ознакомления с материалами дисциплин непосредственно связанных с будущей деятельностью инженеров-технологов.

### Литература

1. Овсієнко Ю. І. Застосування задач прикладного змісту у навчанні математики студентів-аграріїв / Ю. І. Овсієнко, В. О. Швець // Вища освіта України. – 2011. – № 3. – Тематичний вип. «Педагогіка вищої школи: методологія, теорія, технології» [дод. 1]. – К. : Гнозис, 2011. – 532 с. – Т. 2. – С. 116–126.

2. Овсієнко Ю. І. Методика вивчення алгоритму побудови нелінійних математичних моделей методом найменших квадратів із використанням комп'ютерної техніки [Електронний ресурс] / Ю. І. Овсієнко, Л. О. Флегантов // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2011. – Т. 21, № 1 (21). – Режим доступу до журн. : <http://www.ime.edu.ua.net/em18/emg.html>. – Назва з екрана.

3. Овсієнко Ю. І. Формування засобами математики у студентів вищих навчальних закладів освіти аграрного профілю умінь дослідницької діяльності / Ю. І. Овсієнко // Вища освіта України. – 2012. – № 3. – Тематичний вип. «Педагогіка вищої школи: методологія, теорія, технології» [дод. 1]. – Т. 3. – С. 89–99.

4. Освітньо-професійна програма підготовки бакалавра за напрямом 0919 «Механізація та електрифікація сільського господарства» : Галуzeвий стандарт вищої освіти України, чинний від 10 грудня 2004 р. № 898. – К. : МОН України ; Наукметодцентр аграрної освіти Міністерства аграрної політики України, 2005. – 162 с.

5. Програма навчальної дисципліни «Вища математика» для підготовки фахівців ОКР «бакалавр» напряму 6.100102 «Процеси, машини і обладнання агропромислового виробництва» у вищих навчальних закладах II–IV рівнів акредитації Міністерства аграрної політики України / [уклад. Ю. Б. Гнучій, Н. Г. Батечко, О. Ю. Дюженкова та ін.] – К. : Аграрна освіта, 2010. – 26 с.

**Abstract**

*The main task of using informational and communicational technologies during learning Mathematics for students of engineering specialties in agrarian higher educational establishments – is formation of mathematical competence for future processing engineer by improving efficiency of mastering theoretical material, practical skills and abilities, increasing cognitive interest in learning discipline, which is not professionally directed.*

**УДК 387.14.014.13**

**ИНТЕГРАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
В ПРОЦЕСС ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ АПК**

**А.В. Иванов<sup>1</sup>, ассистент, А.Н. Тузиков<sup>2</sup>, зам. начальника ТО**

<sup>1</sup> УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

<sup>2</sup> РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

ГП «Экспериментальный завод» г. Минск, Республика Беларусь

*Статья посвящена вопросу интеграции инновационных технологий в процесс подготовки инженерных кадров АПК. Показано, что внедрение САПР играет важную роль в решении проблем агропромышленного сектора. Выявлена и обоснована необходимость углубленного изучения данных систем и широкого спектра их возможностей. Основываясь на проведенном обзоре, авторы предлагают увеличить интеграцию систем автоматизированного проектирования в образовательный процесс, дабы вывести подготовку инженерных кадров сферы АПК на качественно новый уровень.*

**Введение**

Сельское хозяйство является одним из приоритетных направлений, развивающихся в нашем государстве, так как состояние данной отрасли обеспечивает продовольственную безопасность республики, делая ее менее зависимой от других стран.

На современном этапе сельское хозяйство является прибыльной отраслью, что напрямую связано с качеством подготовки кадров задействованных в сфере АПК. Прослеживается тенденция интеграции новейших инженерных разработок для решения проблем агропромышленного сектора, что

влечет за собой необходимость внедрения инновационных образовательных систем в процесс подготовки инженерных кадров.

### **Основная часть**

Одной из таких систем является «Система автоматизированного проектирования» - автоматизированная система, реализующая информационную технологию выполнения функций проектирования, представляет собой организационно-техническую систему, предназначенную для автоматизации процесса проектирования, состоящую из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации его деятельности (САПР). По целевому назначению различают подсистемы САПР, которые обеспечивают различные аспекты проектирования CAD\CAE\CAM.

Система CAD позволяет реализовать весь процесс проектирования изделия - от идеи к объемной модели, от модели к конструкторской документации. Многочисленные специализированные приложения и библиотеки облегчают решение вспомогательных задач проектирования и обслуживания производства. Система CAD позволяет создать полноценную электронную трехмерную модель будущего изделия и получить следующие преимущества:

- избежать принципиальных ошибок на самых ранних стадиях проектирования;
- наглядно представить будущее изделие (рисунок 1);



Рисунок 1 – 3D модель двигателя ЯМЗ-238М2

- произвести необходимые расчеты и оптимизацию конструкции без дорогостоящих натурных испытаний (рисунок 2).

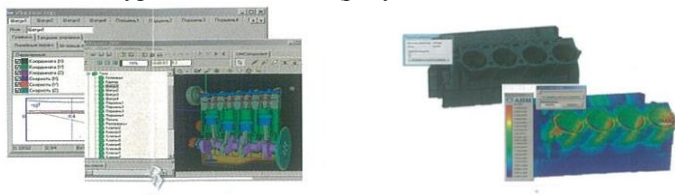


Рисунок 2 – Динамичный и прочностной расчет узлов двигателя ЯМЗ-238М2

- в кратчайшие сроки изменять и модифицировать;
- ускорить вывод нового продукта на рынок.

Функциональность CAD включает в себя:

- развитый инструментарий трехмерного твердотельного и поверхностного моделирования (рисунок 3);



Рисунок 3 – 3D модель шатуна

- вариационное прямое моделирование с помощью геометрических и размерных ограничений;
- инструменты работы с исполнениями и конфигурациями деталей и сборочных единиц (рисунок 4);
- средства работы над проектами, содержащими несколько десятков тысяч деталей и стандартных изделий (рисунок 4);

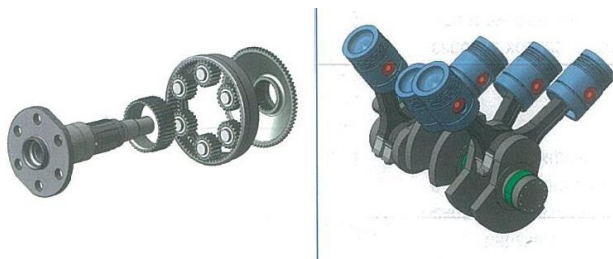


Рисунок 4 – Подборки из готовых 3D моделей

- инструменты моделирования деталей из листового материала с последующим автоматическим получением чертежа развертки;
- специальные возможности, облегчающие построение литейных форм: литейные уклоны, линии разреза, полости по форме детали (в том числе с заданием усадки);
- инструменты создания пользовательских параметрических библиотек типовых элементов;

- возможность получения конструкторской и технологической документации: чертежи, простые и групповые спецификации, отчеты, схемы, таблицы, текстовые документы (рисунок 5);

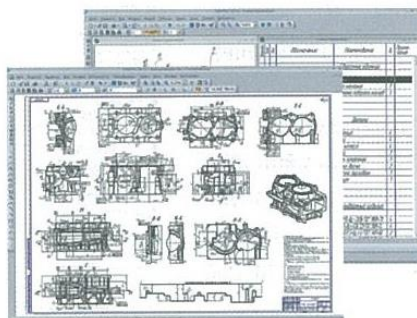


Рисунок 5 – Комплект документации на изделие

- возможность быстрого перехода от проектирования к изготовлению деталей с использованием САМ - систем и станков с ЧПУ.

САМ система - средства технологической подготовки производства изделий, которая позволяет осуществить автоматизацию программирования и управления оборудования с ЧПУ или ГАПС (Гибких автоматизированных производственных систем). Передача электронных моделей деталей в САМ - системы позволяет не только сократить время для написания управляющих программ для станков с ЧПУ, но и приступить к изготовлению деталей как после этапа оформления КД, так и минуя данную стадию, что позволяет существенно сократить время, необходимое на технологическую подготовку производства нового изделия.

САЕ система - средства автоматизации инженерных расчётов, анализа и симуляции физических процессов, осуществляют динамическое моделирование, проверку и оптимизацию изделий. Эта система позволяет смоделировать твердотельные объект и комплексно проанализировать поведение расчетной модели при различных воздействиях с точки зрения статики, собственных частот, устойчивости и теплового нагружения.

Представителями программных комплексов САПР для моделирования и оптимизации процессов агропромышленного комплекса на этапах конструкторской и технологической подготовки производства являются: SolidWorks, AutoCAD, Pro/ENGINEER, Компас – 3D, SigmaNest, SAPSprow, ANSYS.

## Заключение

Исходя из выше изложенного можно сделать вывод, о необходимости углубления интеграции в образовательный процесс систем автоматизированного проектирования и изучения широкого спектра их возможностей по комплексной оптимизации конструкторской и технологической подготовке производства и управления данными на агропромышленных и промышленных предприятиях, что позволит вывести подготовку инженерных кадров сферы АПК на качественно новый уровень.

#### **Литература**

1. Википедия: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kakprosto.ru/kak-76090-kak-oformit-ssylku-na-internet-istochnik>. (Дата обращения: 19.04.2014).
2. Википедия: [Электронный ресурс]. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki>. (Дата обращения: 19.04.2014).
3. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования. Учебник для вузов МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002.

#### ***Abstract***

*AIC. It is shown that the introduction of CAD has an important role in solving the problems of agriculture sector. Spotted and the necessity of in-depth study of these systems and a wide range of possibilities. On the basis of the review, the authors propose to increase the integration of computer-aided design in the educational process in order to bring the training of engineers agro-industrial complex to a new level.*

#### **УДК 377.35**

### **МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА КАК СРЕДСТВА АКТИВИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ**

**Е.С. Якубовская, ст. преподаватель**

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

*Статья посвящена вопросам определения структурной организации электронного учебно-методического комплекса, отвечающей наиболее полному его применению в образовательном процессе и ее реализации программными средствами.*

#### **Введение**

Процесс обучения – это, прежде всего процесс управления получением тех или иных знаний, умений, складывающихся в систему навыков, необходимых для профессиональной деятельности. В этих условиях огромное значение имеет проблема проработки педагогической содержательности обучающего материала и создание условий для самообучения. Важен не только отбор содержания материала для обучения, но и его структурная организация. Для индивидуализации обучения большую роль играет решение проблемы интерактивного общения, обеспечивающего обратную связь и маршрутизацию по учебному материалу. То есть эффективность и качество обучения в большей мере зависят от эффективной организации процесса обучения и дидактического качества используемых материалов [1, с. 187]. Современные информационные технологии предоставляют неограниченные возможности по хранению и обработке информации любого объема, и доставке ее на любые расстояния. Программные средства делают возможным оживление любой иллюстрации, графика, обеспечивая наглядность учебных материалов. Кроме того, любая часть мультимедиа курса может быть оперативно дополнена новыми порциями знаний или материалом, обеспечивающим формирование нового умения, либо контролирующим блоком. Актуализация учебного материала особенно ценна в динамично развивающихся дисциплинах. Однако, чтобы электронные учебные материалы действительно обеспечивали перечисленные выше преимущества, они должны отвечать ряду требований при проектировании и реализации, а также органично быть включены в традиционную методику подготовки специалистов.

### **Основная часть**

Прежде чем обратиться к рассмотрению структуры электронного учебно-методического комплекса (ЭУМК), приемлемой для наиболее полного включения ЭУМК в образовательный процесс, остановимся на подходах к определению ЭУМК. В соответствии с первым подходом ЭУМК можно представить в виде УМК, но с возможностью обеспечения работы с ним через компьютер. В этом случае ЭУМК можно определить через понятие УМК: «это система средств нормативного, учебно-методического обеспечения, обучения и контроля, необходимых и достаточных для полного и качественного обеспечения образовательного процесса в соответствии с требованиями государственного стандарта» [2, с. 18]. То есть в соответствии с данным подходом ЭУМК – система учебно-методических материалов, находящихся на электронном носителе. Однако, в этом случае ЭУМК будет повторять печатный вариант, не раскрывая современных возможностей компьютерной техники в обучении. В соответствии со вторым подходом ЭУМК представляет собой более широкое понятие с точки зрения программного обеспечения. ЭУМК в этом случае можно определить как

систему средств нормативного, учебно-методического обеспечения, обучения и контроля, необходимых и достаточных для полного и качественного обеспечения образовательного процесса, размещенные на компьютерных носителях и/или в сети Интернет.

При реализации в электронном виде по сложности исполнения ЭУМК можно разделить на [3]:

- простые ЭУМК — текстографические (отличаются от книг в основном формой предъявления текстов и иллюстраций: материал представляется на экране компьютера, а не на бумаге);
- гипертекстовые ЭУМК (существенным отличием данного типа является наличие ссылок на логически связанный текст или фрагменты текста);
- ЭУМК представляющие собой видео или звуковой фрагмент;
- мультимедиа ЭУМК (это самые мощные образования продукты, включающие в себя тексты, иллюстрации, видео, звук и другие цифровые возможности).

Рассматривая подходы к определению структуры ЭУМК российских вузов и опыт применения ЭУМК в БГУ можно констатировать наличие обязательных трех составляющих:

- теоретический раздел, который обычно содержит электронные материалы для теоретического изучения учебной дисциплины в объеме, установленном учебными планом и программой;
- практический раздел, обычно содержит материалы для проведения лабораторных, практических и иных учебных занятий практической направленности;
- раздел контроля знаний, содержащий материалы текущей и итоговой аттестации.

В целом согласившись с такой структурой, следует отметить, что ЭУМК нужно дополнить также пояснительной запиской, раскрывающей цели и задачи изучаемой дисциплины, ее краткое содержание, рекомендации по порядку изучения материала дисциплины и ориентацию по аттестации. Такая структура позволит также использовать ЭУМК не только для внеаудиторной работы, но и для организации работы в аудитории.

Пример реализации такого ЭУМК предпринят для специальной дисциплины «Автоматизация технологических процессов сельскохозяйственного производства». Представляет данный ЭУМК мультимедийный образовательный ресурс, реализованный средствами пакета PowerPoint.

Теоретический раздел содержит учебный материал, структурированный по темам в соответствии с учебной программой. Материал представлен в виде выдержек из основного учебного пособия, конспекта лекции и презентации лекционного материала.

Практический раздел представлен двумя подразделами: практические и лабораторные занятия. Подраздел лабораторные занятия содержит методические материалы к лабораторным работам и формы отчетов с заготовками для схем, таблиц снятия данных, графиков обработки данных. Подраздел практических занятий представлен теоритическим материалом к занятиям; перечнем заданий с индивидуальными вариантами; примерами выполнения задания; карточками для управляемой самостоятельной работы; тренажером для отработки практических навыков, который проводит по шагам выполнения практического задания с одновременным контролем правильности выполнения той или иной операции. Наличие последнего делает ЭУМК средством активизации деятельности студентов.

Контролирующий блок представлен перечнем вопросов к модулям и экзамену; примерами билетов по модулю и к экзамену; ссылкой, обеспечивающей загрузку системы moodle для проведения предварительного контроля знаний в виде теста при подготовке к экзамену.

### **Заключение**

ЭУМК предназначен, как правило, для самостоятельного обучения, но, в отличие от учебника, обеспечивает при соответствующей организации мощные иллюстративные возможности - использование картинок, анимаций и мультимедийных материалов; интерактивность - представление учебного материала может изменяться в зависимости от действий обучаемого; предлагает различные варианты контроля и оценки полученных знаний. То есть ЭУМК может быть использован не только для самостоятельной работы с материалом, но и активного освоения практических умений, а также контроля усвоения материала.

### **Литература**

1. Педагогика и психология высшей школы: Учебное пособие. – Ростов н/Д: Феникс, 2002. – 544 с.
2. Шкляр, А.Х. Учебно-методические комплексы в профессионально-техническом образовании: теоретические основы проектирования / А.Х. Шкляр, С.М. Барановская. – Минск: Республиканский институт профессионального образования, 2013. – 66 с.
3. Основы разработки электронных образовательных ресурсов: intuit.ru. – Дата доступа: 1.04.2014

### ***Abstract***

*Article is devoted questions of definition of the structural organization of the electronic teacher-methodical complex answering to its fullest application in educational process and its realization by software.*

УДК 004:378.663

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДЫ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ MATLAB В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ ДЛЯ АПК

**Н.М. Матвейчук, к.ф.-м.н., Е.Е. Мякинник**

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

*Тезисы посвящены использованию в учебном процессе современного аппарата информационных технологий при изучении систем автоматического управления. Использование интегрированной среды MatLab Simulink с огромным набором инструментальных средств, предоставляет студенту исследовательский аппарат, позволяющий глубже изучить и провести расширенный анализ систем автоматического управления.*

### **Введение**

Модель как средство осмысления помогает выявить взаимозависимости переменных, характер их изменения во времени, найти существующие закономерности. При составлении модели становится более понятной структура исследуемого объекта, вскрываются важные причинно-следственные связи. В процессе моделирования постепенно происходит разделение свойств исходного объекта на существенные и второстепенные с точки зрения сформулированных требований к системе. Как средство прогнозирования модель позволяет предсказывать поведение объекта и управлять им, испытывая различные варианты управления.

Аналитические методы исследования математических моделей имеют существенные ограничения. Они позволяют в полной мере исследовать системы, которые описываются дифференциальными уравнениями первого и второго порядка. Системы, описываемые уравнениями третьего и четвертого порядка, поддаются аналитическому решению, но влияние параметров системы приходится исследовать уже численными методами. Системы более высоких порядков исследуются только численными методами.

Численные методы базируются на использовании компьютерного моделирования. Компьютерная модель — это программная реализация математической модели, дополненная различными служебными программами (например, рисующими и изменяющими графические образы во времени). Для исследования динамических систем широко используются пакеты

MatLab Simulink фирмы Math Work. При моделировании с использованием Simulink реализуется принцип визуального программирования, в соответствии с которым, пользователь на экране из библиотек стандартных блоков создает модель устройства и осуществляет расчеты. При этом, в отличие от классических способов моделирования, пользователю не нужно досконально изучать язык программирования и численные методы математики, а достаточно общих знаний, требующихся при работе на компьютере и, естественно, знаний той предметной области, в которой он работает.

### **Моделирование систем автоматического управления**

При моделировании систем автоматического управления (коррекции их динамических свойств) следует выбрать структуру и параметры систем регулирования объектами, которые в соответствии с заданными техническими условиями обеспечивают наиболее рациональные характеристики по запасам устойчивости и показателям качества.

Коррекция осуществляется с помощью введения в систему специальных корректирующих звеньев с особо подобранной передаточной функцией.

Корректирующие звенья могут включаться последовательно, параллельно и в обратной связи.

В непрерывных системах автоматического управления используется множество типов корректирующих устройств и в общем случае их структура может быть любой. Однако в теории автоматического управления выделяют типовые корректирующие звенья, которые называются регуляторами.

Идеальные регуляторы нечасто используются на практике, а вместо них используются реальные регуляторы, учитывающие свойство инерционности [2]:

*Пропорциональные (П):*

$$W_n(s) = \frac{k_n}{T_n s + 1},$$

где  $T_n$  – постоянная времени пропорционального регулятора.

*Пропорционально-дифференцирующие (ПД):*

$$W_{нд}(s) = \frac{k_n \pm k_d s}{T_{нд} s + 1},$$

где  $T_{нд}$  – постоянная времени пропорционально-дифференцирующего регулятора.

*Пропорционально-интегрирующие (ПИ):*

$$W_{ин}(s) = \frac{k_n \pm \frac{s}{T_{ин}}}{T_{ин} s + 1},$$

где  $T_{ин}$  – постоянная времени пропорционально-интегрирующего регулятора.

*Пропорционально-интегро-дифференцирующие (ПИД):*

$$W_{\text{мид}}(s) = \frac{k_n \pm \frac{k_i}{s} \pm k_d s}{T_{\text{мид}} s + 1},$$

где  $T_{\text{мид}}$  – постоянная времени пропорционально-интегро-дифференцирующего регулятора.

### Использование среды MatLab при моделировании систем автоматического управления

Рассмотрим синтез корректирующих звеньев в пакете Simulink (приложение *SISO Design Tool*) с помощью частотных характеристик или изменения полюсов/нолей передаточной функции корректирующего звена.

На структурной схеме (рис.1) представлена система автоматического регулирования, представляющая собой систему автоматического управления по ошибке, в которую входят:

- 1) регулятор, состоящий из усилителя, представленный как *Gain 1* (с коэффициентом усиления, равным единице) и *regulator1* ( $W = K/(T_1 s + 1)$ );
- 2) исполнительный механизм в виде интегрирующего звена (*integrator*  $W = 1/s$ ) и передаточной функции (*Transfer Fcn1*  $W = 1.4/(0.26s + 1)$ );
- 3) объект управления, который представляет собой последовательно соединенные усилитель (*Gain*  $K_o = 0.1$ ) и передаточную функцию (*Transfer Fcn2*  $W = 15/(0.2s + 1)$ );
- 4) обратная связь в виде усилителя (*Gain2*  $K_{oc} = 1$ );
- 5) также имеются сумматор, генератор входного воздействия и осциллограф на выходе.

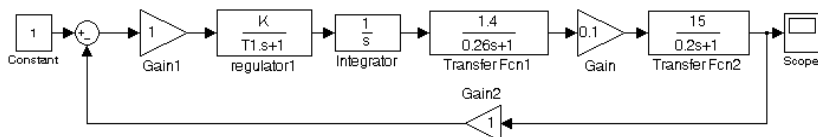


Рисунок 1 - Структурная схема моделируемой системы автоматического управления

Для указанной системы автоматического регулирования можно произвести исследования динамических качеств на соответствие установленным требованиям. А также получить характеристики системы автоматического регулирования и проанализировать их на соответствие или не соответствие требуемым характеристикам.

При несоответствии указанных параметров настройки регулятора, предложить оптимальные параметры регулятора, при которых все или большинство характеристик системы автоматического регулирования будут находиться в указанных пределах [1].

В окне *SISO Design Tool* выполнить: *File > Import...*, в появившемся окне можно задать имя системы (*System Name*) и следует выбрать, откуда ведется импорт – из рабочей области (*Workspace*). В списке выбрать нужную нам систему и нажать кнопку со стрелкой, стоящую напротив нужного нам элемента системы (для прямой ветви – выбрать *reg\_upr\_1* и нажать кнопку со стрелкой напротив *G* (прямая ветвь)). После этого в полях элементов системы появится имя соответствующей модели. Так же импортируется и регулятор.

Так как в нашем случае в префилтре и обратной связи стоят звенья с передаточными функциями, равными единице, то менять в элементах *F* и *H* ничего не нужно (по умолчанию там стоят единицы). После того как экспорт моделей всех элементов завершен, необходимо нажать кнопку “ОК”.

После выполнения вышеописанных действий можно убедиться, что внешний вид графиков изменился и передаточная функция регулятора именно такая, какая нам нужна (в данном примере  $W_p(s) = k_p \times (1/(1 + T_s))$ ). Передаточная функция регулятора (корректирующего звена) приводится в панели корректирующего звена.

На логарифмических частотных характеристиках выводятся значения: *G.M.* – запас устойчивости по амплитуде; *P.M.* – запас устойчивости по фазе; *Freq.* – значение частоты в соответствующей точке; *Stable/Unstable loop* – устойчивая/неустойчивая система.

Кроме того, на графиках логарифмических частотных характеристик выводятся точки, характеризующие устойчивость системы, неизменяемую часть системы и корректирующее звено [3].

На корневом годографе точки, характеризующие неизменяемую часть системы и корректирующее звено, выводятся аналогично логарифмическим частотным характеристикам, с тем лишь отличием, что коэффициент усиления корректирующего звена для логарифмических частотных характеристик изменяется с помощью перемещения логарифмической амплитудной характеристики вверх/вниз (изменение значения  $L(1)$ ), а для корневого годографа это изменение осуществляется перемещением квадратов, выделенных красным цветом.

Нажимая левой кнопкой мыши на характерные точки графиков, можно вызвать окна сведений по синтезируемой системе и редактирования корректирующего звена. Нажатие правой кнопки мыши на поле графиков (не на линии) вызывает появление контекстного меню, полученного сведением пунктов командного меню *Edit > Root Locus...* или *Bode...* и *Compensator > Edit...*, описанных выше. Вид контекстного меню зависит от того, на каком из графиков нажать правую кнопку мыши.

Изменяя положение логарифмической амплитудной характеристики вверх/вниз, можно добиться требуемого запаса устойчивости по амплиту-

де. Для синтезируемой в примере системы, чтобы добиться запаса устойчивости по амплитуде более 20 дБ, необходимо переместить логарифмическую амплитудную характеристику вниз.

Для того чтобы оценить показатели качества системы при этих настройках, необходимо получить график переходного процесса, выполнив в командном меню *SISO Design Tool: Tools > Loop Responses... > Plant Output (Step)*. При этом появится окно с графиком переходного процесса.

При любом изменении параметров корректирующего звена изменяется и график переходного процесса (если окно активно).

### **Заключение**

В характере деятельности современного инженера все большее значение приобретает инновационная составляющая. Это требует дополнения содержания подготовки студентов инженерных специальностей. Это в свою очередь обуславливает поиск эффективных дидактических средств. В связи с этим предложено использование в учебном процессе компьютерного моделирования среды MATLAB, которое позволяет проводить моделирование и оптимизацию систем автоматического управления с выбором типовых регуляторов и их настроечных параметров. При этом студенты получают навыки расширенного анализа систем автоматического управления, что способствует более глубокому усвоению учебного материала.

### **Литература**

1. Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник в 3-х т. / Под ред. Н.Д. Егупова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2000. Т. 1. Анализ и статистическая динамика систем автоматического управления. Т. 2. Синтез регуляторов и теория оптимизации систем автоматического управления. Т. 3. Методы современной теории автоматического управления.

2. Солодовников В.В. Управление техническими системами. / В.В. Солодовников, В.Н. Плотников, А.В. Яковлев – М.: Высшая школа, 1991.

3. Андриевский Б.Р. Избранные главы теории автоматического управления с примерами на языке MATLAB / Б.Р. Андриевский, А.Л. Фрадков - СПб.: Наука, 1999. - 467 с.

### **Abstract**

*Paper devoted to the use of modern information technology apparatus in the study of automatic control systems in the educational process. Using the IDE MatLab-Simulink with a huge set of tools provides the student with the research unit, enabling a deeper study and conduct advanced analysis of automatic control systems.*

УДК 378.14

**ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ТЕМЫ  
«ЦЕПНЫЕ ПЕРЕДАЧИ» КУРСА «ДЕТАЛИ МАШИН»**

**К.В. Сашко, к.т.н., доцент, Н.Н. Романюк, к.т.н., доцент,  
П.В. Клавсуть, А.Н. Демиденко**

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

*В статье рассматривается изучение материала темы «Ценные передачи» курса «Детали машин». Предложена лабораторная установка, позволяющая демонстрировать изменение поступательной скорости движения цепи в приводах в зависимости от угла поворота ведущей звездочки.*

**Введение**

В вводной части излагаемого материала темы «Ценные передачи» курса «Детали машин» необходимо привести примеры использования данных передач в приводах сельскохозяйственных машин.

Применение современной мультимедийной техники позволяет показать образцы цепей, роликовых, зубчатых, крючковых, штыревых, отметить основные параметры цепи, продемонстрировать положение цепи на звездочках, попутно остановиться на конструкции и их материале; подчеркнуть, что шаг у звездочек измеряется по хорде делительной окружности.

При работе ценной передачи происходит возрастающий износ шарниров, приводящий к увеличению шага цепи и смещению ее к вершинам зубьев. Увеличение шага не компенсируется укорочением цепи, раздвижкой осей или введением натяжного ролика, цепь все равно будет располагаться все ближе и ближе к вершинам зубьев и, в конечном итоге, она будет соскакивать со звездочек. Продолжать эксплуатацию такой цепи нельзя, это создает повышенную опасность.

Для уменьшения износа шарниров рекомендуется частая смена смазки. Для цепей, работающих в абразивной среде, такая рекомендация оказывается спорной, так как введение новой смазки сопровождается поступлением и нового абразива, в результате износ не только не уменьшается, но даже увеличивается. В связи с этим изыскиваются способы длительного сохранения смазки в шарнирах, обеспечение надежных уплотнителей. Для совершенствования конструкций цепных передач применяются материалы повышенной износостойкости для шарниров и звездочек, с обработкой

поверхностей трения антифрикционными средствами; предусматриваются автоматические способы регулирования оптимального натяжения цепи, в систему привода вводятся амортизирующие устройства, снижающие динамические нагрузки. В стационарных приводах, цепи помещаются в закрытый корпус, надежно защищающий ее от попадания абразива.

В сельскохозяйственном производстве перечисленные способы примеры трудно выполнимы, поэтому особое внимание необходимо обратить на подбор смазки со специальными присадками, снижающими износ шарниров.

### **Основная часть**

При постоянной угловой скорости приводной звездочки, скорость движения цепи не остается постоянной, она периодически изменяется (пульсирует) по определенному кинематическому закону. Длительность периодов неравномерности движения цепи равна времени поворота приводной звездочки на центральный угол, соответствующий одному звену цепи.

Неравномерность движения цепи обуславливает возникновение в ней динамических усилий, тем больше по величине, чем больше ее ускорение при пульсирующем движении. Динамические силы не только увеличивают общую действующую на цепь продольную силу, но и вследствие многократности, действия вызывают в цепях усталостные явления. Определив динамические силы, можно более точно рассчитать размеры приводных цепей.

Из-за пульсирующего характера изменения расстояния от центра вращения звездочки до продольной оси цепи (рисунок 1), она имеет неравномерную скорость движения, что ведет к появлению динамических сил, которые увеличиваются с ростом шага цепи и уменьшения числа зубьев приводной звездочки.

Эти силы не только увеличивают нагрузку в тяговом органе, но и вызывают в цепях усталостные явления. При скоростях до 0,2 м/с динамические силы можно не учитывать. При постоянной угловой скорости  $\omega$  приводной звездочки ее окружная скорость также постоянна и равна:

$$V = \omega(D / 2),$$

а горизонтальная скорость цепи (рисунок 1,  $\bar{b}$ ), изменяется по закону:

$$v_{ц} = \omega(D / 2) \cos \varphi,$$

где D- диаметр делительной окружности звездочки.

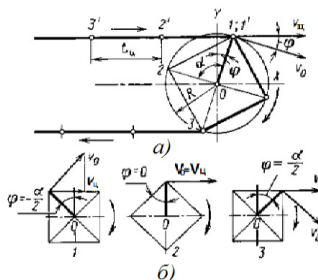


Рисунок 1 – Схема движения цепи по звездочке

Диаграмма изменения скорости цепи представлена на рисунок 2, а.

Ускорение цепи

$$\alpha_{ц} = \frac{dv_{ц}}{dt} = -\omega \frac{D}{2} \sin\varphi \frac{d\varphi}{dt} = -\omega^2 \frac{D}{2} \cos\varphi$$

Здесь значение угла  $\varphi$  изменяется в пределах от  $-\alpha_0 / 2$ , что соответствует моменту входа в зацепление шарнира, до угла  $\varphi = \alpha_0 / 2$  (рисунок 1, б), момента входа в зацепление следующего шарнира.

Максимальное ускорение, возникающее при  $\varphi = \pm\alpha_0 / 2$ :

$$\alpha_{ц\max} = \pm\omega^2 \frac{D}{2} \sin \frac{\alpha_2}{2}$$

Когда зуб входит в соприкосновение с шарниром цепи, то ускорение мгновенно возрастает от  $-\alpha_{ц\min}$  до  $+\alpha_{ц\max}$  (рисунок 2) и динамическая сила в этот момент равна

$$F_{дс} = 2m\alpha_{ц\max}$$

где  $m$  – приведенная масса цепи.

Изменение натяжения, вызываемое мгновенно приложенной нагрузкой, принимают равным натяжению от двойной динамической силы.

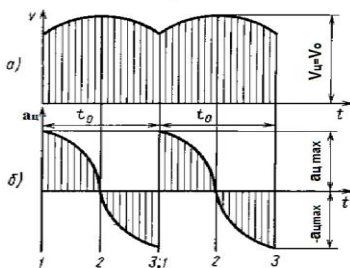


Рисунок 2 – Диаграммы скорости и ускорения цепи

Для демонстрации изменения скорости и ускорения в цепи при ее работе на кафедре механики материалов и деталей машин БГАТУ разработана лабораторная установка.

На рисунке 3, *а* схематично изображена лабораторная установка для демонстрации изменения скорости движения приводной цепи, вид сбоку; на рисунке 3, *б* – вид сверху.

Лабораторная установка состоит из рамы 1, на которой установлена опора 2 ведомой звездочки 3 с четырьмя зубьями, соединенной цепью 4 с ведущей звездочкой 5, имеющей также четыре зуба, установленной на опоре 6 и приводимой во вращение рукояткой 7. Для фиксации угла поворота ведущей звездочки 5 к ее торцу прикреплена звездочка 8 храпового останова, а его собачка 9 закреплена на опоре 6 ведущей звездочки 5, кроме того по середине зуба на диаметре делительной окружности ведущей звездочки 5 по касательной к делительной окружности на кронштейне 10 закреплена стрелка 11 со шкалой, указывающая направление окружной скорости ведущей звездочки 5. На острие стрелки 11 на оси 12 с возможностью поворота установлен двухсторонний отвес, у которого верхний участок 13, выполнен из тонкой стальной проволоки, а нижний 14 – из тонкой стальной пластины, имеющей значительно больший вес, чем тонкая стальная проволока, что обеспечивает строго вертикальное положение двухстороннего отвеса, а к звену цепи 4, подходящему к зубу ведущей звездочки 5 прикреплена линейка 15 со шкалой, направление линейки 15 совпадает с направлением движения цепи 4.

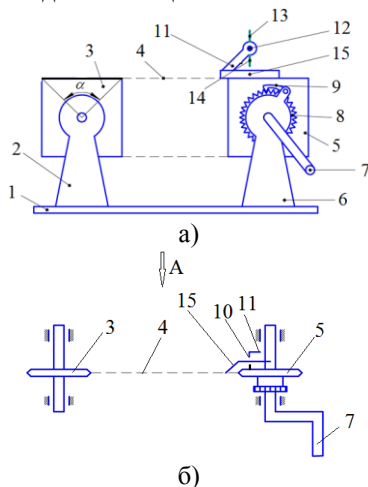


Рисунок 3 – Лабораторная установка для демонстрации изменения скорости движения приводной цепи

Для демонстрации изменения поступательной скорости движения цепи в пределах центрального угла  $\alpha = 90^0$ , предварительно по заданной преподавателем окружной скорости ведущей звездочки  $V_0$  определяют масштаб шкалы стрелки 11 по формуле:

$$\mu = V_0 / l,$$

где  $l$  – длина шкалы стрелки 11.

Масштаб шкалы линейки 15 и шкалы стрелки 11 должны быть равными.

Замеряют расстояние между осями звездочек  $A$ , делительный диаметр звездочек  $D_1$ , вес 1 м цепи, данные заносят в таблицу.

С помощью рукоятки 7 устанавливают ведущую звездочку 5 в положение, соответствующее входу зуба ведущей звездочки 5 в зацепление с цепью 4. В этот момент с помощью нижнего 14 участка двухстороннего отвеса по шкале линейки 15 фиксируют горизонтальную проекцию  $l_1$  стрелки 11. Последовательно поворачивая рукояткой 7 ведущую звездочку на определенный угол (например,  $\varphi = 15^0$ ) фиксируют горизонтальные проекции  $l_2, l_3$  и т.д. стрелки 11. Когда зуб ведущей звездочки 5 займет вертикальное положение поступательная скорость  $V_{ц}$  цепи 4 будет равна окружной скорости  $V$  ведущей звездочки 5, а стрелка 11 займет горизонтальное положение. При дальнейшем последовательном повороте ведущей звездочки 5, горизонтальная проекция стрелки 11 будет фиксироваться верхним 13 участком двухстороннего отвеса.

Для определения поступательной скорости  $V_{ц}$  цепи 4 горизонтальные проекции  $l_1, l_2, l_3$  и т.д. стрелки 11 умножают на масштаб  $\mu$  и строят зависимость изменения поступательной скорости  $V_{ц}$  цепи 4 от угла поворота  $\varphi$  ведущей звездочки 5.

### **Заключение**

Предложенная лабораторная установка позволяет демонстрировать изменение поступательной скорости движения цепи в приводах в зависимости от угла поворота ведущей звездочки, что дает возможность студентам более глубоко осознать и изучить тему «Цепные передачи».

### **Литература**

1. Иосилевич, Г.Б. Детали машин: Учебник для студентов машиностроит. спец. вузов. / Г.Б. Иосилевич. - М.: Машиностроение, 1988. - 368с: ил.

***Abstract***

*The article deals with the study material theme "Securities transfer" course "Machine parts". Proposed laboratory facility, which allows to demonstrate the change of forward speed of the chain drives, depending on the angle of rotation of the drive sprocket.*

Научное издание

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ  
НОВОЙ ТЕХНИКИ, ТЕХНОЛОГИЙ, ОРГАНИЗАЦИИ  
ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК**

Материалы Международной научно-практической конференции,  
посвященной 60-летию Белорусского государственного  
аграрного технического университета  
и памяти первого ректора БИМСХ (БГАТУ),  
доктора технических наук, профессора  
В. П. СУСЛОВА

*(Минск, 4-6 июня 2014 г.)*

В двух частях

Часть 2

Ответственный за выпуск *В. П. Миклуш*

Редактор *В. Е. Тарасенко*  
Компьютерная верстка *В. Е. Тарасенко*  
Дизайн обложки *Д. О. Сенькевич*

*Отпечатано с оригинал-макета заказчика.*

Подписано в печать 30.05.2014. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Ризография.  
Усл. печ. л. 23,25. Уч.-изд. л. 18,18. Тираж 200 экз. Заказ 124.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования  
«Белорусский государственный аграрный технический университет».  
ЛИ № 02330/0552984 от 14.04.2010.  
ЛП № 02330/0552743 от 02.02.2010.  
Пр. Независимости, 99–2, 220023, Минск.