



## СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУКА - ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

Материалы XX Всероссийской  
студенческой научной конференции

ЧАСТЬ 3 – ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ И ЭНЕРГЕТИКИ

25-27 февраля 2025 года, г. Красноярск

[www.kgau.ru](http://www.kgau.ru)

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Департамент научно-технологической политики и образования  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Красноярский государственный аграрный университет»**



## **СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУКА - ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ**

Материалы XX Всероссийской студенческой научной конференции  
(25-27 февраля 2025 г.)

**ЧАСТЬ 3 – ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ И ЭНЕРГЕТИКИ**

*Секция 5. Техническое обеспечение агропромышленного комплекса*

*Электронное издание*

Красноярск 2025

**Ответственные за выпуск:**  
А.В. Коломейцев, Горелов М.В.

**Редакционная коллегия:**

Литвинова В.С., канд. с.-х. наук, доцент  
Харевин Д.Д., ст. преподаватель  
Кузьмин Н.В., канд. техн. наук, доцент  
Романченко Н.М., канд. техн. наук, доцент  
Дебрин А.С., канд. техн. наук, доцент

**С 88 Студенческая наука – взгляд в будущее** [Электронный ресурс]: мат-лы XX Всерос. студ. науч. конф., Часть 3 / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2025. – 96 с.

В третьей части представлены доклады, сделанные на XX Всероссийской студенческой научной конференции, которая проходила в Красноярском государственном аграрном университете 25–27 февраля 2025 г.

Предназначено для преподавателей, аспирантов, магистров и студентов сельскохозяйственных образовательных учреждений, специалистов сельского хозяйства.

**ББК 4**

*Статьи публикуются в авторской редакции, авторы несут полную ответственность за содержание и изложение информации: достоверность приведенных сведений, использование данных, не подлежащих публикации, использованные источники и качество перевода*

## СЕКЦИЯ 5. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

### ПОДСЕКЦИЯ 5.1. СОВРЕМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 631.3+620.193.2

#### ПРИМЕНЕНИЕ БИТУМНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ

**Байшева Ульяна Владимировна**, студент

Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, Тамбов, Россия

e-mail: cska-sparta@yandex.ru

**Курьято Виктория Александровна**, младший научный сотрудник, аспирант

Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, Тамбов, Россия

e-mail: bryksina\_98@mail.ru

**Князева Лариса Геннадьевна**, научный руководитель, доктор химических наук, доцент  
Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в  
сельском хозяйстве, Тамбов, Россия

Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, Тамбов, Россия

e-mail: Knyazeva27@mail.ru

**Аннотация.** Была изучена защитная способность консервационных составов на основе битумного праймера, модифицированные добавкой 5 масс. %: парафина П-2, КО-СЖК, Эмульгина. Можно отметить высокую защитную эффективность (Z) композиций при испытаниях в 0,5 М растворе NaCl. Высокое защитное действие наблюдается и при экспозиции в течение шести месяцев образцов стали в естественной атмосфере воздуха при натурно-стендовых испытаниях, для добавки парафина Z=98%, КО-СЖК – 93 %, для Эмульгина – 92 %. Высокая защитная способность покрытий подтверждается и внешним видом пластин после испытаний.

**Ключевые слова:** сталь, коррозия, битумный праймер, защитная способность

В современном мире, где металлы и сплавы имеют большое значение во многих отраслях, проблема защиты от коррозии становится всё более актуальной.

Сталь – один из самых универсальных материалов в сельском хозяйстве. Она доступна в разных классах, формах и размерах и используется для создания различных конструкций, инструментов, рабочих органов и запасных частей для сельскохозяйственной техники. Стальные конструкции, такие как ангары, навесы и каркасы хозяйственных построек, играют важную роль в сельском хозяйстве. Рифлёное листовое железо используется для покрытия крыш складских помещений, ферм и сараев. Профильное железо необходимо для ограждения территорий стоянок сельскохозяйственной техники и оборудования. Листовая сталь применяется при создании оборудования для животноводства (заборов, кормушек, доильных аппаратов и других устройств).

Использование стали в естественных условиях приводит к возникновению коррозионных процессов. Разрушение металлов коррозией может ухудшить их свойства и привести к экономическим потерям. Качественная консервация техники помогает снизить затраты на ремонт узлов и деталей, подверженных коррозии. В хозяйствах консервацию машин проводят отработанными машинными маслами. Под открытым небом защитная способность покрытий из отработанных масел составляет 25–42 %. Расходы на защитные материалы и оборудование для их нанесения являются одной из основных статей затрат на консервацию сельскохозяйственной техники. Финансовая нестабильность сельхозпредприятий сдерживает закупку дорогих антикоррозионных материалов. К относительно дешёвым защитным материалам относятся битумные составы, отличающиеся доступностью исходных компонентов и простой технологией приготовления. Битумный праймер (БП) – это нефтяной битум с добавлением органического растворителя и ряда компонентов, улучшающих его защитные свойства. Покрытия из битумных праймеров

соответствуют требованиям по водонепроницаемости, химической стойкости и электрохимической нейтральности.

Однако у таких покрытий есть недостатки: хрупкость при отрицательных температурах и относительно слабые антикоррозионные свойства, что ограничивает их применение в различных областях. Для улучшения свойств битумных праймеров необходимо использовать модифицирующие добавки.

Исходя из этого целью настоящей работы является изучение защитной эффективности композиций на основе битумного праймера, модифицированных добавками 5 масс. %: парафина П-2, КО-СЖК, Эмульгина и дополнительно содержащей растворитель уайт-спирит 55 масс. %.

Коррозионные испытания проводили в 0,5 М растворе NaCl (ГОСТ 9.042-75). Натурно-стендовые испытания по ГОСТ 9.909-86. Покрытия наносили по методике, опубликованной в [2].

В таблице 1 представлены результаты гравиметрических испытаний в 0,5 М растворе NaCl. Эти данные показывают, что покрытие без ингибирующих добавок обладает защитной способностью около 75%. Добавление КО-СЖК или Эмульгина в композицию с 55 масс. % содержанием уайт-спирита увеличивает защитную способность на 23% до 93% и 94% соответственно. Самое высокое защитное действие демонстрирует покрытие с добавлением парафина ( $Z = 98\%$ ).

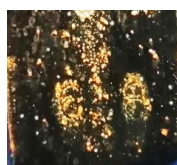
**Таблица 1 – Защитная эффективность модифицированных БП при испытаниях в 0,5 М растворе NaCl. Продолжительность 14 суток**

| Добавка                                                              |         | 55 % уайт-спирита |      |
|----------------------------------------------------------------------|---------|-------------------|------|
|                                                                      |         | Толщина, мкм      | Z, % |
| Вид                                                                  | масс. % |                   |      |
| без добавки                                                          |         | 220               | 75   |
| Парафин                                                              | 5       | 225               | 98   |
| КО-СЖК                                                               | 5       | 150               | 93   |
| Эмульгин                                                             | 5       | 80                | 94   |
| Скорость коррозии без покрытия $0,0555 \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч}$ |         |                   |      |

Внешний вид покрытий после ускоренных коррозионных испытаний показан на рисунке 1. Визуально они после испытаний имеют только небольшие дефекты.



**Без покрытия**



**Без добавок**



**Парафин**



**КО-СЖК**



**Эмульгин**

**Рисунок 1 – Внешний вид покрытий БП с добавками (5 масс. %) парафина, КО-СЖК, Эмульгина после испытаний в 0,5 М растворе NaCl (14 суток)**

В таблице 2 представлены результаты натуральных испытаний образцов стали, покрытых модифицированным БП с добавлением 55 масс. % уайт-спирита методом окунания. Толщина покрытий с 55 масс. % уайт-спирита составляет  $220 \pm 5$  мкм, с парафином –  $225 \pm 5$  мкм, с КО-СЖК –  $150 \pm 7$  мкм, а с Эмульгином –  $80 \pm 7$  мкм.

После 6 месяцев воздействия атмосферных условий значения защитного действия покрытия без добавок  $Z = 75\%$ . Покрытие с добавлением 5 масс. % Эмульгина обеспечивает уровень защитной эффективности  $Z = 92\%$ , а покрытие с КО-СЖК –  $Z = 93\%$  (таблица 2). Но наилучший результат показало покрытие с добавкой парафина  $Z = 98\%$ .

**Таблица 2 – Результаты натурно-стендовых испытаний покрытий из модифицированного БП с 55 масс. % уайт-спирита. Время экспозиции 6 месяцев**

| Без покрытия                                                                      | БП с 55 масс. % уайт-спирита и 5 масс. % добавки                                  |         |                                                                                   |         |                                                                                    |         |                                                                                     |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|                                                                                   | Без добавки                                                                       |         | Парафин П-2                                                                       |         | КО-СЖК                                                                             |         | Эмульгин                                                                            |         |
| Толщина, мкм                                                                      | 220 ± 5                                                                           |         | 225 ± 5                                                                           |         | 150±7                                                                              |         | 80±7                                                                                |         |
| К,<br>г/м <sup>2</sup> ·ч                                                         | К, г/м <sup>2</sup> ·ч                                                            | Z,<br>% | К, г/м <sup>2</sup> ·ч                                                            | Z,<br>% | К, г/м <sup>2</sup> ·ч                                                             | Z,<br>% | К, г/м <sup>2</sup> ·ч                                                              | Z,<br>% |
| 0,0108                                                                            | 0,0027                                                                            | 75      | 0,0002                                                                            | 98      | 0,0008                                                                             | 93      | 0,0009                                                                              | 92      |
|  |  |         |  |         |  |         |  |         |

### Список литературы

1. Князева, Л.Г. К оценке ингибиторной защиты сельскохозяйственной техники и оборудования / Л.Г. Князева, А.В. Дорохов, Н.А. Курьято // Наука в центральной России. – 2023. – № 1(61). – С. 133-146.
2. Курьято, Н.А., Князева Л.Г., Дорохов А.В., Брыксина В.А. Противокоррозионная защита меди масляными композициями с комбинированной добавкой М-531 / Н.А. Курьято, Л.Г. Князева, А.В. Дорохов, В.А. Брыксина // Наука в центральной России. – 2024. – № 2(68). – С. 86-97.

УДК 631.3

## РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕПЛИЧНОГО КОМПЛЕКСА ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

**Дебрина Тина Анатольевна**, студент

Ачинский филиал. Красноярский государственный аграрный университет, Ачинск, Россия  
e-mail: tinakrsk@gmail.com

**Дебрин Андрей Сергеевич**, научный руководитель, кандидат технических наук

Красноярский государственный аграрный университет, Ачинск, Россия  
e-mail: debrin.as@yandex.ru

**Аннотация.** В работе описан эксперимент по выращиванию зеленных культур в условиях гидропонной установки. Правильно приготовленный питательный раствор позволяет ускорить процесс роста и созревания культуры. В качестве экспериментальных комплексов удобрений выбраны: Биологическое удобрение «HYDROPONIC GARDEN PLANT FOOD A+B», «GREENBELT – organic» и обыкновенная вода. Для проведения эксперимента по определению параметров выращивания применена домашняя гидропонная установка «Умный сад RED – evolution RSG-01» с тремя режимами работы, отличающимися временем и спектром облучения выращиваемых культур. При выращивании салата «Гранд Рапидс» в режиме облучения по 16 часов в сутки с использованием красного спектра и увеличенной яркости белого спектра, в питательном растворе на основе удобрения «Hydroponic garden plant food A+B» получили сокращение срока созревания салата с 43-48 дней до 20 суток, что в 2 раза быстрее заявленного производителем семенного материала. При этом салат не потерял своих заявленных характеристик. На основе полученных экспериментальных данных разработали собственный программный продукт и в программе MATLAB, для дальнейшего моделирования и прогнозирования параметров роста культур в зависимости от выбора питательного раствора, времени и спектру облучения выращиваемых культур.

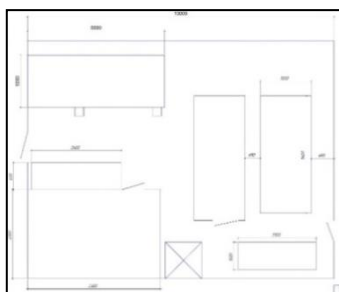
**Ключевые слова:** гидропонные системы; спектр облучения; выращивание зеленных культур; комплексы удобрений; параметры и режимы работы гидропонных систем

Городская ферма — это объект городского землепользования, который может иметь различные формы и размеры в зависимости от местоположения. Он может быть организован на крыше здания, на свободной земле, в специально отведенном месте городского парка или сада[1,2].

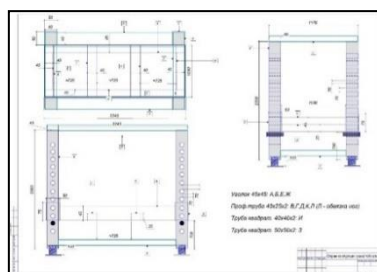
Оценка современного состояния показала, что вертикальное фермерство является актуальным направлением в растениеводстве и ведении городского сельского хозяйства. На территории России активно ведут свою деятельность ряд организаций не только по разработке и внедрению гидропонных систем, выращиванию зеленных культур, но и предоставляют образовательные услуги.

Разрабатываемый многоярусный тепличный комплекс на основе гидропонных установок для выращивания зеленных культур методом малообъемной гидропонике с частичным подтоплением имеет стеллажный тип, состоящий из 4х ярусов (разработан и смонтирован коллективом учебного заведения).

**Общая характеристика.** Гидропонные установки оснащены: ярусами для выращивания культур; баком-накопителем для приготовления питательного раствора; системой полива культур питательным раствором (трубопровод, обеспечивающий равномерное распространение питательного раствора по всем ярусам гидропонной установки и системой слива питательного раствора обратно в бак-накопитель); система облучения культур (светодиодные фито-светильники); системой автоматического управления процессами работы гидропонной установки; системой вентилирования воздуха.



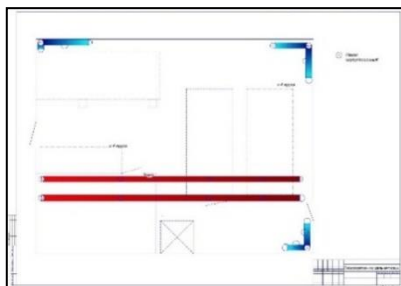
**Рисунок 1** — План расположения гидропонных систем



**Рисунок 2** — Устройство стеллажа под гидропонную систему



**Рисунок 3** – Общий вид



**Рисунок 4** — План расположение приточно-вытяжной вентиляции



**Рисунок 5** – Система циркуляции питательного раствора



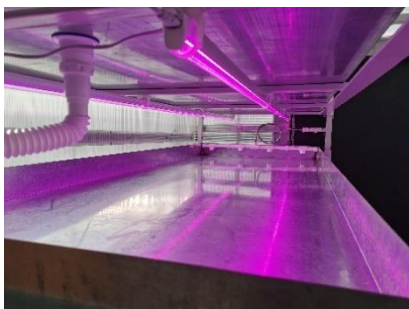
**Система вентиляции.** Комплекс оснащен тремя модулями приточной вентиляции, два модуля расположены по углам с фронтальной стороны от входа в помещение и один модуль с тыльной стороны от входа.

Система вентиляции оснащена автоматическим управлением и подключена через реле-температуры и запрограммирована на автоматическое включение при температуре 20<sup>0</sup>С. При падении температуры до 19-19,5<sup>0</sup>С система вентиляции автоматически отключится, также установлены регуляторы скорости вращения вентиляторов приточно-вытяжной вентиляции.

**Система подачи питательного раствора.** Системой полива культур питательным раствором состоит из: трубопровода, обеспечивающего равномерное распространение питательного раствора по всем ярусам гидропонной установки и системой слива питательного раствора обратно в бак-накопитель.

Система подачи питательного раствора оснащена автоматическим управлением и подключена через реле-времени. Режим работы системы зависит от условий выращивания и типа культуры.

**Система облучения.** Гидропонная установка оснащена системой облучения культур при помощи фито-светильников, установленных непосредственно над выращиваемой культурой.



*Рисунок 6 – Система облучения фито-светильниками*

Система облучения оснащена автоматическим управлением и подключена через реле-времени. Режим работы системы зависит от условий выращивания и типа культуры.

**Электротехническая часть.** Гидропонные системы тепличного комплекса подключены к электросети 220/380 В и являются объектами повышенной опасности [1].

К основному электрооборудованию можно отнести: система подачи питательного раствора (электрический насос); система облучения (фито-лампы); система вентиляции воздуха (вентиляторы приточной и вытяжной вентиляции); распределительные электрощиты (Главный распределительный щит (ГРЩ) расположен в хозяйственном помещении, распределительный щит гидропонной установки, расположен в непосредственной близости к гидропонной установке).

Для корректной работы всего электрооборудования необходимо руководствоваться правилами эксплуатации электрооборудования прописанных в паспортах устройств.

**Общие рекомендации по созданию микроклимата.** Тепличный комплекс является замкнутой экосистемой с собственным микроклиматом нарушение которого запрещено и необходимо выполнять следующие рекомендации: любое электротехническое оборудование настроено специалистами, запрещается самостоятельно без ведома инженера (либо агронома) выполнять перенастройку того или иного элемента системы; запрещается одновременное использование системы вентиляции воздуха (либо кондиционирования) и системы подогрева (электрокалориферы); запрещается находиться в верхней одежде; запрещается открывать окна и двери без ведома инженера (или агронома), что нарушит целостность созданного микроклимата; хранение расходных материалов (удобрения, субстраты, горшки и тд) только в специально отведенном месте (техническое помещение); бак-накопитель с питательным раствором должен быть накрыт во избежание попадания в него сора и солнечного света, что приведет к развитию вредных бактерий; при посадке и пересадки культур пустые места в лотках гидропоники необходимо закрыть заглушками, во избежание попадания солнечного света и сора, что приведет к развитию вредных бактерий.

Определение рациональных режимов работы гидропонных систем для выращивания зеленных культур методом малообъемной гидропоники является основной из задач для эффективного использования комплекса, в частности эффективного использования энергоресурсов.

**Экспериментальная часть.** Для проведения эксперимента необходимы следующие материалы: - домашняя гидропонная установка «Умный сад RED – evolutionRSG-01»; - набор удобрений для разведения питательного раствора «Hydroponic Garden Plant Food A+B», «GREENBELT - organic», и обычная питьевая вода; - семена листового салата «Гранд Рапидс».

**Результаты исследований.** Эксперимент по определению рациональных режимов работы гидропонной установки проводился согласно следующим этапам и ряду опытов:

*Опыт 1.* Изучив характеристики и режимы работы гидропонной установки «Умный сад Red Evolution RSG-01» выбираем режим работы «Овощи». Освещение будет работать по схеме «14 часов включено + 10 часов выключено». Используется освещение синего, красного и белого спектра.

Выбираем удобрения для приготовления питательного раствора. Первый опыт по выращиванию салата «Гранд Рапидс» проводится в чистой воде без добавления удобрений.

**Опыт 2.** Опыт 2 проводится аналогично опыту 1, также в режиме «Овощи» при 14-ти часовом облучении, но в качестве питательного раствора, используем удобрения «HYDROPONIC GARDEN PLANT FOOD A+B».

**Опыт 3.** Опыт 3 проводится аналогично опыту 1, также в режиме «Овощи» при 14-ти часовом облучении, но в качестве питательного раствора, используем удобрения «GREENBELT - ORGANIC».

Определив, что культура наиболее качественно и быстро растет в питательном растворе на основе удобрения «HYDROPONIC GARDEN PLANT FOOD A+B», необходимо провести ряд опытов по определению наиболее подходящего времени и спектра облучения выращиваемой культуры в том же питательном растворе.

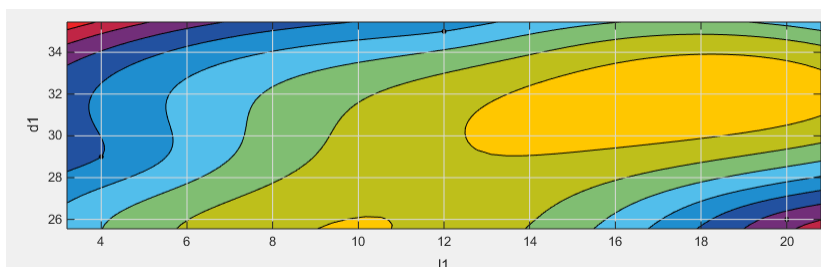
**Опыт 4.** Выбираем режим работы «Цветы». Освещение будет работать по схеме «12 часов включено + 12 часов выключено». Используется освещение красного и белого спектра. В качестве питательного раствора используем раствор на основе удобрения «HYDROPONIC GARDEN PLANT FOOD A+B» который показал лучший результат в предыдущих опытах.

**Опыт 5.** Выбираем режим работы «Фрукты». Освещение будет работать по схеме «16 часов включено + 8 часов выключено». Используется освещение красного спектра и увеличена яркость белого спектра. В качестве питательного раствора используем раствор на основе удобрения «HYDROPONIC GARDEN PLANT FOOD A+B» который показал лучший результат в первых 3-х опытах.

Эксперимент по определению рациональных режимов выращивания зеленных культур в условиях гидропонной установки выявил, что наиболее эффективными можно считать параметры, в режиме облучения по 16 часов в сутки в питательном растворе на основе удобрения «Hydroponic garden plant food A+B», при этом салат не потерял своих заявленных характеристик.

На основе проведенных опытов и определив наиболее оптимальные параметры выращивания зеленных культур, на примере салата «Гранд Репидс» необходимо разработать собственный программный продукт и обработать данные пяти опытов в программе MATLAB, для дальнейшего моделирования и прогнозирования параметров роста культур в зависимости от выбора питательного раствора, времени и спектру облучения выращиваемых культур.

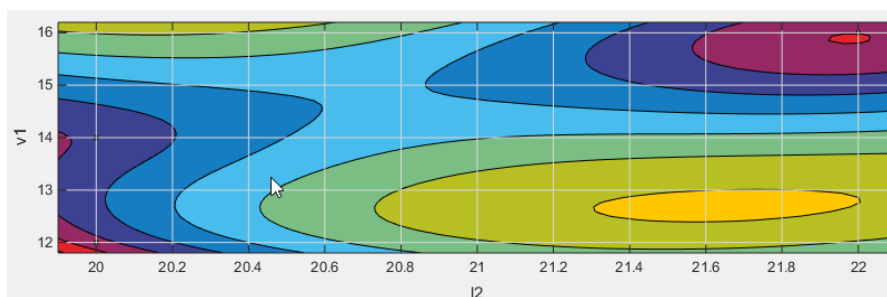
Результаты работы программы представлены на рисунках 7 на примере зависимостей роста культуры от выбора питательного раствора (удобрения) и времени облучения культуры.



**Рисунок 7 – Определение плоскостей зависимости размеров созревшего листа салата (L1) от времени выращивания (d1) при времени облучения при 14 часах и разных субстратах**



**Рисунок 8 – Введение параметров для обработки данных и получения модели**



**Рисунок 9 – Определение плоскостей зависимостей размера растения (L2) от времени облучения (v1)**

Для увеличения урожайности выращиваемых культур путем сокращения срока созревания, провели ряд опытов по изучению и адаптации параметров питательного раствора, спектра и времени облучения, что позволило достичь более высокой урожайности и качества продукции.

Эксперимент по определению рациональных режимов и параметров работы гидропонной установки выявил, что наиболее эффективными можно считать параметры, при которых салат созревает в 2 раза быстрее заявленного производителем семенного материала.

При выращивании салата «Гранд Рапидс» в режиме облучения по 16 часов в сутки с использованием красного спектра и увеличенной яркости белого спектра, в питательном растворе на основе удобрения «Hydroponic garden plant food A+B» получили сокращение срока созревания салата с 43-48 дней до 20 суток, что в 2 раза быстрее заявленного производителем семенного материала. При этом салат не потерял своих заявленных характеристик.

Разработали программный продукт для дальнейшего моделирования и прогнозирования параметров роста культур в зависимости от выбора питательного раствора, времени и спектру облучения выращиваемых культур.

Проведение ряда опытов можно считать успешным и завершённым.

### Список литературы

1. GROWLIFE.RU. Все о прогрессивном растениеводстве. URL: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://growlife.ru/chto-takoe-gidroponika/> (Дата обращения 24.01.2025)
2. Влияние спектров света на рост и развитие растений // URL: <https://ledrus.org/baza-znaniy/vliyanie-spektra-sveta-na-rost-rasteniy/> (дата обращения 01.02.2025)
3. Разработка модульной сити-фермы для выращивания зеленных культур методом малообъемной гидропонике с частичным подтоплением / А. С. Дебрин, М. В. Горелов, А. В. Заплетина, А. Ф. Семенов // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития : Материалы международной научно-практической конференции, Красноярск, 18–20 апреля 2023 года / Ответственные за выпуск: А.В. Коломейцев, В.Г. Крымкова. Том 1. Часть 2. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2023. – С. 220-227. – EDN QZMNXU.
4. Заплетина, А. В. Оценка влияния оптического излучения на рост зеленных культур в условиях защищенного грунта / А. В. Заплетина, А. С. Дебрин // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития : Материалы международной научно-практической конференции, Красноярск, 18–20 апреля 2023 года / Ответственные за выпуск: А.В. Коломейцев, В.Г. Крымкова. Том 1. Часть 2. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2023. – С. 232-235. – EDN CZGMGH.
5. Заплетина, А. В. Результаты выращивания микрозелени под светофильтрами и фитооблучателем / А. В. Заплетина, А. С. Дебрин // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России: Материалы IV международной научной конференции, Красноярск, 23–24 ноября 2023 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2024. – С. 67-72. – EDN KLOYGE.
6. Заплетина, А. В. Оценка влияния оптического излучения на рост огурцов сорта Алекс в условиях защищенного грунта / А. В. Заплетина, А. С. Дебрин // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: Материалы международной научно-практической конференции, Красноярск, 16–18 апреля 2024 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2024. – С. 146-149. – EDN MNIPY.

7. Использование фитооблучателей для роста и развития растений // URL: <https://svetum.com.ua/kak-ispolzovat-svetodiodnye-fitosvetilniki-dlya-rasteniy/> (дата обращения 01.06.2023)

8. Свет для развития овощей и его биологическая эффективность. – Текст: электронный // <https://gavrishprof.ru/info/publications/svet-dlya-razvitiya-ovoshchey-i-ego-biologicheskaya-effektivnost> (Дата обращения 03.03.24)

9. Умный сад REDevolutionRSG-01 [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://redbt.company/products/house/umnyy\\_sad/umnyy\\_sad\\_red\\_evolution\\_rsg\\_01/](https://redbt.company/products/house/umnyy_sad/umnyy_sad_red_evolution_rsg_01/) (Дата обращения 1.02.2025)

10. Chesnokov V. A., Bazyrina E. N., Bushuyeva TM, Ilyinskaya N.L. Cultivation of plants without soil. Publishing house of the Leningrad university, 1960.

11. Zaltser E. A hydroponics for fans. M.: Book on demand, 2012. 160 pages.

**УДК 631.173**

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕМОНТА И ОБСЛУЖИВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Катаев Андрей Васильевич**, студент

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева», Москва,  
Россия

e-mail: [efmalykha@rgau-msha.ru](mailto:efmalykha@rgau-msha.ru)

**Малыха Екатерина Фёдоровна**, научный руководитель, кандидат экономических наук, доцент  
Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева», Москва,  
Россия

e-mail: [efmalykha@rgau-msha.ru](mailto:efmalykha@rgau-msha.ru)

**Аннотация.** В статье рассматривается необходимость совершенствования экстенсивных и интенсивных инструментов сельскохозяйственного производства, заключающиеся в применении инновационных методов и технологий, позволяющими стать источниками повышения урожайности культур. В основе предлагаемого инновационного метода обслуживания сельскохозяйственной и специальной техники лежит применение композитного состава в качестве покрытия на деталях машин. Покрытие обладает высокими износостойкими показателями, что приводит к увеличению прочности и ресурса использования машин.

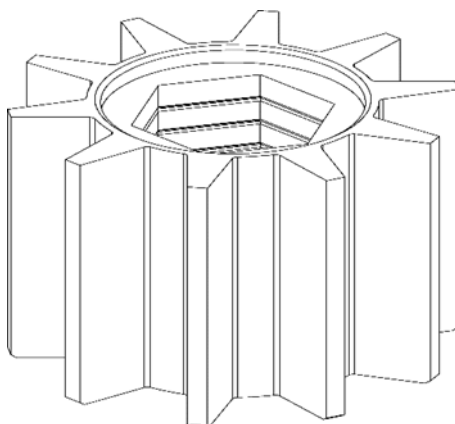
**Ключевые слова:** композитный материал, высевая катушка, сельскохозяйственная техника, запас прочности

Обеспечение продовольственной безопасности населения РФ, производство продуктов народного потребления, сырьё и материалов, привлечение прибыли в бюджет государства за счёт экспорта сельскохозяйственной продукции и формирование этим мирового признания являются задачами сельскохозяйственного производства, для выполнения которых требуется специальная техника, отличающаяся высокой надёжностью и ремонтнопригодностью. Предъявляемые требования к ремонтнопригодности и надёжности обусловлены необходимостью соблюдения агротехнических требований, нарушение которых в результате простоев техники или её некачественного состояния, приводит к потерям сельскохозяйственной продукции.

Эксплуатирование сельскохозяйственной техники требует особого подхода. Эксплуатация сельскохозяйственной техники с технической и экономической точек зрения обусловлена тяжёлыми условиями. Неравномерность нагрузок, возникновение динамических перегрузок, вызываемых при почвенной обработке, взаимодействие с кислотной и щелочной средой почв, газов и паров ферм негативно сказываются на долговечности и надёжности машин [1]. Сельскохозяйственные машины и оборудование требуют частых ремонтов и технического обслуживания с целью продления срока их полезного использования или восстановления работоспособности. В связи с этим актуальны разработки в области ремонта сельскохозяйственной техники, которые позволяют совершенствовать или заменять традиционные способы ремонта. В комплексе технологических операций процесса возделывания культурных растений большое значение имеет посев. Известно, что урожай

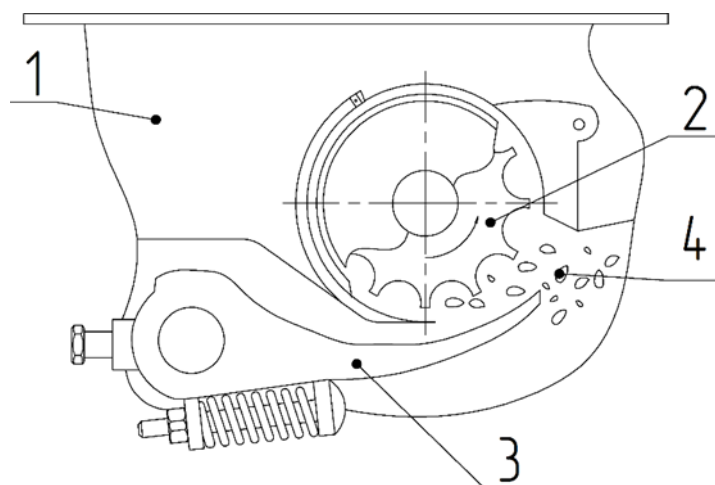
сельскохозяйственных культур на 25-30% зависит от качества посева. Основная цель посева заключается в обеспечении условий прорастания семян, и в дальнейшем развития растений, которые в основном зависят от оптимального сочетания трех факторов: водно-воздушного, воздушного и теплового [2]. Для качественного выполнения посевной операции с соблюдением агротехнических требований широко применяются сеялки — прицепные сельскохозяйственные машины, используемые для заделки семян растений в почву. Для таких машин повышенное внимание уделяется созданию оптимальной площади питания для каждого отдельного растения, одинаковой (точной) заделки семян на глубину с обеспечением контакта высеваемых семян с капиллярным слоем почвы, экономии семян (точный сев), получению более высокого урожая [3] — можно удалить для сокращения страниц. На территории РФ широкое применение нашли сеялки и посевные комплексы с катушечным высевальным аппаратом за счёт их конструктивной и технологической простоты, точного дозирования семян с возможностью изменения норм высева.

Важное место в обеспечении работы всего высевального аппарата сеялки занимают высевальные катушки — детали с равномерно распределёнными по окружности впадинами (желобами) и выступами, напоминающие шестерню (рис.1).



**Рисунок 1. Высевальная катушка**

Наличие впадин позволяет катушке накапливать и при вращении переносить посевной материал, поступающий из бункера, порциями в следующие узлы сеялки (рис.2). Перенос семян порциями необходим для соблюдения агротехнического требования по норме высева семян на единицу площади земли. Для нормального развития растений требуется обеспечить их правильное распределение по площади. Близкое расположение семян ведёт к конкурированию растений, нехватке питательных веществ, разнесенность растений усложняет последующий уход за ними, делает их менее защищенными перед вредителями, приводит к полеганию растений.



**Рисунок 2 — Высевальный аппарат: 1 — Корпус аппарата, 2 — Катушка, 3 — Клапан, 4 — Семена**

Высевающие катушки подвержены абразивному и усталостному износу и являются расходными деталями. Износ, при котором не соблюдается норма высева, приводит к неисправности катушки из-за чего она заменяется на новую или подвергается ремонту (металлические катушки). Износу подвержены впадины катушки, труднодоступные для инструмента вследствие малых размеров, что затрудняет их ремонт. Для выполнения ремонта металлических катушек требуется технически сложный инструмент и квалифицированный персонал, владеющий навыками металлообработки, что делает ремонт экономически нецелесообразным, уступая замене детали на новую. Но для производства одной новой детали требуется более сложное и капиталоемкое оборудование. В этой связи для сокращения времени и ресурсов производства, его удешевления предлагается применение 3Д печати, с использованием технически простого и дешевого оборудования и материалов. Популярен FDM метод печати с послойным нанесением композитного материала и формированием таким образом готовой детали. Метод отличается простой технологией изготовления, не требующей переналадки оборудования для производство конструктивно разных деталей. В качестве материала изготовления известны композитные материалы (PETG, ABS, PLA, TPU и др.).

Для изготовления высевающих катушек предлагается применить PETG – композит на основе полиэтилентерефталата, отличающийся среди прочих большей механической прочностью, термической и химической стойкостью к растворителям, кислотам и щелочам. PETG обладает меньшей инерционностью в сравнении с металлом и не травмирует семена, не восприимчив к коррозии.

При вращении и взаимодействии высевающей катушки с посевным материалом материал детали испытывает растяжение и изгиб. Запас прочности катушки из PETG по данным нагрузкам составляет 3000 единиц, что говорит о значительном ресурсе работы детали. Запас прочности вычислен в соответствии с формулой 1.1, суммарные напряжения по изгибу и растяжению — по формуле 1.2.

$$N = \frac{[\sigma_z]}{\sigma_z} \quad (1.1), \text{ где } [\sigma_z] - \text{допускаемые напряжения для материала}$$

$$\sigma_z = \frac{M_z}{W_x} + \frac{F_u}{A} \quad (1.2),$$

где  $\sigma_z$  – суммарные напряжения,  $M_z$  – изгибающий момент,  $F_u$  — растягивающая сила,  $A$  – площадь растягиваемого поперечного сечения. По аналогии с механической прочностью обеспечивается и износостойкость катушки.

Высевающая катушка из PETG обладает необходимым запасом прочности, износостойкостью, не нарушает работы высевающего аппарата, обладает преимуществами перед металлическими катушками, что делает её пригодной для использования в составе сеялок. Упрощенная и удешевленная технология изготовления из композитного материала (3Д печать) в сравнении с металлообработкой делает её более обоснованной и перспективной не только в ремонте сеялок, но и в производстве высевающих катушек, в том числе и в производстве прочих деталей сельскохозяйственной техники.

## Список литературы

1. Детали машин и основы конструирования / М. Н. Ерохин, А. В. Карп, Е. И. Соболев [и др.]. – Москва: Издательство КолосС, 2004. – 462 с. – (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). – ISBN 5-9532-0044-7. – EDN QKVZYN.
2. Габаев, А. Х. Катушечный высевающий аппарат зерновой сеялки и факторы, влияющие на высев заданных норм / А. Х. Габаев, В. Х. Мишхожев // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. – 2022. – № 3(37). – С. 122-129. – DOI 10.55196/2411-3492-2022-3-37-122-129. – EDN BEJJPH.
3. Черноиванов, В. И. Мировые тенденции машинно-технологического обеспечения интеллектуального сельского хозяйства / В. И. Черноиванов, А. А. Ежевский, В. Ф. Федоренко. – Москва: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2012. – 284 с. – EDN RRGWV.
4. Малыха, Е. Ф. Экономическое обоснование оптимального состава машинно-тракторного парка в растениеводстве / Е. Ф. Малыха, Ю. В. Катаев // Экономика сельского хозяйства России. – 2019. – № 3. – С. 76-80. – DOI 10.32651/193-76. – EDN ZADZMD.

## ТЕХНОЛОГИЯ ВРЕМЕННОГО УСИЛЕНИЯ КИРПИЧНЫХ СТЕН ПРИ ДЕМОНТАЖЕ ПЕРЕКРЫТИЙ

**Кокарев Дмитрий Александрович**, студент

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Санкт-Петербург, Россия  
e-mail: dmitriykokarev04@gmail.com

**Чугунов Александр Сергеевич**, научный руководитель, старший преподаватель

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Санкт-Петербург, Россия  
e-mail: spbgau.pgs@yandex.ru

**Аннотация.** Предлагаемая технология временного усиления кирпичных стен может быть использована при реконструкции, реставрации и капитальном ремонте зданий культурного наследия и ветхого жилья, где осуществляется замена «старых» перекрытий, выполненных по балочной схеме (по деревянным или металлическим балкам), на «новые» монолитные железобетонные. После демонтажа «старых» перекрытий есть риск потери устойчивости кирпичных несущих стен. Для обеспечения устойчивости кирпичных стен предлагается устройство, которое монтируется после демонтажа «старых» перекрытий и имитирует его наличие и, тем самым, обеспечивает устойчивость стен. Шаг устройств устанавливается таким, чтобы обеспечить устойчивость стен и, при этом, создать производственные условия для устройства «нового» перекрытия.

**Ключевые слова:** замена перекрытий, устойчивость кирпичных стен, временное усиление, обеспечение устойчивости стен, свободно стоящие стены

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Фонда содействия инновациям в рамках стартап-проекта №4380ГССС15-L/99432 «Технология замены перекрытий в зданиях с кирпичными стенами, обеспечивающая их устойчивость».*

В зданиях с кирпичными стенами и перекрытиями по балочной схеме перекрытия в отношении стен выполняют функцию опор, ограничивающих перемещение стены в горизонтальном направлении, то есть предотвращающими отклонение стены от вертикали.

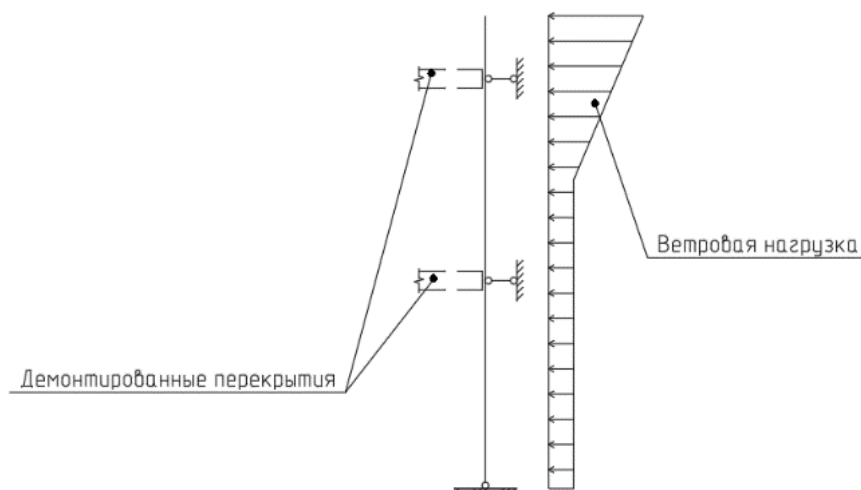
Для замены «старого» перекрытия на «новое» требуется полный демонтаж «старого» перекрытия. Отсутствие перекрытий в зданиях с кирпичными стенами приводит к изменению расчетной схемы кирпичных стен: опоры, создаваемые перекрытиями, ликвидируются. В результате ликвидации опор может наступать потеря устойчивости кирпичных стен, которые теперь будут являться свободно стоящими.

Для исключения потери устойчивости свободностоящих кирпичных стен предлагается после демонтажа «старых» перекрытий монтаж распорных устройств, устанавливаемых в плоскости демонтированного перекрытия и сохраняющих расчетную схему кирпичных стен.

Предлагаемое к разработке устройство представляет собой металлический (стальной) стержень переменной длины.

Данное устройство выполняет функцию горизонтальной связи стены, сохраняя расчетную схему стены и участвующее в восприятии горизонтальной ветровой нагрузки, приходящейся на стену (Рисунок 1). В этом случае устройство воспринимает продольную силу, которая является сжимающей.

Поскольку устройство является элементом, работающим на действие осевой силы, то в качестве профиля предлагается трубное сечение, обладающее наибольшим радиусом инерции, следовательно, обладающим наибольшей несущей способностью. Выбирается профильная квадратная труба потому, что обладает предпочтением перед круглой: для транспортирования и складирования на строительной площадке профильная труба будет позволять располагать устройства штабельным способом.



**Рисунок 1 – Расчетная схема стены**

Поскольку устройство является элементом, работающим на действие осевой силы, то в качестве профиля предлагается трубное сечение, обладающее наибольшим радиусом инерции, следовательно, обладающим наибольшей несущей способностью. Выбирается профильная квадратная труба потому, что обладает предпочтением перед круглой: для транспортирования и складирования на строительной площадке профильная труба будет позволять располагать устройства штабельным способом.

Аналогом разрабатываемого устройства является многоразовая стальная распорная система крепления ограждения глубоких котлованов [1, 2]. Многоразовая распорная система – это сборная система заводского изготовления, которая состоит из скрепляемых модульных частей, что позволяет менять длину распорки до необходимой (Рисунок 2).



**Рисунок 2 – Пример крепления ограждения глубоких котлованов многоразовой стальной распорной системой поперечного расположения**

Недостатки многоразовой распорной стальной системы являются:

1. Крепление элементов распорной системы к стальному шпунту осуществляется через продольные распределительные металлические балки, установка которых будет невозможной при креплении устройства к кирпичным стенам;
2. Соединение модульных частей распорки выполняется с помощью фланцевых соединений на болтах, что увеличивает срок и повышает трудоемкость сборки распорки.

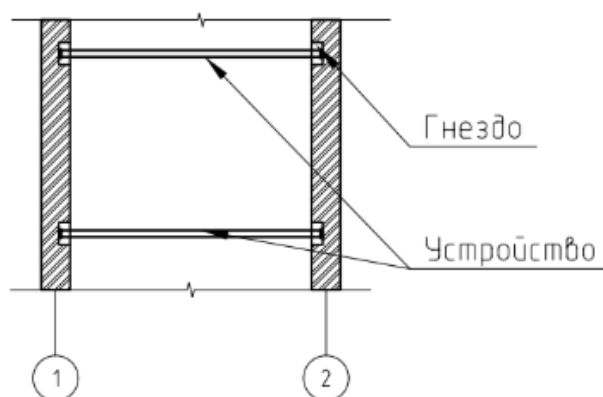
Наиболее близким по технической сущности к разрабатываемому устройству является устройство временного усиления колонн при демонтированных перекрытиях [3]. Временное усиление колонн заключается в использовании металлической конструкции временного усиления в виде металлических линейных распорок колонн, которые сохраняют расчетную схему колонн после демонтажа перекрытий и, таким образом, не допускают потерю устойчивости колонн в плоскости изгиба при разобранных перекрытиях.

Недостатки временного усиления колонн при реконструкции зданий:

1. Крепление распорки к колоннам выполняется с помощью стальных хомутов, которые будет недопустимо использовать при креплении к стенам;
2. Стальные распорки имеют неизменяемую длину, что ограничит их использование, так как в зданиях с кирпичными стенами пролет может изменяться от 1,5 м до 6 м;
3. Нет монтажных петель для строповки устройства.

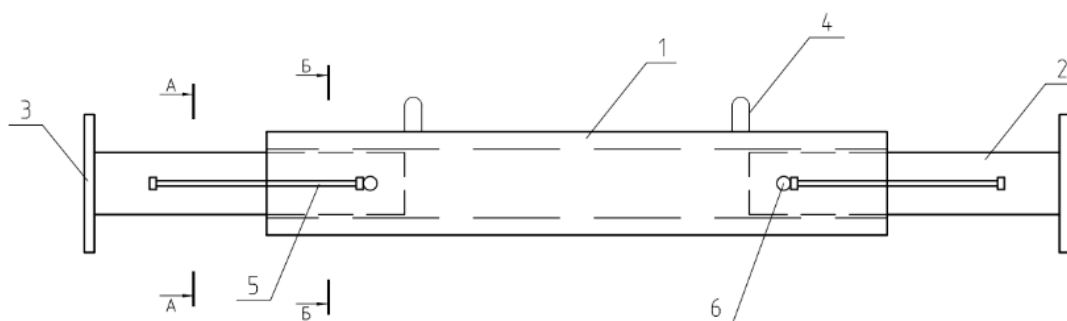
Разрабатываемое устройство для временного усиления кирпичных стен при демонтаже перекрытий, состоящее из металлической линейной распорки имеет крепление металлической распорки к стене при помощи упорных стальных пластин, части распорки соединяются между собой по средствам телескопического соединения, благодаря чему распорка имеет переменную длину, имеет две монтажные петли, необходимые для строповки устройства. Предлагаемое устройство позволяет ликвидировать недостатки, которые были у аналога и прототипа.

Разрабатываемые устройства устанавливаются последовательно после демонтажа «старого» перекрытия, закрепляя их в гнезда, которые ранее предназначались под балки перекрытия (Рисунок 3).



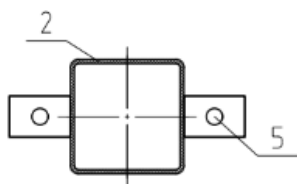
**Рисунок 3 – План расположения разрабатываемых устройств**

Устройство, предотвращающее потерю устойчивости кирпичных несущих стен, после демонтажа перекрытий (Рисунок 4) состоит из базы 1, выполненной из стальной профильной трубы с большими размерами поперечного сечения, двух подвижных частей 2, выполненных из стальных профильных труб с меньшими размерами поперечного сечения, которые соединяются с базой 1 посредством телескопического механизма.

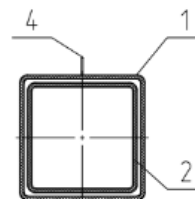


**Рисунок 4 – Общий вид разрабатываемого устройства**

Свободное перемещение подвижных частей 2 во внутренней полости базы 1 обеспечивается благодаря смазке. С торцов подвижных частей 2 крепятся угловыми сварными швами упорные стальные пластины 3 для упора в вертикальную стенку гнезда, ранее предназначенного для опирания деревянных или металлических балок старого перекрытия. Строповка при помощи двухветвевго стропа для монтажа и демонтажа устройства осуществляется за монтажные петли 4. Длина устройства должна соответствовать расстоянию между несущими кирпичными стенами с учетом заглубления ранее демонтированных деревянных балок в укрепляемые стены. Необходимая длина устройства устанавливается путем завинчивания или вывинчивания стяжных/растяжных винтов 5, которым сообщается крутящий момент через механизм передачи крутящего момента 6 под углом  $90^{\circ}$  в виде червячно-зубчатой передачи. Сечения устройства А-А и Б-Б соответственно представлены на Рисунке 5 и Рисунке 6.



**Рисунок 5 – Сечение устройства А-А**



**Рисунок 6 – Сечение устройства Б-Б**

После выполнения работ по устройству «нового» перекрытия устройства временного усиления кирпичных стен демонтируются.

#### **Список литературы**

1. Кашкаров, С.Н. Обзор распорных систем крепления ограждения глубоких котлованов / С.Н. Кашкаров // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. – 2019. – Т. 1. – С. 77 – 82.
2. Сухоловский, Е. А. Исследование устройства ограждения котлована при открытом способе строительства тоннеля / Е. А. Сухоловский, С. А. Кудрявцев // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. – 2014. – Т. 1. – С. 151-155.
3. Броневицкий, А.П. Временное усиление конструкций при реконструкции зданий / А.П. Броневицкий // Наука и техника. 2017. Т. 16, № 2. С. 137 – 143.

**УДК 620.1**

### **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ТВЕРДОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Маслов Егор Викторович**, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: egorka.m.04@mail.ru

**Худяков Матвей Васильевич**, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: hudyakov.matvei@yandex.ru

**Романченко Наталья Митрофановна**, научный руководитель, кандидат технических наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: girenkov@mail.ru

**Аннотация.** Твердость является одним из важных механических свойств конструкционных материалов. Ее измерение можно проводить статическими и механическими методами. В статье проводится анализ существующих методов измерения твердости, описываются их преимущества и недостатки.

**Ключевые слова:** механические свойства, конструкционные материалы, измерение твердости

Твёрдость является одним из важнейших механических свойств конструкционных материалов, которое необходимо учитывать при конструировании машин и механизмов.

Твердостью называют свойство металла оказывать сопротивление проникновению в него другого более твердого тела (индентора), не испытывающего при этом пластической деформации [6].

В настоящее время измерение твердости является популярным методом изучения механических свойств, так как проводится достаточно просто и быстро, и образец при испытании не разрушается, что происходит, например, при измерении прочностных характеристик.

При изучении дисциплины «Материаловедение. Технология конструкционных материалов» студенты инженерных специальностей Красноярского ГАУ проводят измерение твердости черных и цветных сплавов различными методами, которые по наиболее популярной в учебной литературе классификации можно разделить на две группы – статические и динамические методы.

Целью настоящей работы является анализ преимуществ и недостатков различных методов измерения твердости, используемых при исследовании конструкционных материалов.

В работе использовались методы научного исследования: анализ научной и учебной литературы; измерения свойства материала на лабораторном оборудовании.

Статические методы различаются как формой индентора, так и измеряемым параметром отпечатка, по которому и судят о величине твердости. Наиболее популярными методами являются:

1. Метод Бринелля, в котором в качестве индентора используются стальные шарики разного диаметра (берущиеся в зависимости от качества и толщины испытуемого образца), которые под нагрузкой от 2500 до 3000 Н внедряются в поверхность материала [1]. О твердости судят по величине диаметра отпечатка, который представляет собой шаровой сегмент.

Большим преимуществом метода является то, что, измерив твердость, можно по приближительным формулам рассчитать и прочность материала. Так, например, [6]:

для кованой и катаной стали  $\sigma_s = 0,36 \text{ НВ}$  [10],

для алюминиевых сплавов:  $\sigma_s = 0,38 \text{ НВ}$ .

где  $\sigma_s$  – прочность металлов на растяжение, МПа;

НВ – число твердости по Бринеллю, МПа.

Однако стоит отметить и недостатки метода, в первую очередь то, что невозможно исследование твердых, например, закаленных сталей с твердостью более 450 НВ, что приводит к деформации индентора.

2. Для исследования твердых металлов и тонких твердых покрытий используется метод Виккерса, в котором в качестве индентора используется алмазная пирамида [3], нагрузка на которую может составлять от 10 Н до 1000 Н.

3. Метод Роквелла является более предпочтительным в смысле разнообразия исследуемых материалов [2]. К тому же к чистоте поверхности не предъявляют таких высоких требований по сравнению с методами Бринелля и Виккерса.

С другой стороны, точность метода Роквелла ниже, чем методы Бринелля и Виккерса.

В качестве индентора могут быть применены либо алмазный конус, либо шарик малого размера из карбида вольфрама, либо закаленной инструментальной стали (в зависимости от выбранной шкалы на приборе) (таблица 1).

**Таблица 1 – Сведения о шкалах твердомера Роквелла**

| Шкала | Обозначение твердости | Индентор | Нагрузка, Н | Исследуемые материалы                                                                  |
|-------|-----------------------|----------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| A     | HRA                   | Конус    | 600         | 1. Твердые сплавы<br>2. Покрытия (химико-термическая обработка, поверхностная закалка) |
| B     | HRB                   | Шарик    | 1000        | 1. Цветные металлы и их сплавы<br>2. Стали после отжига и нормализации                 |
| C     | HRC                   | Конус    | 1500        | Стали после закалки и низкого отпуска                                                  |

О твердости же судят по глубине отпечатка. На поверхности после исследования остаются едва заметные следы от внедрения инденторов.

4. Для измерения небольших образцов или структурных составляющих сплавов применяется метод измерения микротвердости, при использовании которого алмазная пирамида вдавливаются с небольшими нагрузками на глубину нескольких микрометров [4].

В динамических методах измерения твердости оценивают расход кинетической энергии индентора и определяют твердость материала при ударе индентором разной формы поверхности измеряемого образца (таблица 2) [5].

**Таблица 2 – Динамические методы измерения твердости [5]**

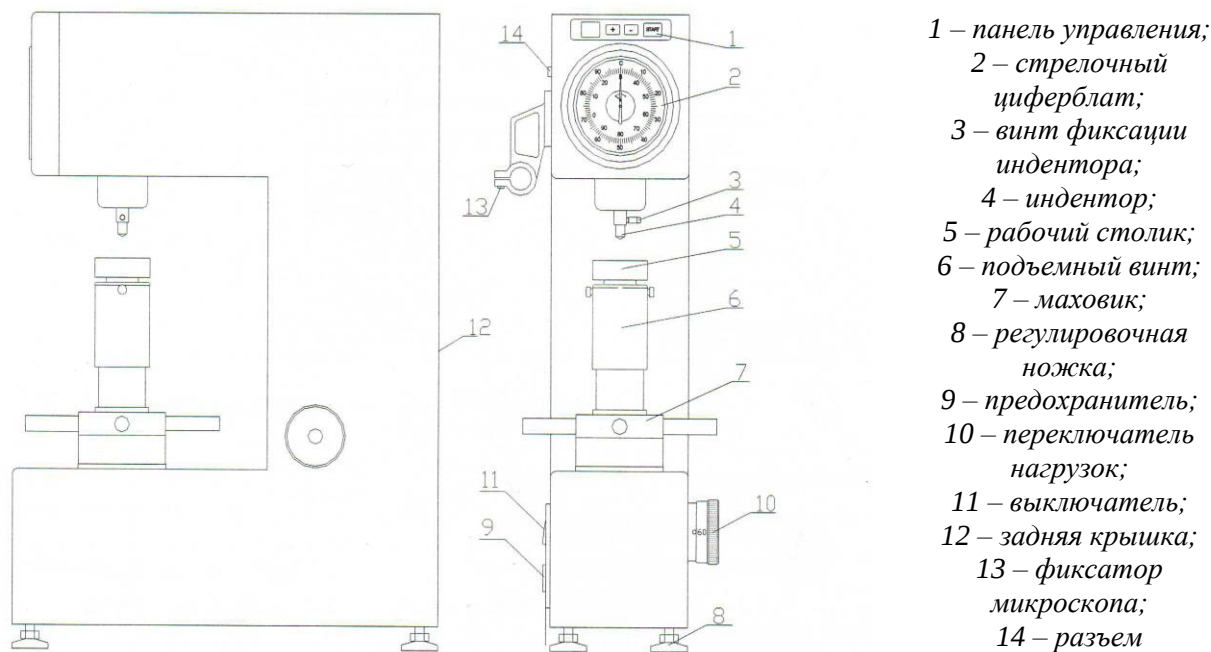
| Автор          | Характеристика метода                                                                                       |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Мартель        | Удар бойком в виде пирамид                                                                                  |
| Николаев       | Удар бойка по сфере, прижатой к изделию (НВ)                                                                |
| Шоппер, Бауман | Удар шариком с помощью сжатой пружины (НВ)                                                                  |
| Польди         | Между испытываемой поверхностью и эталонным образцом помещают шарик, по которому наносят удар молотком (НР) |
| Вальцель       | Удар шариком, укрепленным на маятниковом копре                                                              |
| Шор (1906 г.)  | Метод отскока бойка, падающего с определенной высоты (HSD), с использованием сферических инденторов         |
| Кузнецов       | Твердость измеряют по времени затухания колебаний маятника, опирающегося двумя наконечниками на образец     |
| Лейб (Либ)     | Метод упругого отскока бойка, при котором измеряется соотношение скоростей бойка до и после удара (НЛ)      |

При использовании динамических методов оценивается значение твердости в зависимости от других физических свойств. При этом происходит упругая, а не пластическая деформация поверхности образца, как это бывает при статических измерениях.

Популярным методом измерения твердости минералов остается метод Мооса, при использовании которого на исследуемую поверхность наносятся царапины эталонными образцами, что позволяет качественно оценить твердость материалов. Сведения о твердости руд, огнеупорных материалов, флюсов представлены именно по шкале Мооса [7].

В лабораторной инженерной практике наибольшее распространение получили статические методы испытаний.

Современные твердомеры сочетают в себе несколько статических методов, чаще всего Бринелля, Роквелла и Виккерса. На рис. 1 представлена схема универсального твердомера HBRV-187,5 5 производства Beijing Time High Technology Ltd, а на рис. 2 общий вид прибора.



**Рисунок 1 – Схема универсального твердомера HBRV-187,5:**

Несмотря на популярность статических методов измерения твердости, их применение ограничено необходимостью соблюдения требований обязательной чистоты поверхности,

максимальной толщины образца или детали (для универсального твердомера HBRV-187,5 она составляет 45 мм), строгой перпендикулярности исследуемой поверхности оси движения индентора.

Последнее требование часто является невыполнимым при исследовании твердости не образцов, а реальных деталей сельскохозяйственной техники [8]. Для проведения таких исследований, позволяющих не разрушать детали, необходимо использование современных портативных ультразвуковых твердомеров.



**Рисунок 2 – Общий вид универсального твердомера HBRV-187,5**

#### **Список литературы**

1. ГОСТ 9012–59 «Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Бринеллю». – Текст электронный // URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200004695> (дата обращения: 24.01.2025)
2. ГОСТ 9013–59 «Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Роквеллу». – Текст электронный // URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200004663> (дата обращения: 27.01.2025)
3. ГОСТ 2999–75 «Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Виккерсу». – Текст электронный // URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200004651> (дата обращения: 27.01.2025)
4. ГОСТ 9450–76 «Измерение микротвердости вдавливанием алмазных наконечников». – Текст электронный // URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200012869> (дата обращения: 27.01.2025)
5. Орешко Е.И., Уткин Д.А., Ерасов В.С., Ляхов А.А. Методы измерения твердости материалов // Труды ВИАМ. – 2020, № 1
6. Романченко, Н.М. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Часть I. Материаловедение [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н.М. Романченко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2019. – 329 с.
7. Романченко, Н.М. Материалы и технологии в машиностроении: учеб. пособие / Н.М. Романченко; Красноярский гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2018. – 351 с.
8. Худяков М.В., Маслов Е.В. Изменение механических и эксплуатационных свойств материалов рабочих органов почвообрабатывающих машин в процессе их эксплуатации и хранения // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России: Материалы V международной научной конференции, Красноярск. 21 ноября 2024 года. – Красноярск: – Красноярский государственный аграрный, 2025, с. 303-306

## ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ ДВС

**Мауль Игорь Игоревич**, студент

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия  
e-mail: 21022007igor@gmail.com

**Агафонова Екатерина Васильевна**, научный руководитель

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия  
e-mail: ekateri79@mail.ru

**Возженникова Татьяна Викторина**, научный руководитель

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия  
e-mail: tatiana\_22-86@mail.ru

**Аннотация.** Детали современных ДВС изготавливаются из труднообрабатываемых материалов, что приводит к увеличению их стоимости. Применение аддитивных технологий позволяет получать сложные с высокой точностью детали ДВС, внедряется компьютерное моделирование процессов изготовления отливок. При производстве деталей ДВС с использованием аддитивных технологий учитываются различные факторы, влияющие на механические свойства и качество. В статье описываются методы аддитивных технологий, применяемые при изготовлении деталей современных ДВС. их сравнительные характеристики, преимущества и недостатки

**Ключевые слова:** аддитивные технологии, детали ДВС, 3D-печать, микроструктура, механические свойства

Современные автомобили и трактора оснащены высокотехнологичными двигателями внутреннего сгорания (ДВС), к которым предъявляются высокие требования по мощности, экономичности и экологичности [1]. Особенностью производства ДВС является изготовление деталей из труднообрабатываемых материалов, что приводит к увеличению их стоимости. При изготовлении деталей ДВС традиционными методами, такими, как обработка давлением и литье, требуется проектирование сложной и дорогостоящей оснастки, на что уходит много времени. В современном производстве фактор времени при изготовлении деталей играет как правило ключевую роль, поэтому внедряются более перспективные технологии производства деталей. Такими являются аддитивные технологии, так называемые «технологиями 3D-печати», они основаны на изготовлении конечного изделия с использованием метода послойного добавления материала [2]. Особенность аддитивных технологий при производстве деталей ДВС состоит в технологии изготовления сложных и уникальных деталей из металлических порошков с высокой точностью, что позволяет уменьшать толщину стенок элементов для снижения веса деталей двигателя, создавать особые структуры материала, а также контролировать физико-механические свойства. Например, за счет применения аддитивных технологий при выпуске головок блоков цилиндров удалось решить задачу увеличения мощности двигателя. Головки, которые получены на 3D принтере, обладают меньшим весом, лучшей формой, а также эффективными каналами охлаждающей системы [3].

Детальками, полученными с применением аддитивных технологий, являются визуальные модели или маркеры будущих изделий, изготовление оснастки, моделей для литья и вставок в пресс-формы, функциональные прототипы и готовые изделия [4]. В современном производстве деталей ДВС ожидается рост применения аддитивных технологий при изготовлении прототипов специализированных деталей и мелкосерийных компонентов ДВС. Исследования, направленные на применение новых материалов и совершенствование технологических процессов, дадут более широкое применение аддитивных технологий в массовом производстве деталей ДВС.

При изготовлении деталей ДВС с использованием аддитивных технологий следует учитывать: оптимальную ориентацию детали в пространстве, которая влияет на прочность, шероховатость поверхности и время печати; необходимо крепление, которое предотвратит деформацию во время печати; оптимальную толщину стенок, которые не должны быть слишком тонкими, что может привести к недостаточной прочности, и в тоже время слишком толстыми, это даст больший расход материала и увеличение времени печати; при проектировании нужно учитывать микроструктуру материала, которая влияет на распределение напряжений.

На прочность и качество деталей ДВС изготовленных с использованием аддитивных технологий влияют различные факторы. Например, порошки, применяемые для изготовления деталей

ДВС такой технологией, должны иметь определенный гранулометрический состав и химическую чистоту. На процесс 3D-печати также влияют скорость печати, мощность лазера, температура от которых зависит микроструктура и механические свойства деталей ДВС. Для достижения необходимых механических свойств деталей ДВС изготовленных с использованием аддитивных технологий требуется термическая обработка и другие виды последующей обработки. В то же время необходимо тщательно контролировать качество процесса изготовления на всех этапах производства, это будет способствовать получению минимального количества браков.

Изготовления литейных форм и отливок для деталей ДВС с использованием аддитивных технологий, позволяет внедрять компьютерного моделирования процессов изготовления отливок, в результате получаются все более и более сложной формы, используя достаточно большую номенклатуру сплавов, а также сокращаются затраты на отладку технологии, заменяя натурный эксперимент вычислительным [5].

Основами методами аддитивных технологий при изготовлении деталей ДВС являются селективное лазерное плавление (SLM), селективное лазерное спекание (SLS), электронно-лучевое плавление (EBM).

Метод SLM основан на использовании лазерного луча для плавления порошка и последующего нанесения слоев для создания деталей, это позволяет получать высокую точность и плотность, что очень важно для высоконагруженных деталей, например, лопаток турбин или поршней. Также возможно создавать сложные внутренние структуры для оптимизации теплоотвода и снижения массы, что важно для современных ДВС. Одним из преимуществ SLM по сравнению с традиционными методами производства является изготовления деталей, которые трудно или невозможно получить с использованием других методов. SLM позволяет создавать детали из различных металлов и сплавов, включая титан, нержавеющую сталь, алюминий и другие. Недостатком метода SLM является медленный и дорогой процесс особенно для больших и сложных деталей, требующий высококвалифицированного персонала. Также качество поверхности имеет большую шероховатость и требует последующей обработки для достижения требуемой точности.

Метод SLS позволяет создавать трехмерные объекты из порошковых материалов, таких как пластик или металл, лазерный луч спекает порошок с последующим нанесением слоев для формирования деталей. Он позволяет создавать детали с высокой степенью сложности и точности, что особенно важно при изготовлении прототипов и функциональных деталей из порошковых металлов. Метод SLS позволяет применять при изготовлении деталей ДВС такие материалы пластик, металл и керамику, что делает технологию универсальной. Он более производителен и дешевле по сравнению с методом SLM, но плотность получаемых деталей несколько ниже.

Метод EBM использует электронный луч, который имеет более высокую энергию и может обеспечивать более высокую скорость плавления. Процесс EBM начинается с подготовки цифровой модели детали, которая затем разбивается на тонкие горизонтальные слои. Далее электронный луч сканирует порошковый материал, нанесенный на поверхность, и плавит его, создавая слой предмета. После охлаждения и затвердевания плавленого материала формируется слой предмета. Затем процесс повторяется, пока все слои не будут созданы и предмет полностью не сформируется. EBM используется для производства деталей ДВС из высокопрочных материалов, таких как титан, нержавеющая сталь, алюминий и никелевые сплавы, при этом обеспечиваются высокие механические свойства и плотность. Основным недостатком является высокая стоимость метода, требующего использования вакуумной камеры.

Таким образом, применение аддитивных технологий при изготовлении деталей ДВС является перспективным направлением, позволяющим применять различные современные материалы, дающие улучшенные характеристики современных ДВС. А в мелкосерийном и индивидуальном производстве применение аддитивных технологий при производстве деталей ДВС позволит повысить экономическую эффективность.

### Список литературы

1. Исследование отказов двигателей внутреннего сгорания вызванные "гидроударом" / А. А. Малышко, Р. В. Конореев, Т. В. Возженникова [и др.] // Состояние и инновации технического сервиса машин и оборудования : Материалы X региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной памяти доцента М.А. Анфиногенова, Новосибирск, 12–13 ноября 2018 года. – Новосибирск: Новосибирский государственный аграрный университет, 2018. – С. 175-177. – EDN YPKEWL.

2. Лыков, Д. В. Перспективы применения аддитивных технологий в производстве блоков цилиндров ДВС / Д. В. Лыков // Перспективы развития информационных систем и технологий в современном обществе: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Орёл, 31 мая 2024 года. – Орёл: Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, 2024. – С. 209-214. – EDN PRCDDD.

3. Комаров, М. Современные технологии изготовления цилиндров ДВС / М. Комаров, Е. В. Агафонова, Т. В. Возженникова // Состояние и инновации технического сервиса конструкций, машин и оборудования : Материалы XVI международной научно-практической конференции, посвященной 80-ти летию Инженерного института, Новосибирск, 13–15 ноября 2024 года. – Новосибирск: ИЦ НГАУ "Золотой колос", 2024. – С. 41-44. – EDN PSLOGO.

4. Легасова, К. К. Перспективы и ограничения 3D - печати в машиностроении / К. К. Легасова // Проблемы современной науки и её прикладные аспекты: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Чистополь, 20 мая 2020 года. – Чистополь: Общество с ограниченной ответственностью "КОНВЕРТ", 2020. – С. 10-13. – EDN OSYRDQ.

5. Колганов, К. А. Разработка технологии изготовления деталей/компонентов двигателя внутреннего сгорания с применением аддитивных методов производства / К. А. Колганов, И. В. Микрюков, А. С. Марков // Силовое и энергетическое оборудование. Автономные системы. – 2019. – Т. 2, № 3. – С. 166-184. – DOI 10.32464/2618-8716-2019-2-3-166-184. – EDN KVKCZB.

УДК 62-768

## **ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ АНТИКОРРОЗИОННЫХ ЛЕТУЧИХ ИНГИБИТОРОВ В КАЧЕСТВЕ ОДНОГО ИЗ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ ПРИ ХРАНЕНИИ ТЕХНИКИ**

**Муравьев Олег Владиславович**, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: CondaricanEmpireum@yandex.ru

**Медведев Михаил Сергеевич**, научный руководитель, кандидат технических наук

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: misha\_08\_80@mail.ru

**Аннотация:** В статье авторы обосновывают эффективность применения защитных плёнок, на основе пластических материалов, которые способствуют сохранению металлических деталей сельскохозяйственной техники от коррозии. Новизна заключается в применении полимерной пленки в сочетании с летучими ингибиторами, заключенными в пузырьковом покрытии. Так как покрытие состоит из множества небольших контейнеров ингибиторный состав будет разделен на небольшие порции. Под действием внешних сил отдельные контейнеры будут разрушаться постепенно, высвобождая летучие ингибиторы и тем самым защищая технику от пагубного воздействия коррозии.  
**Ключевые слова:** сельскохозяйственная техника, защита, покрытия из пластика, летучие ингибиторы, порция, надежность, коррозия

В отрасли сельского хозяйства, как и в любой другой отрасли, связанной с эксплуатацией технических средств, существует проблема, связанная с разрушением материала, из которого изготовлена эта техника и другие средства производства, начиная от станков и деталей машин, заканчивая транспортным парком в любой отрасли, а именно АПК, ВПК и т.д. Одной из причин разрушения материала, является агрессивное воздействие внешней среды и возникновение в следствии такого воздействия, коррозионных процессов[1].

В рамках данной статьи, было решено исследовать эффективность применения покрытий для защиты сельскохозяйственной техники в сочетании с летучими ингибиторами, в период её хранения при отсутствии сельскохозяйственных работ в связи с их сезонностью.

Целью исследования, стал анализ эффективности покрытий, как защитного материала. Проанализировав существующие методы защиты от коррозии, были сделаны следующие выводы о популярности методов:

- лакокрасочные покрытия - 39,5 %;
- коррозионностойкие материалы - 20,5 %;
- металлические покрытия - 15,6 %;
- электрохимическая защита - 11,3 %;
- ингибиторы - 8,6 %;
- конструктивная приспособленность - 4,5 %.

Все эти методы имеют как свои преимущества, так и недостатки [2]. Например, коррозионностойкие материалы, используемые для защиты металла от воздействия негативных факторов окружающей среды, часто не могут обеспечить этой защиты из-за ряда причин. В первую очередь происходит разрушение монолитности таких покрытий из-за перепадов температур в осенний и весенний периоды. А так как сельскохозяйственную технику ставят на хранение в основном на три времени года, либо осень, зима и весна или весна лето зима, то по статистике получается, что половину срока защитные покрытия уже не могут обеспечить надежную защиту металла.

Лакокрасочные покрытия достаточно надежно защищают металлические детали от коррозии, но необходимо соблюдение технологических требований, а, следовательно, нужны специалисты, дорогостоящее оборудование и расходные материалы [3]. Даже незначительное отступление от технологических требований может привести к возникновению коррозионных процессов под лакокрасочным покрытием.

Покрытие металлами, которые не подвержены коррозионным процессам наиболее эффективный способ защиты от коррозии, но и самый дорогой. Зачастую проще приобрести новую технику чем покрывать ее такими материалами. В данном случае дорогими оказываются и сами коррозионностойкие металлы, и технологии их нанесения.

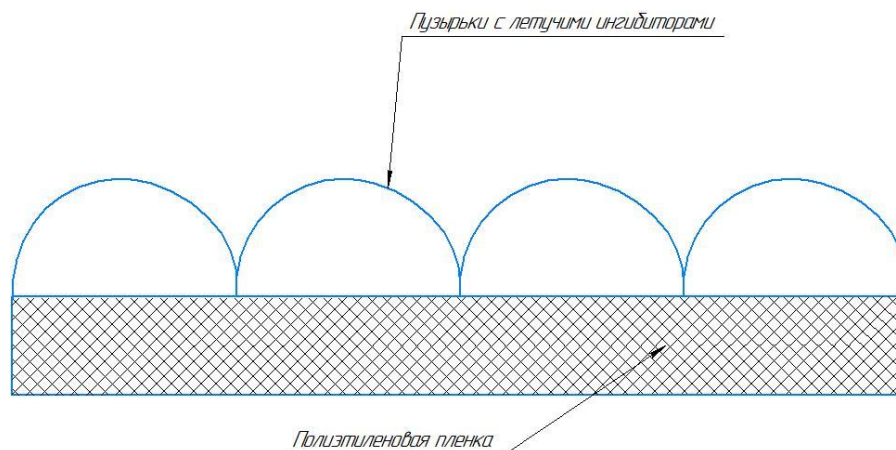
Электрохимическая защита применяется в основном как способ прекращения коррозионных процессов на уже поврежденной ржавчиной металлической поверхности. Кроме этого, данный способ может быть небезопасен для работников и достаточно сложный в технологическом плане.

Применение ингибиторов также имеет ряд недостатков, нанесение ингибиторов в составе защитных покрытий недостаточно эффективно так как большая часть ингибиторов не участвует в процессе из-за отсутствия контакта с металлом. Летучие ингибиторы быстро теряют свои свойства из-за того, что покидают защищаемое пространство с движущимся воздухом.

Конструктивная приспособленность мало используется на стадии эксплуатации так как внесение конструктивных изменений в транспортные средства запрещаются по законодательству. Кроме этого, требуются значительные денежные средства для переоборудования сельскохозяйственной техники или возведения различных защитных сооружений.

Предлагаемый нами метод защиты от коррозии, является комбинированным, поскольку использует в себе покрытие в виде плёнки и летучих ингибиторов коррозии. Данная особенность, позволяет вобрать в себя некоторые плюсы уже известных методов защиты от коррозии.

В качестве защитного материала предлагается использование упаковочной пузырьковой пленки в пузырьках которой размещен не воздух, а летучие противокоррозионные ингибиторы, схема предлагаемого покрытия представлена на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Защитное покрытие из упаковочной пузырьковой пленки**

Использование в качестве защитного покрытия упаковочной пузырьковой пленки защитит технику от воздействия негативных факторов окружающей среды и позволит не допустить попадания влаги на поверхность хранящейся техники, предотвратит попадание солнечной радиации и элементов способствующих возникновению коррозионных процессов, содержащихся в воздушной атмосфере. Летучие ингибиторы, которые находятся в пузырьках пленки будут под действием внешних сил постепенно высвобождаться тем самым способствуя образованию антикоррозионной среды внутри пространства, закрытого пленкой.

Разрушение оболочки пузырьков будет происходить под весом растущего снежного покрова в зимний период. При чем в момент весенний оттепели масса снежного покрова значительно увеличиваясь будет способствовать разрушению большего количества пузырьков, тем самым восстанавливая защитную среду, состоящую из летучих ингибиторов, способствующих защите хранящейся техники от коррозии. Даже при очистке хранящейся техники от снега работник будет способствовать распространению летучих ингибиторов повреждая пузырьки с ингибиторами.

Применение данной технологии поможет более качественно хранить сельскохозяйственную технику на открытых площадках и увеличить надежность машинно-тракторного парка в период эксплуатации, так как коррозия может выводить из строя важные внутренние агрегаты и детали, повреждения которых на этапе ввода в эксплуатацию после хранения обнаружить не всегда удается.

### Список литературы

1. Юферов С.С. Совершенствование способов хранения техники для предприятий сельскохозяйственного назначения [Текст] / С.С. Юферов, М.С. Медведев // Международный научно-практический журнал Эпоха науки №29. - Ачинск: Ачинский филиал Красноярского ГАУ, 2022. - С. 52-56.
2. Торопынин С.И. Нанесение защитных покрытий по коррозированным поверхностям деталей машин [Текст] / С.И. Торопынин, М.С. Медведев, // Вестник Красноярского государственного аграрного университета № 4. – Красноярск: КрасГАУ, 2004. – С. 138-141.
3. Торопынин С.И. Обоснование оптимальных способов и разработка технологии восстановления изношенных поверхностей деталей [Текст]: учебное пособие / Торопынин С.И., Медведев М.С., Терских С.А. – Красноярск: Красноярский ГАУ, 2013. – 116 с.

УДК 631.22

## ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ

**Николенко Дарья Николаевна**, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: veles0314@gmail.com

**Филимонов Константин Владимирович**, научный руководитель, кандидат технических наук  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: filimonkonst@mail.ru

**Аннотация.** Выполнен анализ возможности использования изделий из композиционных материалов в агропромышленном комплексе страны. Рассмотрены примеры, показывающие преимущества и актуальность применения композиционных материалов на животноводческих фермах.

**Ключевые слова:** агропромышленный комплекс, модернизация, композиционные материалы, инфраструктура, оборудование

Анализ изменений в «Государственной программе развития сельского хозяйства», утверждённых Постановлением Правительства Российской Федерации от 25.12.2024 № 1893) [1] показал, что на сегодняшний день приоритетами государственной поддержки являются несколько направлений:

- развитие отраслей и техническая модернизация агропромышленного комплекса,
- экспорт продукции агропромышленного комплекса;

- стимулирование инвестиционной деятельности в агропромышленном комплексе;
- развитие сельского туризма;
- развитие отраслей овощеводства и картофелеводства.

Обзор научных публикаций за последние 2 – 3 года, связанных с улучшением качества продукции сельскохозяйственных предприятий, позволил сделать вывод, что необходим упор на модернизацию сельскохозяйственной техники и оборудования, внедрение автоматизации в рабочие процессы переработки мясомолочной продукции, а также укрепление кормовой базы мясомолочного скотоводства. Перечисленные аспекты безусловно определяют развитие фермерского хозяйства страны, однако факты снижения срока службы производственных помещений животноводческих предприятий и оборудования, подвергающихся специфическим агрессивным воздействиям, раскрыты недостаточно.

Для животноводческих зданий, сооружений, оборудования ферм типичны материалы: оцинкованные, чёрные стали с различными лакокрасочными покрытиями и без покрытий, бетон и железобетон, дерево без пропиток и с пропиткой от биопоражений, УФ-излучения и атмосферных воздействий. Нержавеющие стали чрезмерно дороги, полимерные покрытия, разнообразные защищающие пропитки в условиях постоянного воздействия агрессивной среды недолговечны – не обеспечивают надлежащего срока службы изделий. Использование «простых» материалов приводит к быстрой амортизации, частым ремонтам и заменам, из-за биологической коррозии, когда почвенные удобрения, естественные отходы жизнедеятельности животных представляют собой среду, богатую микроорганизмами, способными разрушать и окислять металлы. Балансирование на грани стоимость-долговечность методом проб и ошибок само по себе является затратным.

Какие же материалы устойчивее к коррозии, долговечнее, экологичнее и при этом дешевле? Ответ прост – это композиционные материалы, которые мало распространены в сельском хозяйстве России по разным причинам, основные из них:

- отсутствие отечественных разработок;
- отсутствие сырья и компонентов;
- недостаточное импортозамещение технологий;
- отсутствие устойчивого рынка сбыта.

Причиной неустойчивости рынка сбыта является незнание ассортимента и характеристик материалов и производимой из них продукции. Рассмотрим некоторых крупных Российских производителей, которые успешно применяют композиционные материалы в своих проектах:

1. Производитель АО «Флотенк»: изделие «Композитный настил» (рис.1). Настил имеет конфигурацию, аналогичную металлическим (стальным, алюминиевым) настилам. Композитные настилы могут использоваться в агрессивных средах, они не боятся коррозии, перепадов температур и ультрафиолетовых лучей. Панели можно самостоятельно демонтировать и менять их конфигурацию, путём фасонного распила. [2]



*Рисунок 1 – Композитный настил*

2. Производитель «Альфакомпозит»: изделие «Композитная арматура» (рис. 2). Это высокопрочный коррозионностойкий продукт. В отличие от металлических аналогов достаточно устойчива к агрессивному воздействию кислот, щелочей, углекислых и сернистых газов.



*Рисунок 2 – Композитная арматура*

3. Производитель АО «Флотенк»: изделие «Пултрузионные композитные профили» (рис. 3). Профили характеризуются универсальным использованием и широким спектром применения. Обеспечивают лёгкость в сборке любых конфигураций, не восприимчивы к воздействию температуры и влаги [3].



*Рисунок 3 – Пултрузионные композитные профили*

Приведённые примеры – наиболее актуальные виды композитных изделий, для применения при проектировании и строительстве животноводческих зданий и сооружений. Основные преимущества композитных материалов приведены в таблице 1.

*Таблица – Основные преимущества композитных материалов*

| <b>Композитные материалы</b>                                                                                                                                   | <b>Традиционные железосодержащие материалы</b>                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лучшее соотношение прочности к массе. Прочный и легкий композит прост в изъятии из конструкции, допускает многократные динамические воздействия без деформации | Большая масса и недостаток прочности, что усложняет монтаж. Легко деформируются от ударных воздействий |
| Простой монтаж и установка, не требует                                                                                                                         | Сложность обработки и монтажа: требуют                                                                 |

|                                                                                            |                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| шлифовки, тяжёлого оборудования и специальных инструментов при монтаже                     | обработки краёв, окраски и наличия спецтехники при сборке                         |
| Не требуют дорогостоящего обслуживания, можно мыть водой, устойчивы к коррозии, выцветанию | Требуют регулярного обслуживания, специальной очистки и быстро теряют внешний вид |
| Устойчивость к коррозии и огню                                                             | Подвержены коррозии                                                               |
| Не проводят электричество, не магнитятся и не могут создать искру                          | Проводят электричество, магнитятся и могут создать искру                          |

#### **Выводы:**

1. Развитие животноводства чрезвычайно важно для страны, однако аспекты быстрой амортизации основных производственных средств под воздействием специфических коррозионных сред изучены недостаточно.
2. Дороговизна строительных материалов вынуждает к экономическим компромиссам и влечёт дальнейший рост себестоимости продукции сельского хозяйства.
3. Несмотря на активные разработки новых материалов, попытки их внедрения в сельскохозяйственное строительство тормозятся некомпетентностью инженерного персонала в области современного материаловедения и строительных технологий.
4. Увеличение ассортимента изделий из композитных материалов для строительства животноводческих зданий и сооружений позволит снизить издержки и повысить эффективность сельского хозяйства.

#### **Список литературы**

1. Документы – Правительство России. Государственная программа развития сельского хозяйства. Текст: электронный // URL: <http://government.ru/docs/all/83508/> (дата обращения 19.02.25)
2. Завод изготовитель «Flotenk». Композитный настил. Текст электронный // URL: <https://flotenk.ru/products/profil-i-konstruktsii/nastily/> (дата обращения 15.02.25)
3. Завод изготовитель «Alfakompozit». Пултрузионные композитные профили. Текст электронный // URL: <https://alfakompozit.ru/products/pultruzionnye-profil-i> (дата обращения 18.02.25)
4. Долбаненко, В. М. Машины и оборудование в кормопроизводстве: учебное пособие / В.М. Долбаненко, С.А. Терских. — Москва: ИНФРА-М, 2025. — 203 с.

**УДК 62-621.3**

### **РЕТРОФИТ ЯЧЕЕК КРУ 10(6) кВ**

**Павлова Дарья Андреевна**, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: [dashapav46@gmail.com](mailto:dashapav46@gmail.com)

**Чебодаев Александр Валериевич**, научный руководитель, кандидат технических наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: [ale-chebodaev@yandex.ru](mailto:ale-chebodaev@yandex.ru)

**Аннотация:** Рассмотрены мероприятия, позволяющие в короткие сроки, при минимальном капитальном вложении провести реконструкцию или модернизацию энергетических объектов.

**Ключевые слова:** выключатель, ретрофит, масляные выключатели, вакуумные выключатели, КРУ, модернизация

В настоящее время в сфере распределения электроэнергии, как на территории нашей страны, так и во всем мире, используются распределительные устройства промышленного производства которых началось в середине прошлого века, их конструкция построена вокруг существующих выключателей, преимущественно масляных. По мере появления новых типов и номиналов выключателей конструктив РУ претерпевал изменения. Все эти достижения прошлого века до сих пор находятся в эксплуатации. Если посмотреть на состояние элементов РУ, то можно заметить, что

оболочка (металлический корпус) находится в хорошем состоянии, а вот работоспособность выключателей зависит от многих факторов и в первую очередь от соблюдения регламентов обслуживания и ремонтов. Фактически их возраст перевалил за нормативный срок службы и таких выключателей в эксплуатации составляет примерно половину от общего парка.

Согласно данным ПАО «Россети», степень износа сетевых активов в России превышает 70% и продолжает увеличиваться с каждым годом [1]. Этот факт подчеркивает необходимость обновления инфраструктуры для повышения надежности и эффективности энергетических систем. В результате этого, процесс модернизации сетей становится не только актуальным, но и критически важным для обеспечения стабильного и бесперебойного функционирования энергетической сети. Это требует комплексного подхода, включающего как технические обновления, так и внедрение новых технологий и систем управления.

Ретрофит – это модернизация, предусматривающая добавление новой технологии или её свойств к более старой системе. Иными словами, это реконструкция электроустановки, проводимая с целью увеличения ее ресурса, повышения безопасности, надежности, упрощения эксплуатации и техобслуживания и повышения класса защиты [2].

Ретрофит существует на рынке около 30 лет, однако он не решает все актуальные проблемы. Классический ретрофит фокусируется лишь на одной задаче — модернизации коммутационного оборудования. Основная сложность заключается в том, что при индивидуальной замене компонентов, таких как выключатели и реле, система насыщается множеством различных устройств, что приводит к усложнению монтажа и эксплуатационных процессов. Для преодоления этой проблемы необходимо комплексное техническое решение, которое позволит заменить все элементы системы одновременно. Таким образом, отсутствие интегрированного подхода приводит к нагромождению оборудования и усложнению общей архитектуры системы.

Для того что бы избежать нагромождения оборудования и усложнения общей архитектуры системы можно применить SMART-РЕТРОФИТ — это комплексное решение по замене выключателей, устройств релейной защиты, системы измерений и счетчиков электроэнергии. Все оборудование, которое входит в комплект поставки разрабатывает и производит компания «Таврида Электрик» [3]. SRF служит для модернизации комплектных распределительных устройств и камер сборных с выключателями выдвижного или стационарного исполнений для сетей с номинальным напряжением 6-10 кВ.

Smart-ретрофит состоит из следующих компонентов:



*Рисунок 1 — Комплект выключателя [3]*

- выключателя ВВ/TEL с модулем управления серии CM\_15\_5, являющимся контроллером присоединения. Это означает, что он позволяет не только управлять коммутационным модулем, но также обеспечивает функции защит и учета электроэнергии.

- система измерений, которая представлена комбинированными датчиками тока и напряжения нового поколения (КДТН);

- универсальные монтажные комплекты с набором токоведущих шин и элементами блокировки

Дополнительно поставляются:

- ограничители перенапряжений, аккумуляторная батарея, ручной генератор и компоненты для передачи данных

Масляные выключатели имеют ряд недостатков:

Пожаро - и взрывоопасность. Масло, используемое в масляном выключателе, легко воспламеняется и, следовательно, создает опасность возгорания. А неисправный масляный выключатель подвержен риску взрыва из-за возникновения в нем избыточного давления в момент коммутации. Также существует риск образования взрывоопасной смеси продуктов разложения масла с воздухом.

Требуется периодическая проверка и замена масла из-за его карбонизации. Из-за разложения масла в дуге образуются частицы углерода, которые загрязняют масло и, следовательно, электрическая прочность масла снижается.

Требуется содержать маслохозяйство для обслуживания выключателей.

Требуется привод большой мощности для перемещения контактов в среде вязкого масла.

Главные контакты требуют частой чистки и замены из-за их обгорания, что обусловлено искрением при коммутации.

Маломасляные выключатели непригодны для реализации быстродействующего АПВ. Это обусловлено малым объемом масла, что увеличивает степень его карбонизации, это быстро снижает диэлектрическую способность масла. Также из малого пространства дугогасительной камеры затруднено удаление отработавших при дугогашении газов. Дуга в данном типе выключателей горит дольше, чем в баковом, что дополнительно усиливает карбонизацию масла.

Масло требует особых мер утилизации из-за отрицательного влияния на окружающую среду.

Одним из ключевых методов повышения надежности питания потребителей, является автоматика повторного включения (АПВ), т.к. 60% аварий являются неустойчивыми (если участок сети отключить, а затем автоматически включить, есть высокий шанс восстановления нормальной работы). Но из-за малого ресурса масляные выключатели в эксплуатации отказываются от организации АПВ, чтобы сократить количество ремонтов, что приводит к перерывам электроснабжения. Обслуживание и содержание квалифицированного персонала также требует ежегодных затрат.

Для стабильной работы энергосистемы, помимо коммутационных аппаратов, необходимы устройства, которые отслеживают состояние энергосистемы по току или напряжению и, в случае отклонения этих параметров от нормальных, выдают команду на отключение цепи. Такие устройства называются релейной защитой и автоматикой (РЗА).

В эпоху масляных выключателей устройства РЗА были реализованы на базе электромеханических реле, имеющих следующие недостатки:

Непостоянство характеристик в зависимости от внешней среды (t, влажность);

1. Старение изоляции и окисление контактов;
2. Сложность анализа аварий;
3. Необходимость обслуживания большого количества элементов.

На текущий момент устройства релейной защиты представляют собой микропроцессорные устройства, лишенные описанных недостатков и имеющих более широкий функционал. Замена устаревших реле является объективной необходимостью соответствия современным стандартам построения распределительных сетей.

Учитывая, что напряжение в электрической сети составляет десятки тысяч вольт, а токи в момент аварии десятки тысяч ампер, для работы устройств релейной защиты нужны преобразователи сигналов до более низкого уровня, комфортного для работы устройств. Этими аппаратами являются электромагнитные трансформаторы тока и напряжения.

Они характеризуются существенной массой (современный трансформатор тока весит 20 кг, а трансформатор напряжения почти 40) и возможностью трансформировать первичные сигналы с

достаточной мощностью (до 30-150 ВА). Мощность в измеренном сигнале нужна, для работы электромеханических устройств релейной защиты.

С переходом на микропроцессорные устройства РЗА, потребность в таких мощных источниках сигнала пропала и были разработаны измерители на базе датчиков тока и напряжения характеризующимися следующими свойствами:

Малые масса и габарит (3-х фазная группа датчиков имеет массу 3 кг, тогда как аналогичный измеритель на ЭМ трансформаторах будет иметь массу более 150 кг);

Возможность измерять токи в диапазоне от 0,1 А до 30 000 А без искажения.

Помимо релейной защиты, потребителями энергии измерителей, были устройства учета электроэнергии или счетчики. Учитывая такие великолепные метрологические характеристики датчиков и производительность современных микропроцессоров, вопрос учета электрической энергии перешел из разряда устройства в понятие функции и наметился тренд по созданию универсальных контроллеров присоединений.

Это универсальное устройство, которое объединяет в себе следующие функции:

1. Устройство управления выключателем;
2. Устройство релейной защиты;
3. Устройство учета электрической энергии;
4. Устройство передачи данных для дистанционного управления.

Замена большого количества отдельных устройств, которые частично дублируют функции друг друга на единый многофункциональный контроллер позволяет повысить надежность, упростить ремонт и снизить затраты на поддержание ремонтного фонда.

Smart - ретрофит это эффективный способ модернизации существующих систем, который позволяет достичь значительных улучшений в производительности, энергоэффективности и безопасности при относительно низких затратах.

#### **Список литературы**

1. Россети. Единая техническая политика. [Официальный сайт] Url.: РЕТР\_2024.pdf (rosseti.ru)
2. Ретрофит. Википедия. [Электронный ресурс] Url.: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Ретрофит> (дата обращения 17.02.2025).
3. Выключатель ВВ/TEL типа TER\_VCB15\_LD8(Shell2)\_SRF2 для комплексной модернизации РУ 10(6) кВ (Smart-ретрофита v.2) [Электронный ресурс] Url.: [https://www.tavrida.ru/upload/iblock/1a0/pidtb4ol1f6n0qozlk06kq6qnl6e2t2m/TER\\_CBdoc\\_UG\\_32.pdf](https://www.tavrida.ru/upload/iblock/1a0/pidtb4ol1f6n0qozlk06kq6qnl6e2t2m/TER_CBdoc_UG_32.pdf)
4. Курганский трансформаторный завод. Модернизация старых КРУ и КСО (Ретрофит). [Электронный ресурс] Url.: МОДЕРНИЗАЦИЯ СТАРЫХ КРУ И КСО (РЕТРОФИТ) | Курганский трансформаторный завод (ktzkurgan.ru)
5. ООО НПФ «РАДИУС». Ретрофит. Каталог решений для модернизации ячеек. [Электронный ресурс] Url.: Каталог Ретрофит РА 2022.pdf (vv-ra.ru)
6. Решения для SMART-ретрофита шкафов КСО, КРУН, КРУ с применением коммутационных модулей [Электронный ресурс] Url.: TER\_CBdoc\_PG\_10 (tavrida.ru)
7. Инструкция по монтажу и пусконаладке LD8\_SRF. [Электронный ресурс] Url.: [https://www.tavrida.ru/upload/iblock/a95/lein9efch13lb1n8vqwhcgtv0alwiapb/TER\\_CBdoc\\_HIG\\_10.pdf](https://www.tavrida.ru/upload/iblock/a95/lein9efch13lb1n8vqwhcgtv0alwiapb/TER_CBdoc_HIG_10.pdf)

## РОЛЬ ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ В ПРЕДОТВРАЩЕНИИ ДЕГРАДАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

**Радзиховский Алексей Алексеевич**, студент

Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

e-mail: aar07082004@mail.ru

**Карпенко Мария Сергеевна**, научный руководитель, ассистент

Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

e-mail: arkadiam2002@gmail.com

**Аннотация.** Деградация сельскохозяйственных земель, особенно в условиях интенсивного земледелия и изменяющегося климата, представляет собой серьёзную угрозу для устойчивости аграрного производства. Одним из эффективных методов борьбы с этим явлением является внедрение дренажных систем, направленных на регулирование водного режима почвы. В статье рассматривается значение дренажа в сохранении и восстановлении плодородия земель Краснодарского края, приводятся примеры успешного применения дренажных технологий в регионе.

**Ключевые слова:** деградация земель, дренажные системы, водный режим, сельское хозяйство, Краснодарский край, мелиорация, эрозия, засоление, переувлажнение, аграрное производство

Краснодарский край является одним из ведущих сельскохозяйственных регионов России, где интенсивное земледелие сопровождается рисками деградации земель, такими как эрозия, засоление и переувлажнение. Данные процессы негативно влияют на плодородие почвы и, соответственно, на урожайность сельскохозяйственных культур. Одним из эффективных методов предотвращения деградации является внедрение дренажных систем, которые способствуют регулированию водного режима почвы и сохранению её плодородия.

Деградация сельскохозяйственных земель Краснодарского края является результатом сочетания нескольких ключевых факторов, оказывающих деструктивное воздействие на плодородие почвы и общую эффективность аграрного производства.

Одним из основных факторов является неэффективное управление водными ресурсами, что в сочетании с избыточными осадками и низкой пропускной способностью почвы приводит к накоплению избыточной влаги в почвенном слое. Это нарушает нормальное функционирование корневой системы растений, создавая условия для ухудшения их роста, а также ускоряет вымывание питательных веществ, что ведет к снижению плодородия почвы. [2]

Другим важным фактором является нарушение водного баланса, вызванное неконтролируемым использованием орошения. Это приводит к накоплению солей в верхних слоях почвы, что, в свою очередь, негативно сказывается на её плодородии и делает землю непригодной для возделывания большинства сельскохозяйственных культур. Засоление почвы снижает её химическую активность и препятствует нормальному усвоению питательных веществ растениями.

Кроме того, интенсивные осадки и отсутствие растительного покрова способствуют эрозионным процессам, при которых верхний слой почвы, богатый органическими веществами и питательными элементами, вымывается, что приводит к снижению урожайности и ухудшению структуры почвы. Неправильная обработка почвы, несоответствующие агротехнические методы и отсутствие мер по защите почвы от эрозии усугубляют процесс деградации и приводят к утрате её первоначальных качеств. [1,5]

Дренажные системы, как важнейший элемент управления водным режимом почвы, играют значительную роль в предотвращении ряда деградационных процессов, однако их эффективность и долгосрочные последствия для экосистемы и почвы остаются предметом активных научных споров.

Применения дренажных систем, способствуют предотвращению переувлажнения почвы, что критически важно для сохранения сельскохозяйственных угодий, особенно в районах с чернозёмами и лесными горными плодородными почвами, подверженными слитогенезу. Однако, существует мнение, что чрезмерное и бесконтрольное применение дренажа может привести к быстрому истощению водных ресурсов и нарушению экологического баланса. В некоторых случаях избыточное удаление влаги из почвы приводит к тому, что растения теряют необходимое количество воды, особенно в периоды засухи. Это поднимает вопрос о целесообразности регулирования водного режима в таких регионах.

Что касается засоления почвы, то дренажные системы безусловно играют важную роль в предотвращении подъема солей на поверхность, особенно в районах с интенсивным орошением и нарушенным водным балансом. Однако ряд исследований показывает, что неправильное проектирование и эксплуатация дренажных систем может привести к ускорению процесса засоления почвы за счет снижения уровня грунтовых вод и ухудшения водообмена между различными слоями почвы.

Неопровержимым является тот факт, что дренажные системы помогают сохранять структуру почвы, предотвращая её замокание и улучшая её физические свойства. Тем не менее, данный процесс не всегда сопровождается положительными результатами. Некоторые агрономы и экологи указывают, что интенсивное регулирование водного режима может привести к снижению природного водообмена, что в долгосрочной перспективе отрицательно влияет на биологическую активность почвы и её способность к самообновлению.

В Краснодарском крае эффективное применение различных дренажных технологий значительно способствует защите сельскохозяйственных земель и предотвращению деградации почвы, что особенно важно для поддержания высоких урожаев и сохранения экосистемы региона.

Одной из ключевых технологий является осушение переувлажнённых земель, которое применяется в предгорных районах края, где чернозёмные и лесные горные плодородные почвы подвержены переувлажнению. В этих условиях дренажные системы помогают эффективно удалять избыточную влагу, предотвращая процессы слитогенеза, которые могут привести к ухудшению структуры почвы и снижению её плодородия (рис. 1). Управление водным режимом таким образом не только предотвращает негативные последствия переувлажнения, но и улучшает условия для роста сельскохозяйственных культур, что непосредственно влияет на повышение урожайности.



*Рисунок 1 – Дренажная система в полях*

В районах с высоким уровнем грунтовых вод дренажные системы играют важную роль в защите от засоления почвы. Применение данных технологий способствует регулированию уровня грунтовых вод, что позволяет избежать накопления солей в верхних слоях почвы. Снижение минерализации воды предотвращает засоление, сохраняет плодородие почвы и повышает её пригодность для сельского хозяйства.

Кроме того, в степных зонах Краснодарского края, где интенсивное земледелие и недостаток растительного покрова способствуют эрозионным процессам, дренажные системы помогают регулировать водный режим и предотвращают вымывание верхнего слоя почвы. Это способствует сохранению структуры почвы, предотвращая её деградацию и эрозию. Регулярное использование дренажных систем в таких зонах поддерживает баланс между увлажнением почвы и её устойчивостью к внешним воздействиям, что в долгосрочной перспективе помогает сохранять сельскохозяйственные угодья и улучшать условия для роста различных культур. [3,6]

Дренажные системы занимают важное место в комплексе мероприятий, направленных на охрану и восстановление сельскохозяйственных земель Краснодарского края, играя решающую роль в предотвращении деградации почвы.

Для обеспечения максимальной эффективности применения дренажных технологий необходимо учитывать специфические особенности местных условий. Важным аспектом является проведение комплексных исследований, включающих анализ структуры почвы, уровня грунтовых вод, климатических факторов и особенностей сельскохозяйственных культур, выращиваемых в регионе. На основе полученных данных разрабатываются адаптированные решения, направленные на сохранение и восстановление плодородия земель, что позволяет не только улучшить текущие условия ведения сельского хозяйства, но и предотвратить возможные негативные последствия изменения климата и увеличения антропогенной нагрузки. [2,4]

Внедрение дренажных систем в Краснодарском крае является важным шагом к сохранению устойчивости аграрного производства в условиях изменяющихся природных факторов и роста потребности в продуктах сельского хозяйства. При грамотном применении дренажа можно существенно повысить продуктивность сельскохозяйственных угодий, улучшить структуру почвы и снизить риски, связанные с деградацией земель, что в конечном итоге способствует укреплению экологического равновесия региона.

### Список литературы

1. Карпенко, М. С. Технологии рекультивации и лесопаркового обустройства деградированных территорий / М. С. Карпенко // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий : Сборник IX Всероссийской (национальной) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 20 декабря 2024 года. – Новосибирск: ИЦ НГАУ "Золотой колос", 2024. – С. 261-264. – EDN OCLIOV.
2. Карпенко, М. С. Повторное использование сточных вод в сельском хозяйстве / М. С. Карпенко, В. И. Орехова // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Сборник статей по материалам 79-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2023 год. В 2-х частях, Краснодар, 25 апреля 2024 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2024. – С. 486-487. – EDN FOREJD.
3. Карпенко, М. С. Переработка твердых отходов для улучшения экологии городской среды / М. С. Карпенко, А. К. Семерджян // Экология и природопользование: тенденции, модели, прогнозы, прикладные аспекты : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 16 апреля 2023 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 106-110. – EDN TAUFNH.
4. Шишкин, А. С. Автоматизация землеустроительного проектирования на орошаемых участках России / А. С. Шишкин, М. С. Карпенко // Аграрная наука в обеспечении продовольственной безопасности и развитии сельских территорий: СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ IV МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Луганск, 17 января – 08 2023 года. – Луганск: Луганский государственный аграрный университет имени К.Е. Ворошилова, 2023. – С. 169-171. – EDN BVVKUO.
5. Шишкин, А. С. Автоматизация землеустроительного проектирования на орошаемых участках России / А. С. Шишкин, М. С. Карпенко // Аграрная наука в обеспечении продовольственной безопасности и развитии сельских территорий: СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ IV МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Луганск, 17 января – 08 2023 года. – Луганск: Луганский государственный аграрный университет имени К.Е. Ворошилова, 2023. – С. 169-171. – EDN BVVKUO.
6. Николаева, А. А. Оценка качества воды / А. А. Николаева, Л. А. Терехов, А. К. Семерджян // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник статей по материалам 78-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2022 год. В 3-х частях, Краснодар, 01–31 марта 2023 года / Отв. за выпуск А.Г. Кошаев. Том Часть 1. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2023. – С. 649-651. – EDN KTRCJC.

## ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

**Радченко Роман Викторович**, студент

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

e-mail: 21022007igor@gmail.com

**Возженникова Татьяна Викторовна**, научный руководитель старший преподаватель

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

e-mail: tatiana\_22-86@mail.ru

**Агафонова Екатерина Васильевна**, научный руководитель, старший преподаватель

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

e-mail: ekateri79@mail.ru

**Аннотация.** Для повышения износостойкости поверхностей рабочих органов почвообрабатывающих машин применяются различные методы восстановления и упрочнения поверхностного слоя. В статье анализируются различные современные методы упрочнения и восстановления рабочих органов почвообрабатывающих машин. Предлагается для повышения износостойкости рабочих органов почвообрабатывающих машин использовать наплавку, в качестве наплавляемого материала по проведенным испытаниям предлагается применять современный электрод, имеющий в составе хром, марганец и кремний.

**Ключевые слова:** износостойкость, почвообрабатывающие машины, лемех плуга, наплавка, электрод

*Исследование выполнено в соответствии с планом НИР ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ в рамках государственной темы № АААА-А20-120110690008-2 «Исследование неисправностей и причин отказов автомобилей, тракторов, сельскохозяйственной спецтехники и оборудования животноводческих комплексов в процессе эксплуатации».*

В современном агропромышленном комплексе почвообрабатывающие машины играют важную роль при обработке почвы. Однако, поверхности рабочих органов этих машин подвержены интенсивному изнашиванию, что приводит к снижению эффективности работы машин, а также возникновению необходимости их восстановления или замене на новые. Кроме того, износ плужных лемехов, фрез, лап культиваторов и других рабочих органов значительно снижает качество обрабатываемой почвы. Для повышения износостойкости поверхностей рабочих органов почвообрабатывающих машин применяются различные методы восстановления и упрочнения поверхностного слоя.

Одним из перспективных направлений повышения износостойкости лемеха является применение композитных покрытий на основе электролитического осаждения алмазно-никелевых частиц на критически нагруженные области трапецеидального лемеха, включая режущую кромку и носовую часть. Однако при эксплуатации в условиях абразивного воздействия песчаных и супесчаных почв, такие покрытия демонстрируют ограниченную долговечность при значительных финансовых затратах на их нанесение. Другими альтернативными методами упрочнения являются плазменное напыление, лазерная наплавка, и индукционная закалка поверхностного слоя [1, 2].

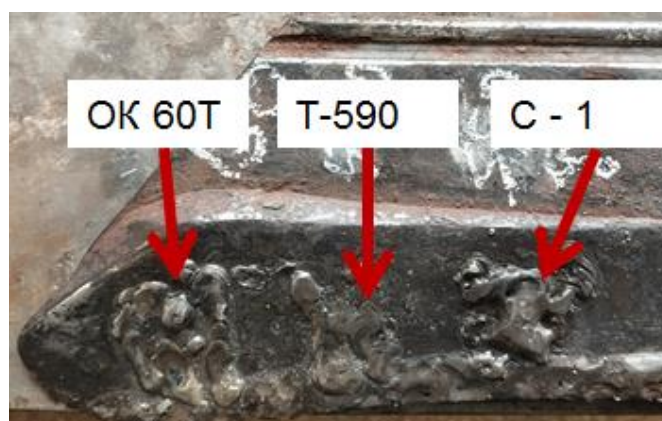
Наиболее перспективным методом повышения износостойкости рабочих органов почвообрабатывающих машин является термоконтактное плакирование. Эта технология упрочнения предусматривает нагрев твердосплавной шихты, размещенной в лобовой части кромки заготовки, до температуры плавления и одновременный нагрев самой заготовки. Затем нагретая заготовка и расплавленная твердосплавная шихта помещаются в матрицу формовочного штампа, и горячая деформация одновременно упрочняет заготовку и вытягивает кромки за один ход прессы [3]. В результате термоконтактное плакирование заключается в зональном охлаждении и нагреве, для того чтобы при кристаллизации образовывались макрозерна, это позволяет снизить дефекты кристаллической решетки и повысить прочность.

Для повышения износостойкости нами предлагается использовать пайку металлокерамическими пластинками в специально подготовленный паз на поверхности лемеха плуга. Чаще всего используют припой на основе меди, однако в таком случае лемех имеет относительно

низкую износостойкость, так как ненаплавленная часть лемеха изнашивается значительно быстрее наплавленных участков, в результате чего припаянный твердый сплав оголяется и выкрашивается. Поэтому в качестве припоя предлагается применять специальный железоуглеродистый сплав [4], который при индукционной пайке будет науглероживать материал лемеха, вследствие чего повышается твердость и износостойкость поверхности лемеха.

Одним из примеров повышения твердости и износостойкости шнековых буров является технология электродуговой наплавки с использованием электродов марки ЦС-1, которая позволяет получить наплавленные слои на рабочих поверхностях, обладающие большой устойчивостью к воздействию абразивных материалов и значительному перепаду температурных показателей. Это позволяет осуществлять постоянную эксплуатацию таких рабочих органов, как зубья ковшей экскаваторов, ножи шнеков землеройных машин, молотки и била дробилок, лемеха сельскохозяйственной техники, вращающееся буровое оборудование, валки мельниц, лопасти вентиляторов и дымососов, что приводит к повышению производительности технологических машин. Перед наплавкой шнековый бур нагревали в муфельной печи до температуры 800°C. В процессе наплавки электрод располагали наклонно под углом 20...25° против направляемого валика; при этом ему сообщали поперечное колебание с таким расчетом, чтобы путем непрерывного расплавления металла шнекового бура и электрода под концом его образовывался наплавленный валик шириной 12 мм и высотой 3 мм. Общая высота наплавки составляет 6...8 мм [5].

Проведенные нами исследования показали, что наиболее дешевый и простой метод повышения износостойкости лемеха плуга является наплавка современными электродами, удовлетворяющий износостойким свойствам лемеха. Нами производилась наплавка электродами Т-590, ОК Waertrode 60Т, Сормайт-1, для всех электродов применялось положение при наплавке под углом 45° (Рисунок 1).



**Рисунок 1 – Носок лемеха после наплавки электродами**

Наплавку электродами Сормайт-1 и Т-590 производили при силе сварочного тока 180А и обратной полярности, наплавку электродом ОК Waertrode 60Т при силе сварочного тока 200А и обратной полярности. Материал лемеха плуга сталь 65Г, твердость после наплавки измеряли твердомером Роквелла. Твердость упрочненного лемеха замеряли на поверхности наплавочного слоя, в зоне сплавления электрода и основы материала лемеха, и сам материал лемеха (Таблица 1).

**Таблица 1 – Сравнительный анализ наплавленных поверхностей лемеха плуга различными электродами**

| Зоны контроля    | ОК Waertrode 60 Т | Т-590 | Сормайт-1 |
|------------------|-------------------|-------|-----------|
| Основной металл  | 50                | 45    | 54        |
| Зона сплавления  | 52                | 57    | 60        |
| Наплавочный слой | 71                | 62    | 75        |

Сравнительный анализ показателей износостойкости упрочненных лемехов плуга наплавкой электродами различных марок, и выявил, что высокие показатели износостойкости дает современный электрод ОК Waertrode 60T, при сравнительно низкой стоимости, предлагаемой технологии.

Результатом работы является способы упрочнения рабочих органов сельскохозяйственной техники с целью повышения износостойкости рабочих органов на примере почвообрабатывающих машин. Предлагаемые способы имеют сравнительно низкую стоимость проведения восстановления и упрочнения при ремонте рабочих органов, что делает их доступными для предприятий агропромышленного комплекса. Вследствие увеличения износостойкости рабочих органов почвообрабатывающих машин, увеличивается производительность сельскохозяйственных машин и повышается эксплуатационный ресурс рабочих органов.

### Список литературы

1. Лебедев, А. Т. Износостойкость рабочих органов почвообрабатывающих машин / А. Т. Лебедев, Р. А. Магомедов // Сельский механизатор. – 2011. – № 10. – С. 34-35. – EDN MXKHAS.
2. Радченко, Р. В. Современные способы упрочнения деталей корпуса плуга / Р. В. Радченко, Е. В. Агафонова, Т. В. Возженникова // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК: Материалы VI Международной студенческой научной конференции, Майский, 13–15 марта 2024 года. – Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – С. 300-301. – EDN LHVGR.
3. Алтайские машиностроительные заводы. «Алмаз». Почвообрабатывающая техника от производителя. Запасные части. – Текст: электронный// URL: <https://almaztd.ru/> (дата обращения: 15.02.2025).
4. Коноводов, В. В. Повышение эксплуатационной надежности молотков кормодробильных машин конструктивно-технологическими методами / В. В. Коноводов, Е. В. Агафонова, С. В. Щелоков // Технический сервис машин. – 2018. – Т. 133. – С. 205-212. – EDN VRSZSK.
5. Способы восстановления шнековых Буров / Р. В. Радченко, Е. В. Агафонова, Т. В. Возженникова, Р. В. Конорев // Состояние и инновации технического сервиса машин и оборудования: Материалы XV международной научно-практической конференции, посвященной памяти доцента М.А. Анфиногенова, Новосибирск, 09–11 ноября 2023 года. – Новосибирск: Издательский центр НГАУ "Золотой колос", 2023. – С. 130-133. – EDN IORGZK.

УДК 621.643/644

## СПОСОБЫ РЕМОНТА ТРУБОПРОВОДОВ

**Соколов Денис Сергеевич**, студент

Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия  
e-mail: orekhova\_v\_i@mail.ru

**Комса Михаил Дмитриевич**, студент

Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия  
e-mail: orekhova\_v\_i@mail.ru

**Орехова Валентина Ивановна**, научный руководитель, старший преподаватель

Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия  
e-mail: orekhova\_v\_i@mail.ru

**Аннотация.** В данной статье автор рассматривает бестраншейный ремонт трубопровода. Подземные трубопроводы являются важнейшей инфраструктурой, которая со временем может прийти в негодность. Бестраншейные технологии стали эффективным и экологичным решением для восстановления трубопроводов без земляных работ. В данной статье представлено описание преимуществ в области бестраншейных технологий восстановления подземных трубопроводов на основесистематического поиска литературы по основным базам данных.

**Ключевые слова:** труба, ремонт, герметизирующая прокладка, подземные работы, канализация

Традиционные методы ремонта канализационных коллекторов включают рытье траншей для доступа, удаления и замены старых или повреждённых трубопроводов. Как правило, выполнение такого вида работ может занять неделю или дольше. В таблице 1 представлены преимущества и

недостатки методов ремонтных работ трубопровода. При бестраншейном ремонте канализационных коллекторов существующий трубопровод можно отремонтировать или заменить, не выкапывая и не удаляя старый.

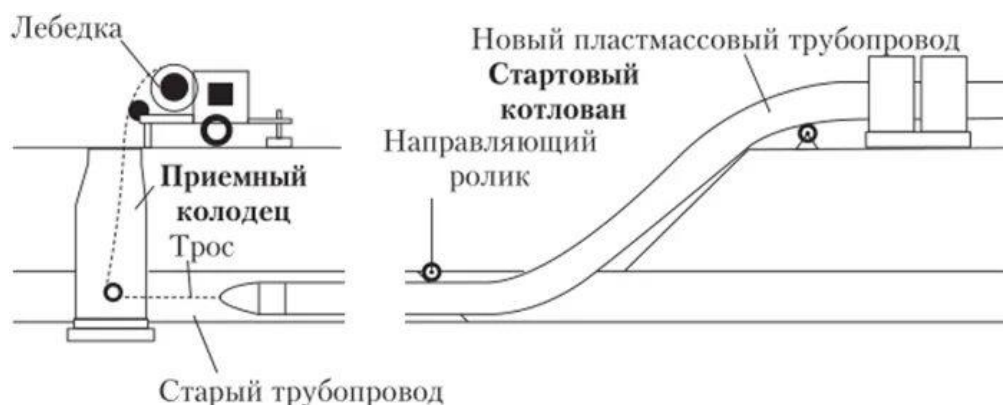
**Таблица 1 – Преимущества и недостатки методов ремонтных работ трубопровода**

| Метод                                           | Преимущества                                                                 | Недостатки                                                             |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Бестраншейный метод ремонтных работ             | Позволяет производить ремонт без вскрытия дорожного и пешеходного покрытия   | Неэффективен при наличии каменистых грунтов                            |
|                                                 | Невысокая продолжительность ремонтных работ                                  | В отдельных случаях может возникнуть необходимость для ручных раскопок |
|                                                 | Отсутствует необходимость отключать иные инженерные коммуникации при ремонте | Дорогое оборудование для ремонта                                       |
| Традиционный метод ремонтных работ трубопровода | Позволяет производить ремонт, не задевая другие инженерные коммуникации      | Высокая продолжительность ремонтных работ.                             |
|                                                 | Данный способ эффективен для Ремонта значительных неполадок.                 | Экологическая опасность.                                               |
|                                                 | Точная прокладка трубопровода                                                | Крупные финансовые издержки                                            |

Перед началом работ в трубы опускается камера, чтобы оценить степень повреждения и выбрать наилучшие варианты ремонта. Существует два метода: разрыв трубы и футеровка трубопровода. Оба вида бестраншейного ремонта позволяют избежать разрушения ландшафтного дизайна, тротуаров и подземных систем.

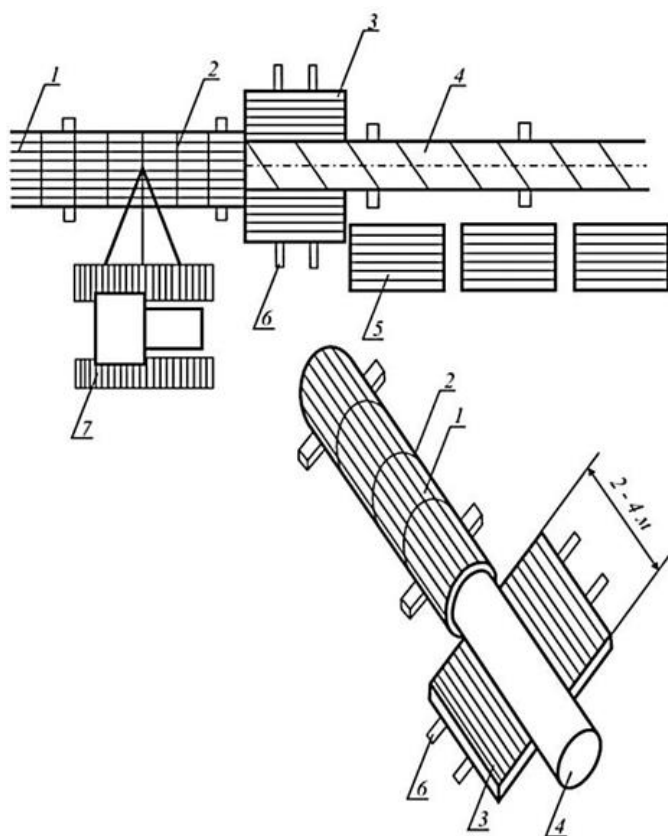
На рисунке 1 представлена схема операции по разрушению трубопровода и заключается в расширении и разрыве старого канализационного трубопровода и одновременной замене его новым, изготовленным из полиэтилена высокой плотности. В старый трубопровод вставляется разрывная головка, чтобы разорвать его изнутри. К задней части этого устройства прикреплена новая гибкая труба из полиэтилена высокой плотности, которая сразу же заменяет старую линию.

Для этого не требуется много копать. На обоих концах линии выкапываются две ямы для создания точек доступа. Одним из преимуществ этого метода является то, что возможно увеличение размера труб для улучшения стока сточных вод.



**Рисунок 1 – Схема операции по разрушению трубопровода**

Схема футеровки трубопровода деревянными рейками представлена на рисунке 2, отверждаемая на месте трубная футеровка, или конструкционная трубная футеровка, представляет собой втулку или вкладыш, покрытый эпоксидной смолой. Подкладка вставляется в старый трубопровод и надувается. Эпоксидная смола отвердевает сама по себе, под воздействием пара или ультрафиолетового излучения. В течение нескольких часов новый уплотнитель выравнивает стенки старых труб, изготовленных из пластика, глины, чугуна, бетона или ПВХ. Герметизирующая прокладка удаляется, оставляя эпоксидную смолу в качестве совершенно новой прокладки внутри старой трубы.



- 1 – футерованный участок трубопровода;  
 2 – проволочная скрутка;  
 3 – футеровочная рейка;  
 4 – заизолированный участок трубопровода;  
 5 – пакет футеровочной рейки;  
 6 – пояс из технической резины;  
 7 – кран-трубоукладчик)

**Рисунок 2 – Схема футеровки трубопровода деревянными рейками**

Другие варианты включают нанесение полимерного покрытия, которое наносится распылением или кистью внутри старой трубы. Кроме того, через существующую трубу можно протянуть трубу меньшего диаметра, а пространство между новой и старой трубами заполнить раствором или соединить с помощью фитингов.

Технологии настолько усовершенствовались, что в наши дни ремонт старых канализационных труб стал проще, чем когда-либо. Теперь можно выкапывать небольшие ямы, которые можно засыпать всего за несколько дней с минимальным ущербом для имущества. Новые и улучшенные материалы для облицовки и трубопроводов могут прослужить более 50 лет.

Анализируя источники, мы можем прийти к выводу, что бестраншейный ремонт канализации позволяет получить доступ к труднодоступным местам, например, под подъездными путями и в стенах зданий. Процесс разрыва труб также не требует загрязняющих веществ, поэтому он менее разрушителен для окружающей среды и внешнего вида вашего дома. Минимальное воздействие на почву или растительность также означает, что есть возможность жить в своем доме во время ремонта и возвращаться к нормальной жизни быстрее, чем когда-либо.

### **Список литературы**

1.Гринь, В. Г. Способы определения технического состояния эксплуатируемых мелиоративных трубопроводов / В. Г. Гринь, В. Е. Колегов // Точки научного роста: на старте десятилетия науки и технологии : Материалы ежегодной научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2022 г., Краснодар, 12 мая 2023 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2023. – С. 254-255. – EDN ZLDCBA.

2. Гринь, В. Г. Методика выбора технологии бестраншейного ремонта мелиоративных трубопроводов / В. Г. Гринь, В. Е. Колегов // Точки научного роста: на старте десятилетия науки и технологии: Материалы ежегодной научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2022 г., Краснодар, 12 мая 2023 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2023. – С. 252-253. – EDN HJNDRL.

3.Джалагония, Н. Г. Анализ работы систем водоотведения Крыма / Н. Г. Джалагония, В. И. Лапшина, В. Е. Колегов // Вектор современной науки: Сборник тезисов по материалам Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых, Краснодар, 15

ноября 2022 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 802-803. – EDN PPNPAJ.

4. Ермакова, Т. Д. Способы обработки питьевой воды в Краснодарском крае / Т. Д. Ермакова, В. И. Орехова // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник статей по материалам 74-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2018 год, Краснодар, 26 апреля 2019 года / Ответственный за выпуск А.Г. Кошачев – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2019. – С. 191-194. – EDN XEFIVS.

5. Карпенко, М. С. Промышленное загрязнение гидросферы и проблемы водоподготовки в России / М. С. Карпенко // Рациональное использование природных ресурсов в целях устойчивого развития: материалы II Всероссийской конференции обучающихся учреждений среднего общего, среднего профессионального и высшего образования, Красноярск, 25–27 октября 2023 года. – Красноярск, 2023. – С. 218-222. – EDN KSWSEG.

**УДК 69.07**

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЛЕГКИХ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Стоянченко Анастасия Вячеславовна**, студент

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Санкт-Петербург, Россия  
e-mail: vip\_ns05@mail.ru

**Чугунов Александр Сергеевич**, научный руководитель, старший преподаватель

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Санкт-Петербург, Россия  
e-mail: spbgau.pgs@yandex.ru

**Аннотация.** Предлагаемый материал предназначен для повышения коррозионной стойкости и механической прочности легких стальных конструкций, используемых в строительстве, машиностроении и других сферах. В конструкциях из традиционной стали под воздействием агрессивных внешних факторов возникает риск коррозии и снижения прочностных характеристик, что сокращает срок эксплуатации. Для решения этой проблемы предлагается конструкционный материал, обладающий устойчивостью, повышенной несущей способностью и долговечностью в агрессивной среде эксплуатации – углесталеволокно. Главная особенность углесталеволокна – сочетание прочности стальной основы с высокой коррозионной стойкостью и малым удельным весом углеродных волокон. Оптимальный состав и структура углеволокна, а также параметры стального профиля подбирается с учетом условий эксплуатации, требований к нагрузке, воздействия окружающей среды, что обеспечивает широкий спектр возможностей для его применения в различных отраслях.

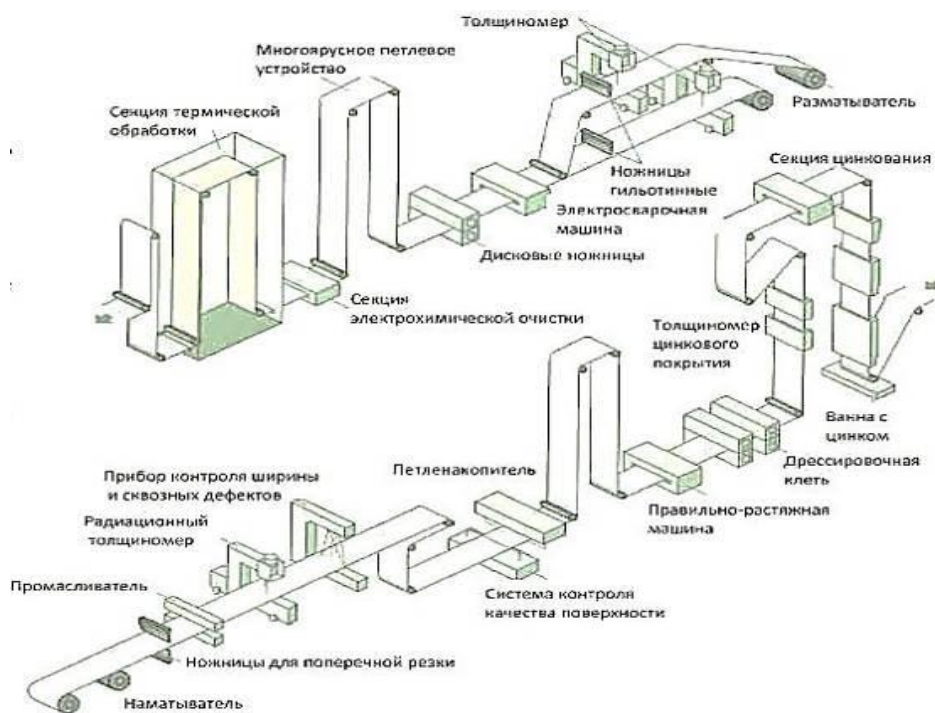
**Ключевые слова:** агрессивная среда, коррозионная стойкость, механическая прочность, конструкционный материал, углесталеволокно, углеволокно, стальной профиль, легкие стальные конструкции, условия эксплуатации

Стальные конструкции активно используются в строительстве и в промышленности, однако их основной недостаток – подверженность коррозии. Взаимодействие с влагой, химическими веществами приводит к постепенному разрушению металла, снижая его долговечность.

Для предотвращения этих процессов применяют различные способы защиты, основанные на создании барьерных покрытий, электрохимических методах и изменений структуры поверхности. Выбор метода зависит от условий эксплуатации, требуемого срока службы и экономичности.

Качество защиты определяется стойкостью покрытия к внешним воздействиям, его механической прочностью и способностью предотвращать контакт металла с агрессивными средами. В промышленной практике применяются различные методы. Рассмотрим основные:

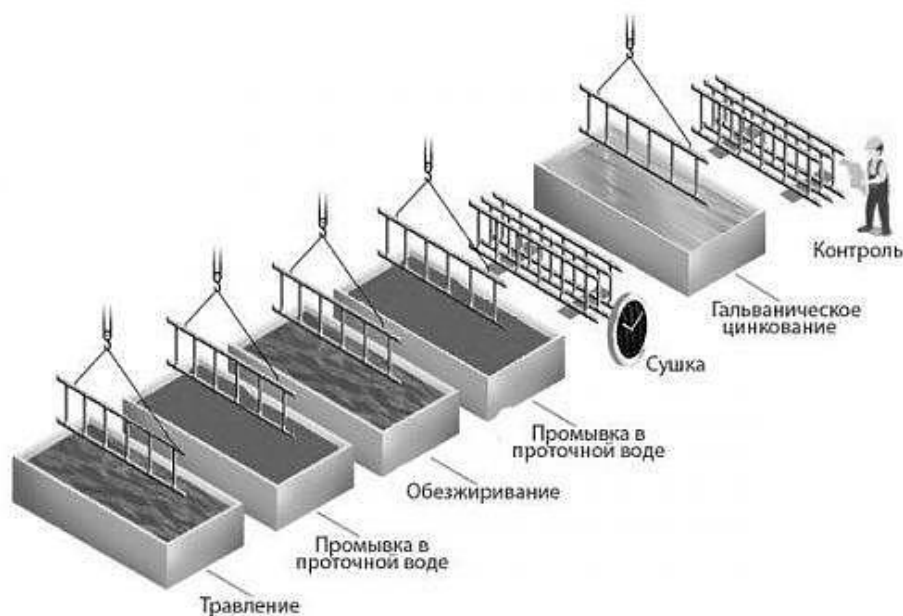
1. **Горячее цинкование** [1] (Рисунок 1).



**Рисунок 1 – Схема автоматизированной линии горячего цинкования**

*Недостаток этого метода:* возможна неравномерность покрытия, риск растрескивания при механическом воздействии, высокая стоимость процесса.

## 2. Гальваническое цинкование (Рисунок 2).

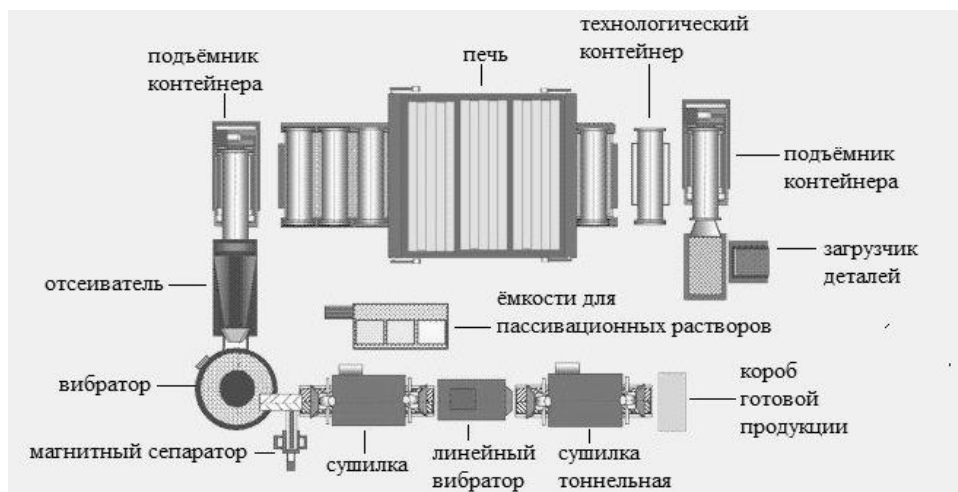


**Рисунок 2 – Схема этапов процесса гальванического цинкования**

*Недостаток:* сравнительно низкая устойчивость к механическим повреждениям, требует регулярного контроля толщины покрытия.

## 3. Термодиффузионное цинкование (Рисунок 3).

*Недостаток:* высокая энергоемкость процесса, сложность применения для крупногабаритных конструкций.



**Рисунок 3 – Схема промышленной линии термодиффузионного цинкования**

#### 4. Фосфатирование и оксидирование [2].

*Недостаток:* относительно низкая коррозионная стойкость, требует дополнительной защиты в виде покрытий из лаков, красок.

#### 5. Применение ингибиторов коррозии.

*Недостаток:* эффективность зависит от концентрации и стабильности среды, требует постоянного контроля и обновления состава.

#### 6. Катодная и анодная защита [3].

*Недостаток:* сложность монтажа, необходимость постоянного контроля электрического потенциала, ограниченная эффективность при механических повреждениях покрытия.

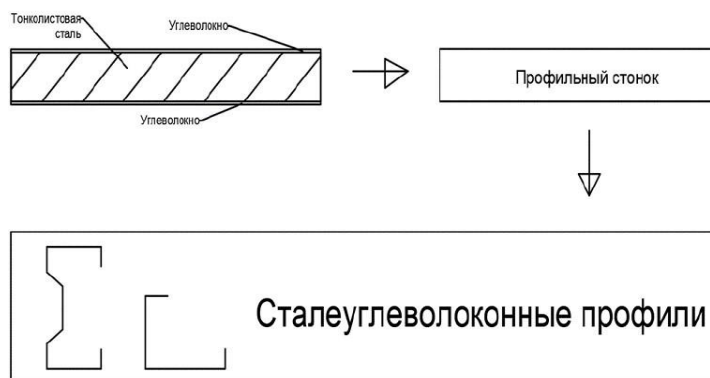
#### 7. Использование эпоксидных покрытий [4].

*Недостаток:* риск повреждения покрытия при механических нагрузках, необходимость периодического обновления.

Несмотря на существование множества современных методов антикоррозионной защиты, их эффективность ограничивается рядом факторов. Традиционные покрытия нередко подвергаются механическим воздействиям, что снижает их защитные свойства, в следствии чего, требуя немедленного восстановления защитного слоя. Кроме того, воздействие внешних факторов и температурных колебаний создает дополнительную нагрузку на металлическую конструкцию, тем самым ускоряя разрушение. Это обуславливает необходимость поиска новых решений.

В этом контексте особую значимость приобретает использование инновационных конструкционных материалов, способных одновременно повысить долговечность конструкций и повысить их механические характеристики.

Предлагаемый материал – это углесталеволокно, которое представляет собой тонколистовую сталь (толщиной до 4 мм), покрытую с двух сторон слоем углеволокна. Формирование профилей осуществляется холодной гибкой заранее подготовленных листов углесталеволокна (Рисунок 4).



**Рисунок 4 – Технологическая схема получения углесталеволокнистого профиля**

Углеволокно (углепластик) получают путем соединения углеродных волокон с полимерной матрицей, такой как эпоксидная или полиэфирная смола. Процесс изготовления углепластика включает несколько последовательных этапов:

1. Обработка углеродных волокон. Исходные углеродные волокна проходят стадию очистки, выравнивания и нанесения защитного слоя, который улучшает их сцепление с полимерной матрицей
2. Подготовка матрицы. Полимерная смола смешивается с различными добавками для придания необходимой вязкости, прочности и других эксплуатационных характеристик.
3. Импрегнация углеродных волокон. Насыщение волокон полимерной матрицей, которое может осуществляться путем погружения волокон в жидкий состав или пропускания через резервуары со смолой.
4. Формовка и отверждение: пропитанные углеродные волокна формуется в желаемую форму и размер, после чего полимерная матрица затвердевает, чтобы создать прочное соединение между волокнами и формировать желаемую структуру материала.

После завершения этих этапов углепластик может быть обработан дополнительно, например, путем обрезки, шлифовки или нанесения защитных покрытий.

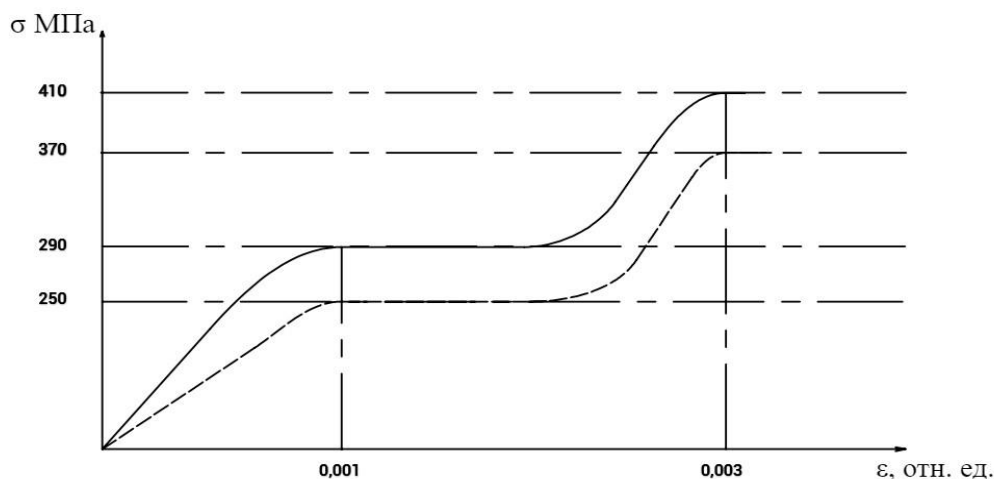
Для создания различных видов сечений из углесталеволокон с целью повышения коррозионной стойкости и механической прочности легких стальных конструкций предлагаются следующие шаги:

1. Двусторонняя приклейка углеволоконного материала к стальному листу толщиной до 4 мм. Этот этап включает нанесение углеволоконного материала на обе стороны стального листа с использованием специального клеевого состава или адгезива. Это позволяет увеличить прочность и жесткость стального листа за счет добавления углепластика.

2. Холодная гибка с получением различных видов сечений. После приклейки углеволоконного материала стальной лист подвергается холодной гибке для формирования желаемых сечений. Это может включать создание полосчатых, трубчатых, I-образных и других сечений в зависимости от требований конкретного проекта.

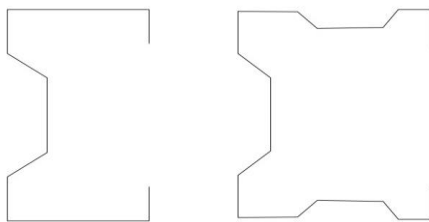
Получаемые профили обладают следующими свойствами:

1. **Высокая механическая прочность.** По сравнению с аналогичными стальными профилями данный материал демонстрирует повышенную устойчивость к нагрузкам, что подтверждается результатами испытаний (Рисунок 5);



**Рисунок 5 – Диаграмма «напряжения-относительные деформации»**

2. Несмотря на низкую местную устойчивость отдельных элементов профиля из-за незначительной толщины профиля, благодаря оптимизированной геометрии (Рисунок 6) удается компенсировать этот недостаток и повысить прочностные характеристики.



**Рисунок 6 – Виды сечений из углесталеволоконного профиля**

Симбиоз стали и углеволокна не просто увеличивает срок службы конструкций, а также задает новый стандарт прочности и надежности в инженерии будущего.

#### **Список литературы**

1. Патент №2277606 С2 Российская Федерация, МПК С23С 2/06, С23С 2/12, С23С 2/30. Флюс для горячего цинкования и способ горячего цинкования: № 2003117470/02: заявл. 23.11.2001: опубл. 10.06.2006 / Д. Варихет, К. Ван-Херк, А. Ван-Лиерде [и др.]; заявитель ГАЛВА ПАУЭР ГРУП Н.В.
2. Герасименко, А.А. Фосфатирование и оксидное фосфатирование сталей, цинковых покрытий и сплавов / А.А. Герасименко // Коррозия: материалы, защита. – 2008. – № 11. – С. 42-48.
3. Белопахов, Е.В. Электрохимическая защита. Анодная и катодная защита / Е.В. Белопахов // Материалы Международной научно-практической конференции молодых исследователей им. Д.И. Менделеева, посвященной 10-летию Института промышленных технологий и инжиниринга, Тюмень, 22–26 октября 2019 года / Ответственный редактор А.Н. Халин. Том 3. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2019. – С. 37-39.
4. Заева, А. Перспективные методы использования эпоксидных покрытий / А.Заева // Строительство: новые технологии – новое оборудование. – 2021. – № 10. – С. 46-49.

**УДК 339.138:67/69**

### **УСТРОЙСТВО ПОЛА В ЗДАНИЯХ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

**Стразина Карина Айдыновна**, студент

Дальневосточный Государственный аграрный университет, Благовещенск, Россия  
e-mail: kuzmiz@list.ru

**Кузьмич Наталья Павловна**, научный руководитель, кандидат экономических наук, доцент  
Дальневосточный Государственный аграрный университет, Благовещенск, Россия  
e-mail: kuzmiz@list.ru

**Аннотация.** Рассмотрены многообразные виды пола для зданий различного назначения. Цель статьи – показать основные виды пола, их положительные и отрицательные качества. Актуальность статьи состоит в том, что от вида применяемой конструкции пола зависит не только внешний вид помещения, но и длительность эксплуатации сельскохозяйственного здания без ремонта, что очень важно в аграрной сфере. Рассмотрены различные материалы пола. Сделан вывод о том, что в сельскохозяйственных зданиях чаще всего используются бетонные полы, которые просты в производстве и имеют низкую стоимость по сравнению с другими видами полов.

**Ключевые слова:** здания и сооружения, конструктивные решения, планировка, пол, сельскохозяйственные здания

Агропромышленный комплекс не может развиваться в полную силу без участия строительной отрасли. Усилиями строительной отрасли решаются важные проблемы повышения качества жизни населения, улучшения жилищных условий, создания новых сельскохозяйственных производственных зданий и сооружений и др. В зданиях любого назначения возводятся различные конструкции: фундаменты, стены, перекрытия и т.д. Немаловажное значение имеют конструкции полов, к которым предъявляются требования прочности, износостойкости и многие другие [1; 2].

Напольное покрытие относится к нижней ограждающей поверхности помещений внутри зданий. Это может быть часть конструкции пола, например, верхняя поверхность бетонной плиты или половых досок, но обычно это постоянное покрытие, уложенное поверх пола. Слово «пол» также может использоваться для описания процесса укладки напольного покрытия.

В отделке полов используются различные строительные материалы, к примеру, древесина. Данный вид покрытия не подходит для использования в помещениях, которые могут быть подвергнуты воздействию влаги или сырости, хотя обработка древесины может сделать ее устойчивой к влаге.

Существует несколько вариантов отделки древесины, таких как воск, масло или лак. Основные типы деревянных полов:

- массивные полы: каждая доска изготавливается из цельного дерева, обычно толщиной не менее 18 мм, с использованием шпунта и паза.

- инженерный тип: каждая доска состоит из трех или четырех слоев ламинированной древесины, соединенных между собой под прямым углом с помощью клея и образующих доску толщиной 14 мм.

Так же популярность пользуется ламинат, он представляет собой прессованную доску из ДВП с отрисовкой какого-либо материала, например, древесины, камня, плитки и т.д., на которую затем наносится защитное покрытие. Ламинат может подойти для помещений, в которых хотят получить вид «натурального» пола, с меньшей затратой денежных средств, с более простой укладкой, и не рискуя получить повреждения от царапин. Ламинат хорошего качества долговечен и может иметь 20-летнюю гарантию. Такие полы не требуют дорого ухода и могут быть установлены с подогревом пола.

Наливные полы часто используют в производственных сельскохозяйственных помещениях. Они обладают высокой ударопрочностью, износостойкостью и отсутствием чувствительности к вибрации. Но у них есть недостаток – не очень эстетичный внешний вид, который в сельском хозяйстве легко нивелируется. В настоящее время благодаря развитию новых технологий, полы можно без труда превратить в настоящие шедевры, сохранив при этом преимущества данного напольного покрытия [3].

Преимущества поверхности таких полов в том, что они легко выдерживает 700 килограмм нагрузки на квадратный сантиметр, а это немаловажно в некоторых сельскохозяйственных помещениях. Данные напольные покрытия очень ровные. Такие полы не нуждаются в дополнительной обработке. Они идеально ровные сразу после сушки. Из-за устойчивости к влаге, данному покрытию не страшна плесень, поэтому они лучше всего подходят для покрытия полов животноводческих, механических цехов, гаражей и т.д. Они также выдерживают высокие и низкие температуры: данное покрытие отлично переносит даже резкие перепады температур, пол под данным покрытием можно утеплить, не опасаясь за срок его службы. Срок эксплуатации ограничен соблюдением оригинальной технологии заливки. Если всё выполнено по инструкции, то можно использовать данный пол не менее двадцати лет [4].

Наливные полы – в основе покрытия жидкий тонкий самозатвердевающий слой, наносимый на готовое бетонное основание. Имеют ровную поверхность, устойчивы к пали, а также не имеют стыков и швов, которые у других видов полов препятствуют качественной уборке и требуют герметизации.

Модульное покрытие ПВХ для нежилых помещений выполнено из полимерной плитки, а также очень популярно среди потребителей, так-как решает сразу три проблемы:

- безопасность для человека;
- обеспечивает максимальный комфорт;
- имеет привлекательный внешний вид.

Модульные покрытия ПВХ имеет ряд важных достоинств:

1. Ударопрочность: выдержит падение тяжелого предмета и не покажет никаких последствий. При больших нагрузках не будет видимых последствий.
2. Разнообразие: любая форма и цвет, только на усмотрение заказчика.
3. Износостойкость: данную плитку укладывают в основном в людных местах, и она стойко переносит тяжелые нагрузки, при этом не теряя внешних качеств.

Основной материал, который используется в создании модульных покрытий – поливинилхлорид. Он долговечен, стойкий к температурным колебаниям, но минус его в том, что он портится при контакте с растворителями и другими химическими веществами с похожими свойствами.

Полимербетонные полы являются смесью песка и различных добавок. Применяются при укладывании слоя толщиной от 10 до 40 мм. Они устойчивы к пыли и влаге, а также соответствуют противопожарным нормам.

Пол из керамической плитки на данный момент является достаточно популярным. Он пользуется спросом из-за простоты и легкости изготовления. В основу приготовления входят натуральные составляющие: глина, песок и минералы. Они спрессовываются в одной заготовке, после проходят термическую обработку. Цвет и отделка бывают разнообразные, так что при желании можно найти кафель по любым предпочтениям.

В итоге, наиболее часто применяются в производственных сельскохозяйственных помещениях бетонные полы, которые являются самым распространенным видом для производственных помещений из-за формирования ровной, прочной поверхности. Покрытие может использоваться без добавок, а также с пропитками и смесями, для улучшения качества. Цена на бетонные покрытия одна из самых низких.

### **Список литературы**

1. Бардасова, Э.В. Проблемы оценки социальных факторов и приоритетов инвестиционной деятельности в жилищном строительстве / Э.В. Бардасова// Транспортное дело России. – 2008. – №6. – С.88– 92.
2. Кузьмич, Н.П. Жилищная недвижимость и повышение эффективности ее строительства / Н.П. Кузьмич// РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2015. – №1. – С. 194 – 197.
3. Кузьмич, Н.П. Приоритеты развития сельских территорий региона для создания благоприятных условий жизни сельского населения / Н.П. Кузьмич // Глобальный научный потенциал. – 2024. – №1(154). – С.240 – 243.
4. Фетисова, М.А. Современные технологии возобновления жилого фонда сельских территорий /М.А. Фетисова, Л.Р. Глухова// Вестник аграрной науки. – 2023. – №6(105). – С.180– 184.

**УДК 620.1**

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ТВЕРДОМЕРОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Худяков Матвей Васильевич**, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: hudyackov.matvei@yandex.ru

**Маслов Егор Викторович**, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: egorka.m.04@mail.ru

**Романченко Наталья Митрофановна**, научный руководитель, кандидат технических наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: girenkov@mail.ru

**Аннотация.** Изменение механических свойств конструкционного материала изделия может являться методом мониторинга работоспособности детали. Наиболее удобным считается измерение твердости. В статье изучены возможности, достоинства и недостатки использования ультразвуковых портативных твердомеров ТКМ-459.

**Ключевые слова:** работоспособность, твердость, портативный твердомер, лапа культиватора

Измерение твердости является популярным методом изучения механических свойств конструкционных материалов. Различные методы измерения твердости, статические и динамические, имеют определенные достоинства и недостатки [4, 6].

В лабораторных условиях наиболее часто используются статические методы измерения твердости, такие, как методы Бринелля, Роквелла, Виккерса, в которых твердость материалов оценивается как сопротивление внедрению в образец индентора различной формы, изготовленного из различных твердых материалов.

Несмотря на популярность статических методов измерения твердости, их применение ограничено необходимостью соблюдения требований обязательной чистоты поверхности исследуемого материала, максимальной толщины образца или детали (для универсального твердомера HBRV-187,5 это 45 мм), строгой перпендикулярности исследуемой поверхности оси движения индентора.

Последнее требование часто является невыполнимым при исследовании твердости не лабораторных образцов, а реальных деталей сельскохозяйственной техники, имеющих сложную геометрию. Для проведения таких исследований, позволяющих не разрушать детали, необходимо использование современных портативных ультразвуковых твердомеров.

Цель работы – определение возможности использования портативного ультразвукового твердомера ТКМ-459 для измерения твердости деталей сельскохозяйственной техники, имеющих сложную геометрию (на примере лары культиватора).

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: измерить портативным твердомером твердость рабочей лапы культиватора; сравнить полученные результаты с аналогичными измерениями, проведенными ранее на стационарном твердомере модели HBRV – 187,5 [9].

Поставленные задачи решались при помощи методов научного исследования: анализа научной и учебной литературы по тематике исследования; измерения свойства материала.

Используемый в исследованиях портативный ультразвуковой твердомер ТКМ-459 позволяет оперативно производить измерения твердости углеродистых и легированных конструкционных, инструментальных, коррозионностойких сталей, цветных металлов и сплавов, упрочняющих покрытий (после химико-термической обработки, поверхностной закалки и других способов) в основных шкалах твердости – Бринелля (HB), Роквелла HRC, Виккерса (HV) динамическим методом (контактного импеданса). Твердомер генерирует ультразвуковые колебания в материале и измеряет импеданс этих колебаний. Импеданс является мерой сопротивления этих колебаний. Более твердые материалы имеют более высокий импеданс, чем более мягкие материалы.

При испытаниях в поверхность образца под небольшой нагрузкой, осуществляемой рукой, внедряется металлический стержень с алмазным наконечником. При внедрении индентора изменяется резонансная частота стержня. Изменение собственной резонансной частоты стержня пропорционально глубине внедрения наконечника в материал. Поскольку глубина внедрения наконечника в материал является показателем твердости, то существует зависимость между изменением резонансной частоты стержня  $F$  и твердостью материала  $H$ :  $H = f(F)$ . Электронный блок твердомера осуществляет прием частотного сигнала с датчика прибора, преобразование его в единицы твердости, вывод результатов измерений на дисплей, статистическую обработку (усреднение результатов) и другие функции данного твердомера [8].

Таким образом, используемый твердомер в отличие от стационарных не напрямую измеряет твердость, а косвенно оценивает ее в зависимости от других физических свойств.

Использование этого прибора позволяет измерить твердость на изделиях с повышенной шероховатостью (в случае невозможности шлифования поверхности), и, что важно, с наличием некоторой кривизны контролируемой поверхности (минимальный радиус кривизны 4-6 мм).

Ранее в работах [2, 9] мы исследовали причины снижения работоспособности некоторых рабочих органов сельскохозяйственных машин, а именно, стрельчатой лапы культиватора производства компании John Deere, в процессе ее эксплуатации и хранения (рис. 1). Эти лапы установлены на культиваторах, разработанных в Красноярском ГАУ, и используемых в учебном хозяйстве университета.

Главным параметром работоспособности изделия является прочность, которая должна соответствовать ГОСТ. К важным параметрам работоспособности рабочих органов почвообрабатывающих машин относят и износостойкость [5]. Контролируя изменения показателей прочности и износостойкости в процессе эксплуатации и хранения сельскохозяйственной техники, инженерному составу предприятий можно следить и за состоянием работоспособности изделий.

Если прочность является важнейшим механическим свойством материалов, то износостойкость относят к эксплуатационным свойствам. И то, и другое свойство находятся в прямопропорциональной зависимости от твердости материалов. Но оба этих свойства достаточно трудно измерить, особенно в полевых условиях.

Таким образом, измерение твердости материалов твердость является более удобным способом для определения работоспособности машин.



***Рисунок 1 – Лапа культиватора производства компании John Deere***

В работе [9] измерение твердости рабочей части культиватора проводилось на универсальном стационарном твердомере модели HBRV -187,5 производства Beijing Time High Technology Ltd, который позволяет проводить измерения твердости по методам Бринелля, Роквелла и Виккерса. Допускаемая погрешность измерения на приборе составляет  $\pm 1\text{HRC}$ .

В силу невозможности определения твердости детали без нарушения ее целостности, были вырезаны прямоугольные фрагменты из крыла и носовой части лапы культиватора (рис. 2).



***Рисунок 2 – Места вырезания фрагментов лапы культиватора***

Измерение твердости не удалось осуществить на фрагменте из носовой части лапы из-за выпуклости нижней поверхности. Твердость рабочей поверхности фрагмента крыла лапы культиватора составила HRC 60,4.

Использование портативного ультразвукового твердомера показало хорошую воспроизводимость при замере твердости углеродистой стали по шкалам Бринелля и Роквелла (рис. 3).



***Рисунок 3 – Измерение твердости образца стали по шкале Роквелла на приборе ТКМ-459***

Также хорошая воспроизводимость (при пятикратном измерении) отмечена при исследовании носовой части лапы культиватора, которая подвергается в большей степени абразивному износу по сравнению с крылом. Твердость рабочей поверхности носовой части составила HRC63,4, что сопоставимо с требованиями ГОСТа по твердости режущей кромки лапы после термической обработки [1] и с измерениями на стационарном твердомере, выполненными на вырезанном фрагменте хвостовой части лапы. Измерения портативным твердомером были проведены непосредственно на рабочей поверхности лапы без ее разрушения.

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать выводы о наличии следующих преимуществ и недостатков применения портативных твердомеров [3, 7].

1. Преимущества:

- возможность проведения неразрушающего контроля;
- высокая скорость проведения замеров;
- измерения в разных шкалах твердости одним прибором;
- возможность работы в полевых условиях;
- автоматический перевод значения измеренной твердости в предел прочности;
- малая чувствительность к кривизне, толщине, массе и шероховатости поверхности изделия;
- измерение твердости в узких, труднодоступных местах (пазы, глухие отверстия, сварные швы, трубопроводы)

2. Недостатки:

- допустимая погрешность измерения на портативном приборе выше, чем на стационарном. Так на шкале Бринелля она составляет от  $\pm 10\text{HВ}$  до  $\pm 20\text{HВ}$  (в зависимости от диапазона измеряемой твердости), по шкале Роквелла  $\pm 2\text{HRC}$ ;
- ограниченность применения на изделиях с крупнозернистой многофазной структурой (чугуны, бронзы).

### Список литературы

1. ГОСТ 14959-79. Прокат из рессорно-пружинной углеродистой и легированной стали. – Введ. 1981-01-01. – Текст электронный // URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294847/4294847504.pdf> (дата обращения: 24.01.2025)
2. Маслов Е.В., Худяков М.В. Причины снижения работоспособности рабочих органов культиваторов // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России: Материалы V международной научной конференции, Красноярск. 21 ноября 2024 года. – Красноярск: – Красноярский государственный аграрный, 2025, с 278-281.
3. Обзор методов измерения твердости металлов и сплавов. – Текст электронный // URL: <https://mashproject.ru/statii/obzor-metodov-izmereniya-tverdosti-metallov-i-splavov/> дата обращения: 29.01.2025)
4. Орешко Е.И., Уткин Д.А., Ерасов В.С., Ляхов А.А. Методы измерения твердости материалов // Труды ВИАМ. – 2020, № 1
5. Работоспособность и надежность деталей, механизмов и машин [Электронный ресурс]. – URL: [https://k-a-t.ru/detali\\_mashin/2-dm/index.shtml](https://k-a-t.ru/detali_mashin/2-dm/index.shtml) (дата обращения 23.10.2024)
6. Романченко, Н.М. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Часть I. Материаловедение [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н.М. Романченко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2019. – 329 с.
7. Твердомеры для металла. Методы Бринелля и Роквелла. – Текст электронный // URL: <https://alfatest.ru/support/articles/Tverdomery-dlya-metallov-metody-brinellya-i-rokvella/> (дата обращения: 29.01.2025)
8. Твердомеры портативные ультразвуковые ТКМ-459. Руководство по эксплуатации. – Текст электронный // URL: [https://vostok-7.ru/upload/iblock/5ba/5ba200f2b74a5c6bb5b14501f7fe5109.pdf?srsid=AfmBOoo-1bLZj4NGdPY\\_jcp8Fm6EsSO1StkjYjiWz9SR5532rLu7LSvi](https://vostok-7.ru/upload/iblock/5ba/5ba200f2b74a5c6bb5b14501f7fe5109.pdf?srsid=AfmBOoo-1bLZj4NGdPY_jcp8Fm6EsSO1StkjYjiWz9SR5532rLu7LSvi) дата обращения: 29.01.2025)
9. Худяков М.В., Маслов Е.В. Изменение механических и эксплуатационных свойств материалов рабочих органов почвообрабатывающих машин в процессе их эксплуатации и хранения // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России: Материалы V международной научной конференции, Красноярск. 21 ноября 2024 года. – Красноярск: – Красноярский государственный аграрный, 2025, с 303-306.

УДК 631.173

### СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА МАШИН В АПК

**Андрияшин Михаил Михайлович**, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: Andriashin777@yandex.ru

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

**Журавлев Сергей Юрьевич**, научный руководитель, кандидат технических наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: Sergeig1961@mail.ru

**Аннотация.** В статье проведен анализ основных тенденций в области развития и применения современных методов, технологий и оборудования для производства работ по техническому сервису (ТС) техники, входящей в состав машинно-тракторного парка сельхозпроизводителей. Целью данных исследований является анализ основных направлений в области внедрения новейших рекомендаций по технологии ТС сельскохозяйственной техники в производственную деятельность предприятий ТС.

**Ключевые слова:** сельскохозяйственная техника, технический сервис, инновационные технологии, интеллектуальные системы, сервисные предприятия

Технический сервис (ТС), как известно, является важнейшей составляющей эффективного использования техники в агропромышленном комплексе (АПК). ТС включает в себя мероприятия по поставкам сельхозпроизводителям необходимых комплексов машин и оборудования, мероприятия, позволяющие эффективно использовать возможности современной сельскохозяйственной техники и поддерживать её высокий уровень надежности в течение всего срока службы. В настоящее время развитие системы ТС должно опираться на применение инновационных технологий технического обслуживания, ремонта и материально-технического снабжения с целью повышения качества оказываемых услуг. Организация современного технического сервиса является одним из важнейших факторов в повышении конкурентоспособности АПК РФ и должна базироваться на добровольных и взаимовыгодных отношениях между потребителями и исполнителями услуг [1].

В последние годы наряду с использованием ставших уже традиционными технологий и оборудования ТС сельскохозяйственной техники всё более широко применяются последние достижения НТП, отражающие существенные изменения в осуществлении мероприятий ТС в сельском хозяйстве.

Наиболее практически значимые изменения организационно-технологических составляющих при реорганизации всей системы ТС будут опираться на развитие интеллектуальных (ИТ), информационных технологий диагностики, технического обслуживания, ремонта и материально-технического обеспечения системы, включающей сервисные предприятия и самих потребителей машин. Применение аддитивных (3D-моделирование) технологий также является основой преобразований в сфере ремонта МТП сельхозпредприятий. Использование эффективных наноматериалов при осуществлении ТС, созданных на основе современных нанотехнологий, позволит обеспечить повышение показателей надежности сельскохозяйственной техники [2].

Современные информационные технологии ТС обладают следующими возможностями:

- позволяют учитывать необходимый набор факторов при планировании объема работ по ТО и ремонту;
- повышают эффективность сбора статистических данных по выполнению работ, расхода запасных частей и ремонтных материалов;
- оперативно используют справочные базы данных по организации и технологии ТО, диагностики и ремонта;
- дают возможность в процессе ресурсной диагностики точно устанавливать техническое состояние машин, их остаточный ресурс;

- успешно используются в рационализации потребления производственных ресурсов, в выборе оптимальных режимов эксплуатации различной сельскохозяйственной техники;
- позволяют за счёт внедрения современных подходов организовать логистику складских операций [2].

Использование информационных технологий позволит в процессе реорганизации структуры сервисных предприятий создавать автоматизированные рабочие места (АРМ) для эффективной работы информационно-аналитических отделов при управлении потоками информации [2]. Данные информационно-аналитические отделы должны иметь в своем составе специализированные консультационные, маркетинговые службы, занимающиеся сбором и анализом информации о новых образцах различных сельскохозяйственных машин, о производственном опыте в области использования новых технологий и оборудования. [2].

Прогрессивные ИТ базируются на применении в производственной сфере осуществления ТС автоматизированных программно - электронных комплексов. Основой этих комплексов является автоматизированное рабочее место или АРМ. АРМ, установленные на рабочих местах различных специалистов предприятий ТС, могут входить в локальные вычислительные сети (ЛВС), что даёт возможность создания единой базы данных сервисного предприятия, оперативного обмена необходимой информацией между специалистами, подключения к базам других предприятий сервисной сети. Также наличие ЛВС позволяет проводить анализ различных данных с последующей их передачей руководящим лицам для оперативного решения важнейших производственных задач.

Ещё одна область применения ИТ в процессе осуществления технического сервиса - это использование так называемых интеллектуальных материалов [2]. Интеллектуальные материалы могут обладать способностью изменять форму и размеры, при этом они имеют специфичные физико-химические и структурные свойства. Интеллектуальные материалы могут применяться в процессе создания новейших средств для технологической оснастки определенных видов диагностики, а также при изготовлении различных деталей машин. Диагностическое оборудование, в конструкцию которого входят интеллектуальные материалы, может быть использовано для эффективного контроля важнейших параметров работы составных частей машин и оборудования.

3D - технологии и соответствующее им оборудование используются для восстановления или изготовления деталей, рабочие поверхности которых получили предельный износ. Эти технологии позволяют с малыми затратами времени и средств изготавливать по 3D - моделям детали различной сложности. Благодаря некоторым своим возможностям, аддитивные технологии являются более эффективными по сравнению, например, с технологиями восстановления деталей методами напыления или электродуговой наплавки. Широкое применение данных технологий позволит более эффективно решать проблемы снабжения сервисных предприятий в процессе ремонта различной техники [2].

В последние десятилетия в ТС различной техники получили применение нанотехнологии, которые рекомендуется использовать для восстановления изношенных деталей, а также для упрочнения их рабочих поверхностей, работающих в условиях трения и больших нагрузок [2].

Исследования в области модернизации ремонтного производства будут учитывать следующие два основных направления [3]:

- разработка современных средств и технологий ремонта машин на основе достижений в области ИТ;
- разработка современного технологического оборудования, работающего с использованием цифровых технологий при выполнении операций, для его применения различными ремонтными ремонтно-обслуживающими предприятиями, включая собственную базу по ТО и ремонту, имеющуюся у предприятий АПК.

**Выводы.** В настоящее время наряду с традиционными, получившими применение в производственной сфере в последние несколько десятилетий технологиями ТС и соответствующего им оборудования, разрабатываются и используются сервисными предприятиями инновационные технологии технического сервиса.

Применение в ТС таких инновационных технологий, как интеллектуальные, информационные, 3D-моделирование и нанотехнологии, даёт широкие возможности для реконструкции всей системы ТС, его технологических и организационных составляющих.

Кроме того, эффективное применение этих инноваций в производственной деятельности сервисных предприятий зависит от уровня квалификации специалистов в области организации и технологии ТС.

### Список литературы

1. Журавлев С.Ю. Современная концепция организации технического сервиса машин в АПК/ С.Ю. Журавлев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2021.- № 3 (89).2021. С. 119-125.
2. Журавлев С.Ю. Организация и технология технического сервиса сельскохозяйственной техники нового поколения/С.Ю. Журавлев//Вестник Алтайского государственного аграрного университета №7 (213), 2022.- С. 116-122.
3. Журавлев, С.Ю. Современные формы ремонта сельскохозяйственной техники (обзор)/ С.Ю. Журавлев// Известия Оренбургского государственного аграрного университета - № 3 (101). 2023 - Оренбургский государственный аграрный университет. С. - 139-146.

УДК 631.372

### СТЕНД ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ РАБОТЫ КЛИМАТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ

**Голубцов Павел Александрович**, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: nosk11l@inbox.ru

**Шмаков Богдан Артемович**, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: super.bogdan19786@yandex.ru

**Кузнецов Александр Вадимович**, научный руководитель, кандидат технических наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: kuznetsov1223@yandex.ru

**Аннотация:** Система кондиционирования воздуха в тракторах и автомобилях – это система, которая позволяет принудительно охлаждать поступаемый воздух в салон, а также устраняет посторонние запахи, что положительно влияет на микроклимат в салоне и самочувствие оператора транспортного средства. Перед нами стоит задача разработать учебный стенд климатической установки реально существующей техники, который позволяет реализовать заправку и разгрузку системы, и моделировать полный список возможных неисправностей.

**Ключевые слова:** система кондиционирования, учебное пособие, учебный стенд, ремонт, обслуживание

Система кондиционирования воздуха в тракторах и автомобилях – это система, которая позволяет принудительно охлаждать поступаемый воздух в салон, а также устраняет посторонние запахи, что положительно влияет на микроклимат в салоне и самочувствие оператора транспортного средства.

Впервые установка подобной системы на автомобиль была произведена в 1933 году в США в качестве дополнительной опции и устанавливалась исключительно на автомобили представительского класса, но первым автомобилем с заводской компоновкой кондиционера принято считать Packard 1939 года. Однако из-за своей дорогой стоимости, малой эффективности и громоздкой конструкции был мало популярен [1].

В 50-60 года система кондиционирования приняла известный нам вид, всё оборудование стало размещаться в подкапотном пространстве, а ее стоимость заметно снижалась. Таким образом, принципиальная схема работы автомобильной системы кондиционирования остается неизменной, начиная с 50-х годов.

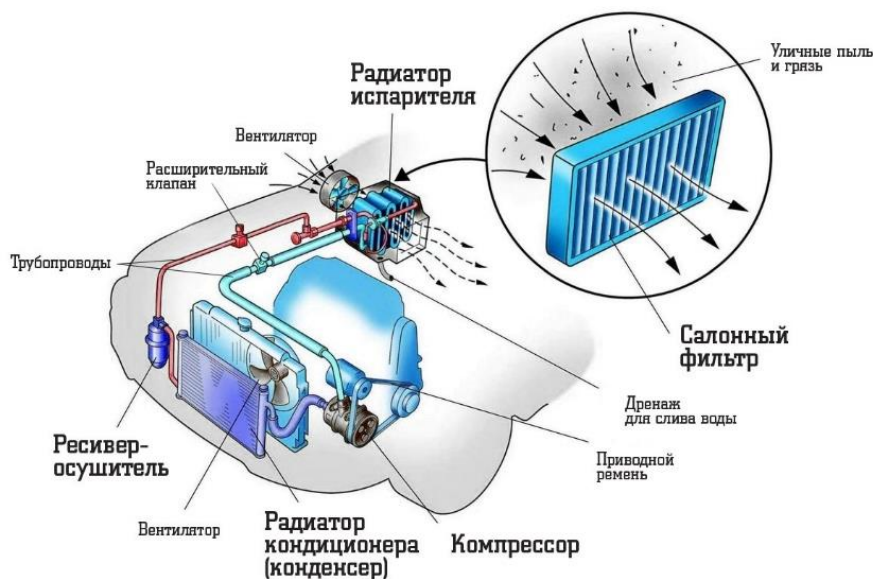
При включении кондиционера активируется электромагнитная муфта компрессора, и прижимной диск притягивается к шкиву компрессора. Шкив, который приводится в движение ремнём от коленчатого вала двигателя, вращается постоянно, даже когда кондиционер выключен.

Компрессор сжимает газообразный хладагент, в результате чего он сильно нагревается и направляется по трубопроводу в конденсатор. В конденсаторе горячий и сжатый хладагент охлаждается с помощью вентилятора. При движении автомобиля конденсатор дополнительно охлаждается потоками воздуха.

После охлаждения сжатый хладагент начинает конденсироваться и выходит из конденсатора в жидком состоянии. Затем жидкий фреон проходит через ресивер-осушитель, где от него отфильтровываются загрязнения (продукты износа компрессора, пыль, грязь и т.д.).

Далее жидкий хладагент высокого давления поступает в расширительный клапан, где он испаряется и переходит в состояние низкотемпературного и с низким давлением пара. Затем этот хладагент попадает в испаритель, где он вновь превращается в газообразное состояние (жидкий хладагент кипит при низком давлении, охлаждая стенки испарителя) и всасывается компрессором для повторного цикла.

Воздух через испаритель прогоняется вентилятором отопителя, при этом это может быть как наружный воздух, так и воздух из салона. Проходя через разветвлённую поверхность испарителя, воздух охлаждается, а влага из него конденсируется на испарителе, стекает в поддон и удаляется из салона[2].



**Рисунок 1 – Устройство кондиционера в автомобиле**

Однако следует отметить, что с развитием электроники, вырос и уровень сложности систем кондиционирования, что привело к появлению автоматизированных систем климат-контроля, для обслуживания которых необходимо обладать специальными навыками и компетенциям.

На данный момент существует достаточно большая номенклатура лабораторных стендов – тренажёров климатических установок автомобилей (рисунки 2 и 3), которые имеют различные типы конструкций, направленные на обучение отдельным навыком, начиная от диагностики системы, заканчивая заправкой хладагентом.



**Рисунок 2 – Учебный стенд для диагностики и заправки хладагентом**



**Рисунок 3 – Учебно-лабораторный стенд автомобильной климатической установки**

Однако данные системы не позволяют в полной мере моделировать работу климатической установки из-за своей узконаправленной специфики, что приводит к необходимости использования нескольких учебных стендов.

Целью нашей работы является расширение возможности использования стенда, повышение точность выполняемых измерений и безопасности проведения испытаний.

Перед нами стоит задача разработать учебный стенд климатической установки реально существующей техники, который позволяет реализовать заправку и разгрузку системы, и моделировать полный список возможных неисправностей.

Лабораторный стенд должен иметь возможность проведения комплекса практических работ по изучению электрической и кинематической схемы, принципов функционирования и режимов работы системы климат-контроля современного трактора или автомобиля. Стенд позволит сформировать первоначальные навыки по диагностированию, техническому обслуживанию и ремонту гидравлических и электрических схем [3].

Стенд представляет собой функционирующую модель системы отопления, охлаждения и вентиляции кабины трактора, оснащенного кондиционером и электронной системой климат-контроля. В качестве модели используется система трактора К-744. На стенде реализованы основные режимы работы: обогрев, охлаждение, рециркуляция, максимальный обогрев и максимальное охлаждение воздуха в салоне, с возможностью симуляции неисправностей и проведения диагностики.

Конструктивно стенд представляет собой металлическую раму из профильной трубы, на которой установлен каркас из металла с встроенной лицевой панелью, выполненной из анодированного алюминия. В основании рамы располагается радиатор системы кондиционирования с принудительным охлаждением, а также компрессор, приводимый в действие электродвигателем переменного тока, управляемым частотным преобразователем.

На лицевой панели установлены оригинальные блоки управления климатом от трактора, датчики температуры и давления, дефлекторы, термостат и система трубопроводов. Также на панели нанесена цветная электрическая схема методом металлографической печати.

Питание стенда осуществляется от сети 380 вольт из-за достаточно большой потребляемой мощности компрессором, без использования автономных источников тока внутри стенда. Блок управления питанием обеспечивает защиту от перегрузок, перенапряжений и предотвращает поражение электрическим током.

Компоновка и устройство электрооборудования стенда позволяют проводить:

1. **Изучение работы электронных систем кондиционирования.** Анализ взаимодействия различных компонентов системы на разных режимах.

2. **Изучение системы управления работой систем кондиционирования.** Исследование взаимодействия системы при введении различных управляющих воздействий.

**3. Подключение диагностического оборудования.** Проведение анализа работы электронных систем кондиционирования в различных штатных режимах с использованием диагностических инструментов.

**4. Анализ работы электронных систем кондиционирования с помощью диагностического оборудования.** Изучение реакции системы на внесенные неисправности, предусмотренные в конструкции стенда.

**5. Поиск и устранение неисправностей.** Использование диагностического оборудования для выявления и устранения проблем в работе системы.

6. Применение осциллографа для диагностики и выявления проблем.

Механическая часть стенда позволяет проводить:

**1. Изучение конструкции системы кондиционирования.** Ознакомление с основными компонентами системы: компрессор, конденсатор, испаритель, ТРВ, вентиляторы, составление схемы системы кондиционирования;

**2. Монтаж и демонтаж компонентов.** Практическое выполнение установки и снятия компрессора, конденсатора и испарителя. Обучение правильным методам подключения и отключения трубопроводов;

**3. Проверку герметичности системы.** Выполнение тестов на герметичность с использованием специального оборудования (например, вакуумного насоса и манометра).

Обучение методам поиска утечек хладагента;

**4. Изучение принципа работы компрессора.** Демонстрация работы различных типов компрессоров (поршневые, ротационные и т.д.). Изучение принципов их работы и диагностика возможных неисправностей;

**5. Измерение параметров работы системы.** Измерение температуры и давления на различных участках системы. Сравнение полученных данных с нормами и анализ работы системы;

**6. Обслуживание и профилактику системы.** Выполнение плановых работ по обслуживанию системы (чистка, замена масла и т.д.). Изучение графиков технического обслуживания;

**7. Диагностику и устранение неисправностей.** Проведение диагностики системы с использованием диагностического оборудования. Устранение выявленных неисправностей и тестирование системы после ремонта.

В связи с отсутствием на сегодняшний день готового учебного стенда по изучению климатической установки, удовлетворяющего всем потребностям при обучении, актуальной задачей является разработки и создание собственного учебного стенда с сохранением штатных узлов и агрегатов и внедрением имитации различных неисправностей.

### **Список литературы**

1. За рулем: интернет издание: сайт. Москва URL.<https://www.zr.ru/content/articles/904464-samy-e-pervye-vspominaem-novat/> (дата обращения 10.02.2025).

2. Программа самообучения «Автомобильные климатические установки» устройство и принцип действия. учебное пособие. Volkswagen AG, Wolfsburg, 2008. –73 с.

3. Коробкин, А. С. Совершенствование стенда для испытания автомобильных двигателей / А. С. Коробкин, П. А. Кузнецова, А. В. Крылов // Студенческая наука - взгляд в будущее: Материалы XVI Всероссийской студенческой научной конференции, Красноярск, 26 марта 2021 года. Том Часть 2. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2021. – С. 41-45. – EDN SLRHWR.

## ФОРМИРОВАНИЕ РЫНКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

**Данилина Алёна Владимировна**, студентка

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева», Москва,  
Россия

e-mail: efmalykha@rgau-msha.ru

**Малыха Екатерина Фёдоровна**, научный руководитель, кандидат экономических наук, доцент  
Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева», Москва,  
Россия

e-mail: efmalykha@rgau-msha.ru

**Аннотация.** Сельскохозяйственное производство страны решает важнейшие национальные задачи, обеспечивая продовольственную безопасность и импортозамещение. Рассмотрены актуальные особенности формирования рынка сельскохозяйственной техники на современном этапе цифровой трансформации аграрного производства и отечественного сельхозмашиностроения. В статье проведен анализ изменения цен на технику и их влияние на конечную продукцию. Проведен анализ обеспеченности сельскохозяйственных организаций тракторами и комбайнами по Российской Федерации.

**Ключевые слова:** рынок сельскохозяйственной техники, поддержанная техника, трансформация, импортозамещение

Особенности формирования рынка сельскохозяйственной техники оказывают влияние на развитие аграрного производства страны. Исследования, направленные на изучение особенностей формирования рынка сельскохозяйственной техники, темпов его обновления, а также разработка мер государственной поддержки агропромышленного комплекса и сельхозмашиностроения в целях сохранения продовольственной безопасности России, остаются на сегодняшний день одними из актуальных.

В статье использовались различные методы статистического анализа с использованием современной информационной базы отдельных региональных агропромышленных формирований и математический анализ с применением компьютерной техники и пакета программного продукта Microsoft Office Excel.

В сложной текущей ситуации экономического давления и действующих санкций западных стран рынок сельскохозяйственной техники испытывает ряд сложностей. В соответствии с особенностями формирования рынка сельскохозяйственной техники в условиях внешнеэкономических трудностей, ограничений в перемещении капитала из одной сферы материального производства в другую и рядом негативных проблем, назрела необходимость конкретных изменений [7].

Исходя из сложившейся ситуации, в качестве основных проблем формирования рынка сельскохозяйственной техники, можно выделить следующие:

- рост цен на тракторы, комбайны и агрегируемую технику, автомобили, электродвигатели;
- высокие цены на «неоригинальные» запасные части и комплектующие изделия;
- рост цен на горюче-смазочные материалы;
- увеличение сроков поставки запасных частей и комплектующих;
- повышение затрат производства, связанных с простоем техники.

Сегодняшние тенденции формирования рынка сельскохозяйственной техники, отражают низкий спрос на отечественную технику, связанную с низкой платёжеспособностью сельхозтоваропроизводителей и как следствие отсутствие возможности за счет собственных средств осуществлять расширенное воспроизводство.

На протяжении многих лет диспаритет цен на промышленную сельскохозяйственную продукцию остается одним из сдерживающих факторов эквивалентного обмена в аграрном производстве.

По полученным данным исследования, проведенного Международной консалтинговой компанией «Яков и Партнёры» в декабре 2023 – январе 2024 г. было проведено анкетирование 98 сотрудников (главных директоров, агрономов, главных инженеров) крупных (более 20 тыс. га) сельхозтоваропроизводителей. Часть респондентов, отметили возросшую, более чем в 2 раза – с 19 до

44% сложность, связанную с покупкой сельскохозяйственной техники и запасных частей, по сравнению с прошлым 2023 годом [2].

Наибольшие проблемы с закупкой присутствуют в сегменте тракторов и комбайнов: 89 и 81% респондентов соответственно. Важно отметить, что аграрии начали перестраивать взаимоотношения с поставщиками и искать новых партнеров.

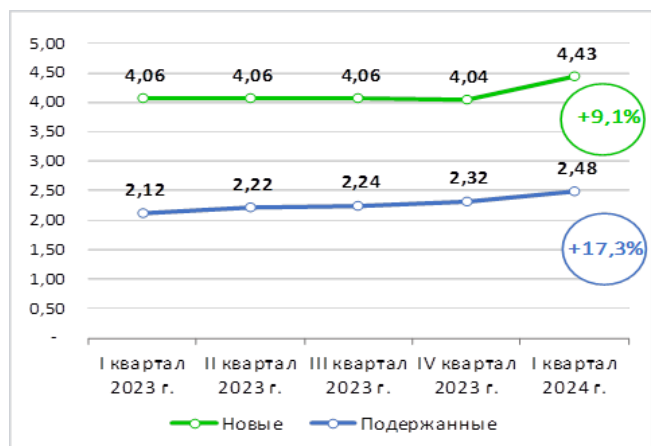
Каждый третий сельхозтоваропроизводитель столкнулся с нарушением договоров и невыполнением обязательств по ним или срывом заключения новых. Причинами, приводящими организации к таким ситуациям, являются повышение цен на сельскохозяйственную технику (84% опрошенных респондентов) и увеличением сроков поставок – практически каждая вторая, опрошенная организация (46% респондентов). [4]

В тоже время, сельхозтоваропроизводители отмечают нехватку работоспособной техники, как один из главных рисков бесперебойного процесса производства. При производстве продукции растениеводства низкая обеспеченность техникой стала вторым важным фактором, влияющим на процесс уборки урожая, после природно-климатических и погодных факторов.

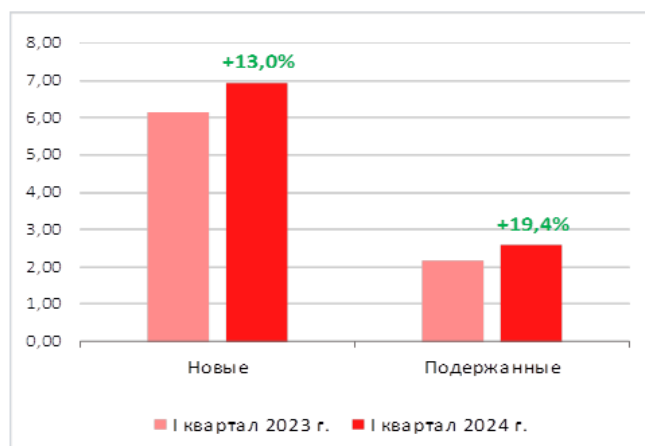
Расходы на использование и поддержание техники в работоспособном состоянии стали третьей по величине категорией проблем, которые повлияли на агробизнес в 2023 году - эту проблему отметили 31% опрошенных. На первом месте среди проблем аграрного производства с большим удельным весом преобладают - низкие цены на сельскохозяйственную продукцию (65%), на втором – стоимость ГСМ (36%). [1]

Результаты проведенного исследования в период с 2017 по 2023 годы, отражают динамичные изменения ценовых пропорций между двумя секторами агропромышленного комплекса, изменяясь, то в пользу сельского хозяйства, то в пользу первой сферы. В течение всего рассматриваемого периода и в настоящее время происходит постоянное удорожание продукции сельхозмашиностроения и запасных частей к ним. Диспаритет сложившийся в 1 сфере агропромышленного негативно влияет на рентабельность и конкурентоспособность сельскохозяйственных предприятий, усложняя их деятельность.

Данные представленные Национальным агентством промышленной информации (НАПИ) , позволяют сделать вывод о динамике цен на новую и поддержанную сельскохозяйственную технику. В первом квартале 2024 года средние цены на новую сельхозтехнику выросли на 9,1% по сравнению с первым кварталом прошлого года и составили 4,4 млн. руб. Средние цены на поддержанную сельхозтехнику за год выросли на 17,3%. и достигли 2,5 млн. руб.



Динамика средних цен на новую и поддержанную сельхозтехнику, млн. руб.



Динамика средних цен на новые и подержанные тракторы, млн. руб.

**Рисунок 1 – Динамика средних цен на новую и поддержанную технику. Источник: НАПИ (Национальное Агентство Промышленной Информации)**

Подержанная техника дорожает быстрее новой. К такому выводу пришли эксперты НАПИ.

В условиях постоянно растущих цен на горюче-смазочные материалы, сельхозтоваропроизводители сталкиваются с увеличением производственных затрат, что ставит под угрозу их финансовую стабильность. Ситуация требует от государства более активных мер поддержки в том числе субсидирование затрат на покупку ГСМ.

Значительный рост цен на сельскохозяйственную технику стал следствием резкого удорожания производства металла, выросли цены на разные наименования комплектующих, создавая ситуацию, когда доходы сельхозтоваропроизводителей от продаж продукции перестали покрывать расходы на приобретение необходимой техники.

По-прежнему, остается низким уровень технического обеспечения АПК по сравнению с этими же показателями анализируемыми в развитых странах. За пределами установленного амортизационного срока эксплуатируется: 73% тракторов, 59% зерноуборочных комбайнов, 56% кормоуборочных комбайнов. В результате ежегодно теряется 10-15% урожая [7]. В таблице 1 Обеспеченность сельскохозяйственных организаций тракторами и комбайнами по Российской Федерации в 2023 гг.

**Таблица 1 – Обеспеченность сельскохозяйственных организаций тракторами и комбайнами по Российской Федерации в 2019-2022гг.**

| Показатели                                        | 2020г. | 2021г. | 2022 г. |
|---------------------------------------------------|--------|--------|---------|
| Приходится тракторов на 1000 га пашни, штук       | 3      | 3      | 3       |
| Приходится пашни на 1 трактор, га                 | 349    | 363    | 372     |
| Приходится на 100 тракторов, штук                 |        |        |         |
| плугов                                            | 28     | 28     | 28      |
| культиваторов                                     | 40     | 40     | 39      |
| в том числе комбинированных агрегатов             | 5      | 5      | 5       |
| борон                                             | 242    | 228    | 216     |
| машин для посева                                  | 41     | 41     | 40      |
| Приходится комбайнов на 1000 га посевов (посадки) |        |        |         |
| зерноуборочных                                    | 2      | 2      | 2       |
| кукурузоуборочных                                 | 0      | 0      | 0       |
| картофелеуборочных                                | 15     | 14     | 14      |
| льнауборочных                                     | 9      | 13     | 13      |
| Свеклоуборочных машин (без ботвоуборочных)        | 2      | 2      | 2       |

**Источники: данные Росстат РФ [10].**

Обеспеченность сельскохозяйственных организаций тракторами и комбайнами подтверждает, что в 2020-2022 г.г. в России на 1000 га пашни приходилось лишь 3 трактора, нагрузка пашни на один трактор увеличивается [3].

Анализ данных, представленных в табл. 2, подтверждает тенденцию снижения парка тракторов и комбайнов в сельском хозяйстве Российской Федерации за период с 2020-2022 гг., отражая низкий спрос сельхозтоваропроизводителей связанный с низкой прибыльностью их деятельности. Приведем некоторые данные, полученные расчетным путем, используя материалы Росстата за 2023 год (таблица 2).

**Таблица 2– Суммарные мощности и общее количество тракторов, включая специальные в РФ**

| Федеральные округа | Суммарная энергетическая мощность (включая все тракторы, комбайны, автомобили, электродвигатели), л.с. | Общая энерговооруженность 100 гектаров пашни (включая все тракторы, комбайны, автомобили, электродвигатели), л.с. | Энерговооруженность 100 гектаров, (тракторная, без учета специальных тракторов) л.с. | Средняя мощность единицы тракторного парка (с учетом специальных тракторов), л.с. |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Центральный        | 23 288 312,0                                                                                           | 143                                                                                                               | 44                                                                                   | 153                                                                               |
| Северо-Западный    | 3 590 410,0                                                                                            | 272                                                                                                               | 85                                                                                   | 129                                                                               |
| Южный              | 16 291 675,0                                                                                           | 120                                                                                                               | 37                                                                                   | 139                                                                               |

|                         |              |     |    |     |
|-------------------------|--------------|-----|----|-----|
| Северо-Кавказский       | 4 827 911,0  | 108 | 35 | 142 |
| Приволжский             | 23 051 901,0 | 94  | 31 | 145 |
| Уральский               | 4 882 976,0  | 94  | 31 | 148 |
| Сибирский               | 12 516 641,0 | 85  | 26 | 152 |
| Дальневосточный         | 2 415 464,0  | 110 | 38 | 162 |
| По Российской Федерации | 90 865 292,0 | 110 | 35 | 146 |

*Источники: данные Росстат РФ [10].*

По данным таблицы видно, что энергообеспеченность на 100 га пашни, в аграрном секторе Российской Федерации, отличается по Федеральным округам, и находится в пределах от 85 до 272 л.с.

Энергообеспеченность на 100 гектаров пашни, рассчитанная только по энергетике тракторов (без учета тракторов, оснащенных спецоборудованием), будет в пределах от 26 до 85 л.с. в зависимости от Федерального округа. Примерно один трактор Т-25 на 100 гектаров (в Сибирском округе) или один трактор МТЗ-80 на 100 гектаров (в Северо-Западном) на 100 га пашни. А если брать Центральный, Южный, Приволжский, Сибирский округа, в которых сосредоточено порядка 82% тракторов, то эти цифры находятся в пределах 26-44 л.с на 100 гектаров пашни [7].

Согласно данным Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии тракторы общего назначения и универсально-пропашные относятся к пятой группе в классификаторе основных средств, включаемых в амортизационные группы, и относятся к имуществу со сроком полезного использования свыше 7 лет до 10 лет включительно.

Исходя из этого, согласно данным таблицы 2, при имеющихся значениях коэффициентов обновления, лежащих в диапазоне от 3,3 до 4,8 по различным округам, каждый трактор должен работать не меньше 20-30 лет, чтобы не уменьшался общий парк, занятый в аграрном секторе. С учетом, что в настоящее время почти 70% тракторного парка находятся за пределами срока амортизации, можно прогнозировать дальнейшее снижение парка и увеличения дефицита техники.

При этом низкая покупательная способность сельхозпредприятий снижает спрос на новую технику. Представленные данные подтверждают тенденцию снижения парка тракторов и комбайнов в сельском хозяйстве в будущем времени.

Таким образом, по-прежнему выбытие сельскохозяйственной техники несколько превышает поставки новой техники, что и способствует снижению общего парка техники. Настоящее положение дел наглядно подтверждает необходимость действенной поддержки со стороны государства процесса технического переоснащения сельскохозяйственного производства и увеличения парка сельскохозяйственной техники [1,7].

Особенность формирования рынка сельскохозяйственной техники, связанная с опережающими темпами выбытия по сравнению с темпами покупки новой техники, влечет сокращение технического потенциала аграрного производства. Это приводит к необходимости новых мер поддержки отечественного сельхозмашиностроения, способствующих росту количества единиц сельскохозяйственной техники и переоснащению аграрного производства.

### Список литературы

1. Кузьмин В.Н. Оценка машинно-тракторного парка в сельском хозяйстве Российской Федерации // Экономика сельского хозяйства России. – 2024. – № 5. – С. 8-15. – DOI 10.32651/245-8. – EDN UCGZFX. 10.18384/2310-6646-2023-2-59-70. – EDN KTHWVN.
2. Бурак П.И., Голубев И.Г. Обновление парка сельскохозяйственной техники в рамках ведомственного проекта «Техническая модернизация агропромышленного комплекса // Техника и оборудование для села. – 2023. – № 7(313). – С. 2-7. – DOI 10.33267/2072-9642-2023-7-2-7. – EDN JZCGZX.
3. Черноиванов В.И., Денисов В.А., Катаев Ю.В. и др. Новая стратегия технического обслуживания и ремонта машин // Техника и оборудование для села. 2021. № 9(291). С. 33-36. DOI 10.33267/2072-9642-2021-9-33-36. EDN DQBNRT.
4. Федотов А.В., Веселовский М.Я., Фатдаков Р.В. и др. Проблемы развития регионального машиностроения в контексте необходимости импортозамещения // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. – 2023. – № 2. – С. 59-70. – DOI

5. Катаев Ю.В., Малыха Е. Ф. Экономическое обоснование оптимального состава машинно-тракторного парка в растениеводстве // Экономика сельского хозяйства России. – 2019. – № 3. – С. 76-80. – DOI 10.32651/193-76. – EDN ZADZMD.

6. <https://rosstat.gov.ru/>

УДК 628.134

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЗАПОЛНЕНИЕМ ВОДОНАПОРНОЙ БАШНИ

**Дифенбах Екатерина Александровна**, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: eKaterina.difenbah@yandex.ru

**Долбаненко Владимир Михайлович**, научный руководитель, кандидат технических наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: dwm-82@mail.ru

**Аннотация.** В статье описана роль воды в жизнедеятельности сельскохозяйственных животных и птицы, проведен анализ существующих систем управления заполнением бака водонапорной башни, приведены нормы потребления воды в расчете на одно сельскохозяйственное животное и птицу, представлена конструктивная схема системы управления заполнением бака водонапорной башни, приведена схема устройства клапана управляющего работой водоподъемного насоса, рассмотрены особенности работы разработанного управляющего клапана, описаны его достоинства.

**Ключевые слова:** вода, водонапорная башня, животное, система, клапан, управление, уровень, давление, реле

Главенствующая роль в увеличении продуктивности сельскохозяйственных животных, несомненно, связана с их качественным кормлением. Но при этом следует не забывать о такой немаловажной составляющей процесса жизнедеятельности сельскохозяйственных животных как их поение. Вода является жизненно необходимой для всех животных, причем потребность в ней зачастую в 2...3 раза превышает скармливаемое количество корма. Абсолютно все процессы, возникающие в ходе жизнедеятельности в организме животного, требуют для своего осуществления наличия, в необходимом количестве так называемого водного раствора, в котором должны содержаться как органические, так и неорганические вещества. Такие процессы как процессы усвоения пищи (пищеварения), а также процессы, направленные на протекание синтеза веществ происходящего непосредственно внутри клеток организма животного, требуют для своего протекания наличия воды. В таблице 1 представлены нормы потребления воды в расчете на одно сельскохозяйственное животное (птицу) [1].

Следовательно, для достижения вышеуказанных целей, следует бесперебойно обеспечивать всех сельскохозяйственных животных водой, не только в достаточном для них количестве, но и водой установленного качества. В качестве водонапорных сооружений для снабжения водой животных на животноводческих предприятиях, как правило, используются водонапорные башни.

Принцип работы любого типа водонапорной башни одинаков. Он состоит из нескольких этапов:

- вода при помощи насосов по трубопроводам подается из наземных и подземных водоисточников в резервуар водонапорной башни;

- из резервуара водонапорной башни вода под необходимым давлением (напором), зависящим от высоты водонапорной башни, подается в трубопроводы системы водопровода;

- при малых расходах воды, например, ночью, бак (резервуар) водонапорной башни постепенно заполняется водой. В момент наполнения, то есть, когда уровень воды достигает максимального значения, водоподающий насос посредством сигнала, поступающего от датчика, прекращает подачу воды;

- вода из бака водонапорной башни при ее потреблении постепенно заканчивается. В тот момент, когда уровень воды достигнет минимального, датчик подает сигнал на включение водоподающего насоса и происходит заполнение емкости бака водонапорной башни;

- при возникновении аварийных ситуаций таких, например, как прекращение подачи электричества, то есть, когда водоподающий насос прекращает работать, водопотребители будут получать так называемую «резервную» воду [2].

Применяемые в настоящее время современные технические средства позволяют автоматизировать процесс заполнения водой баков водонапорных башен. Но зачастую при эксплуатации водонапорных башен уповают на наличие в баке водонапорной башни переливной трубы, позволяющей так сказать воочию, запечатлеть момент заполнения бака. Это связано с возникающими отказами средств автоматики и образовании вследствие этого наледи на внешних боковых стенках баков водонапорных башен. Для осуществления контроля за наполнением баков водонапорных башен, и, в частности, довольно широко распространенных башен Рожновского, в настоящее время получили следующие устройства: поплавковые датчики, емкостные датчики, устанавливаемые в стенки, а также крышки баков, бесконтактные ультразвуковые датчики, кондуктивные, гидростатические датчики уровня и гидростатические датчики давления.

**Таблица 1 – Нормы потребления воды в расчете на одно сельскохозяйственное животное (птицу)**

| Вид и группа животных и птицы            | Расход воды, л |             |
|------------------------------------------|----------------|-------------|
|                                          | всего          | на поение   |
| <b>Коровы:</b>                           |                |             |
| молочные                                 | 100            | 65          |
| мясные                                   | 70             | 65          |
| <b>Бычки и нетели</b>                    | 60             | 40          |
| <b>Молодняк, мес.:</b>                   |                |             |
| до 6                                     | 20             | 10          |
| старше 6                                 | 30             | 25          |
| <b>Свиньи:</b>                           |                |             |
| супоросные и холостые                    | 25             | 12          |
| подсосные матки с приплодом              | 60             | 20          |
| отъемыши                                 | 5              | 2           |
| молодняк                                 | 15             | 6           |
| <b>Овцы, козы:</b>                       |                |             |
| взрослые                                 | 10             | 8           |
| молодняк                                 | 5              | 4           |
| <b>Лошади:</b>                           |                |             |
| жеребцы производители                    | 70             | 45          |
| кобылы с жеребятами                      | 80             | 65          |
| кобылы, мерины и молодняк старше 1,5 лет | 60             | 50          |
| молодняк до 1,5 лет                      | 45             | 35          |
| <b>Кролики</b>                           | 3              | 3           |
| <b>Куры:</b>                             |                |             |
| яичных и мясных пород                    | 0,46...0,51    | 0,27...0,38 |
| молодняк 1...150 дней                    | 0,25...0,37    | 0,15...0,31 |
| <b>Индийки:</b>                          |                |             |
| взрослые                                 | 1,31           | 0,82...1,0  |
| молодняк 1...120 дней                    | 0,69...0,84    | 0,46...0,7  |
| <b>Утки:</b>                             |                |             |
| взрослые                                 | 0,9            | 0,55...0,75 |
| молодняк 1...180 дней                    | 0,51...0,85    | 0,32...0,72 |
| <b>Гуси:</b>                             |                |             |
| взрослые                                 | 1,59           | 0,94...1,3  |
| молодняк 1...180 дней                    | 0,67...1,2     | 0,46...1,0  |

Следует отметить, что датчики, которые установлены в стенки баков плохо работают в виду возможного образования наледи на боковых стенках бака. Кондуктивные датчики тоже обладают существенным недостатком, связанным с тем, что при пониженной температуре проводимость воды, имеющейся в баке, значительно снижается, а при наличии наледи на щупе такого датчика, его работоспособность падает до нуля.

Для установки емкостных датчиков, которые размещаются в крышках баков водонапорных башен, следует обеспечить подачу электрического тока на самый верх башни, что довольно затруднительно при наличии частых ветров и возможного обледенения питающих кабелей.

Бесконтактные ультразвуковые датчики лишены вышеперечисленных недостатков, но они обладают довольно большой стоимостью.

Если рассматривать поплавковые датчики, то следует отметить их достаточно хорошую работоспособность, но она сводится к минимуму при обмерзании датчика верхнего уровня в момент его нахождения в свободном состоянии, то есть при пониженном уровне воды в баке водонапорной башни.

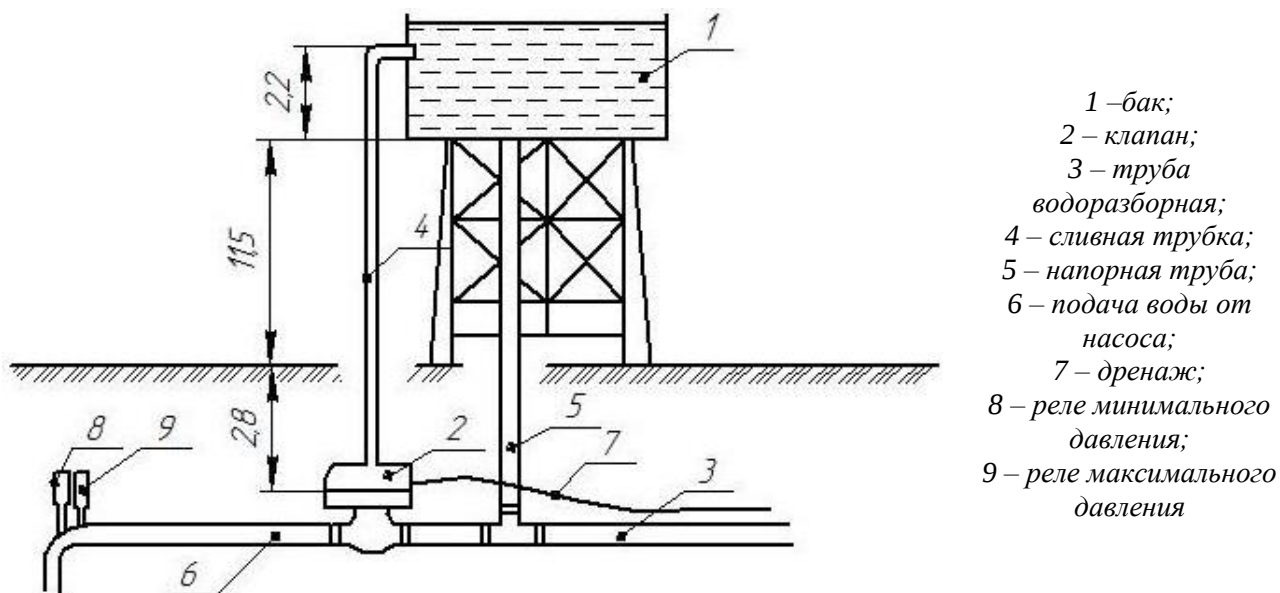
Гидростатические датчики осуществляют контроль за наполнением бака водонапорной башни путем измерения давления столба воды, находящейся в водонапорной башне. Гидростатические датчики выгодно отличаются от рассмотренных ранее датчиков тем, что они размещаются в нижней части водонапорной башни или даже в колодце, где установлена водопроводная арматура, при этом отпадает необходимость в размещении электрического кабеля на корпусе водонапорной башни, а также обеспечивается незамерзание датчика вследствие отсутствия условий для льдообразования. Для того чтобы иметь возможность контролировать заполнение водой бака водонапорной башни при помощи гидростатических датчиков их можно размещать на сливной трубе. Исходя из этого можно прийти к заключению о том, что гидростатические датчики являются наилучшими для обеспечения контроля за наполнением водой баков водонапорных башен Рожновского.

Управление заполнением водонапорных башен, как правило, осуществляется по сигналу, поступающему от датчиков уровня, верхнего и нижнего, установленных в баке водонапорной башни. Датчики уровня могут управлять с помощью поплавкового механизма, расположенного непосредственно внутри бака водонапорной башни. Применение в схеме управления работой насоса датчиков уровня, управляемых поплавковым регулятором, вертикально перемещающимся по своей направляющей, имеет такие существенные недостатки как: 1. поплавок занимает некоторую часть внутреннего объема бака водонапорной башни, которая при его отсутствии может быть занята водой; 2. недостаточная надежность, связанная с возможностью зависания поплавка в одном положении вследствие попадания загрязнений на направляющую поплавка; 3. невозможность работы при обмерзании датчика верхнего уровня в момент его нахождения в свободном состоянии, то есть при пониженном уровне воды в баке водонапорной башни.

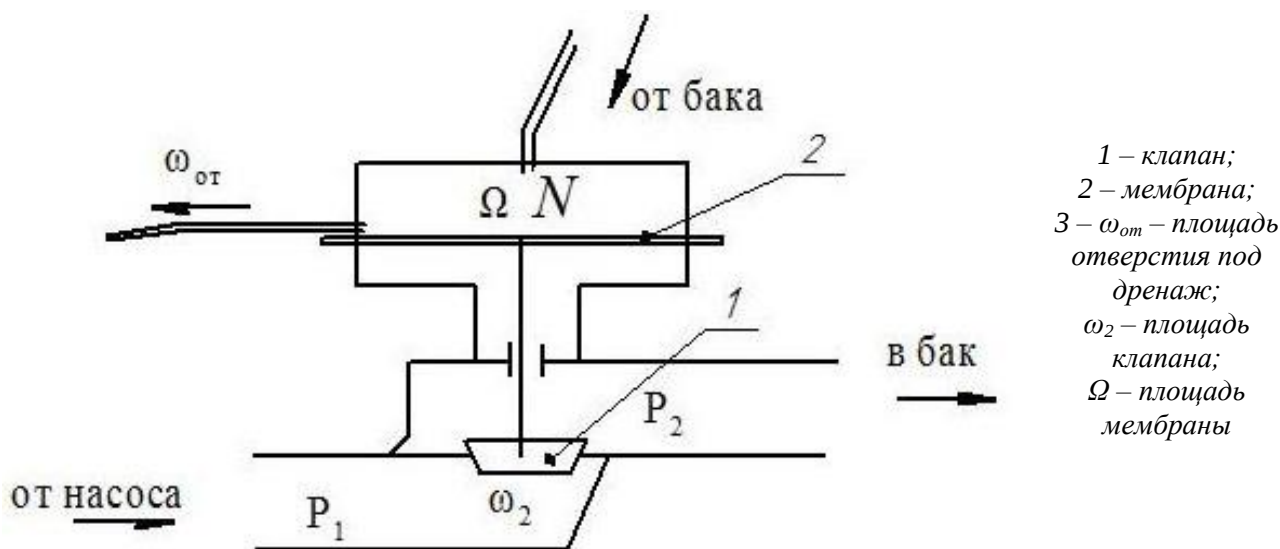
Хотя и затраты на оснащение водонапорной башни гидростатическими датчиками практически в два раза выше, чем при использовании поплавковых датчиков, они более просты в монтаже и более надежны в эксплуатации, что играет решающую роль в обеспечении такого важнейшего процесса как бесперебойное водоснабжение.

Исходя из вышеприведенных недостатков, следует усовершенствовать систему управления заполнением бака водонапорной башни, путем внедрения конструкции клапана, управляющего работой насоса, применение данного управляющего клапана позволит повысить эффективность работы автоматической системы водоснабжения. Схема установки клапана относительно водонапорной башни представлена на рисунке 1, а схема работы разработанной конструкции управляющего клапана на рисунке 2.

Рабочий процесс управляющего клапана осуществляется следующим образом. Вода по трубе 6 направляется через клапан 2 (см. рисунок 1) в трубы 3 и 5, по трубе 5 вода попадает в бак 1 водонапорной башни, а по трубе 3 направляется непосредственно потребителям. При достижении максимального уровня воды в баке 1 водонапорной башни, вода, попадая по трубе 4, в клапан 2 (см. рисунок 1) осуществляет давление на мембрану 2, непосредственно связанную через шток с клапаном 1 (см. рисунок 2). В тот момент, когда вода заполнит всю трубу 4, избыточное давление воды в этой трубе (см. рисунок 1) осуществит свое воздействие на мембрану 2, что приведет к закрытию клапана 1 (см. рисунок 2). Работа водоподающего насоса еще не завершена и, следовательно, вода все еще подается в трубу 6. При этом вследствие перекрытия клапана 2 подача воды в бак 1 водонапорной башни через трубу 5 невозможна, что приводит к повышению давления в трубопроводе 6 и реле максимального давления 9 отключит водоподающий насос, имеющий привод от электродвигателя. Вода из верхней части корпуса клапана 2 по дренажной трубке 7 стекает обратно в водисточник. При понижении уровня воды в баке 1 водонапорной башни реле минимального давления 8 подает сигнал на включение водоподающего насоса (см. рисунок 1). Процесс повторяется с частотой, зависящей от разбора воды водопотребителями.



**Рисунок 1 – Схема установки клапана относительно водонапорной башни (размеры даны в метрах)**



**Рисунок 2 – Схема работы клапана: 1 – клапан; 2 – мембрана; 3 –  $\omega_{от}$  – площадь отверстия под дренаж;  $\omega_2$  – площадь клапана;  $\Omega$  – площадь мембраны**

Представленная система управления заполнением водонапорной башни обладает преимуществами перед уже существующими системами, так как в конструкции самой водонапорной башни отсутствуют какие-либо электроклапаны, имеющие поплавковое управление, также в виду их отсутствия нет необходимости в подаче электрического тока, что, несомненно, положительным образом сказывается на обеспечении требований электробезопасности, еще одним важнейшим достоинством является то, что разработанный клапан устанавливается непосредственно на трубе, подающей воду в бак водонапорной башни из водоисточника и, следовательно, исключается возможность его обмерзания (обледенения) в процессе работы.

#### Список литературы

1. Дегтерев, Г. П. Технологии и средства механизации животноводства / Г. П. Дегтерев. – Москва: Столичная ярмарка, 2010. – 384 с.
2. Матюшенко, А. И. Сельскохозяйственное водоснабжение и обводнение территорий / А. И. Матюшенко, Т. Я. Пазенко, Т. А. Курилина. – Красноярск Сиб. федер. ун-т, 2023. – 152 с.

## РОЛЬ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

**Коваль Юлия Витальевна**, студент

Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

e-mail: arkadiam2002@gmail.com

**Карпенко Мария Сергеевна**, научный руководитель

Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

e-mail: arkadiam2002@gmail.com

**Аннотация.** Капельное орошение является одной из самых эффективных и экономичных технологий, используемых для орошения сельскохозяйственных культур, особенно в условиях ограниченных водных ресурсов и переменчивого климата. Технология позволяет значительно повысить эффективность использования воды, улучшить урожайность и снизить негативное воздействие на окружающую среду. В статье рассмотрены основные принципы работы капельного орошения, его преимущества и недостатки, а также примеры успешного применения данной технологии в сельском хозяйстве Краснодарского края.

**Ключевые слова:** капельное орошение, водные ресурсы, сельское хозяйство, Краснодарский край, эффективность, технологии, водосбережение, устойчивое развитие

Сельское хозяйство Краснодарского края является важнейшей отраслью экономики региона, производящей широкий спектр сельскохозяйственной продукции. Однако с изменением климата и увеличением потребности в водных ресурсах, задача эффективного использования воды в аграрном секторе становится все более актуальной. Капельное орошение представляет собой одну из самых перспективных и ресурсосберегающих технологий, способствующих экономии воды, улучшению структуры почвы и увеличению урожайности. Эта технология особенно важна для Краснодарского края. Краснодарский край является регионом с интенсивным сельскохозяйственным производством и разнообразием культур, и они подвергаются различным климатическим рискам. [2,3]

Капельное орошение (или капельный полив) представляет собой систему, при которой вода подается непосредственно к корням растений через трубопроводы с регулируемыми капельницами (рис. 1). Это позволяет значительно снизить потери воды, которые обычно имеют место при использовании традиционных методов орошения, таких как дождевание или поверхностное орошение. Вода поступает дозированно и в нужных количествах, обеспечивая растения необходимым количеством влаги.



*Рисунок 1 - Капельное орошение (или капельный полив)*

Система капельного орошения включает в себя несколько ключевых элементов, обеспечивающих эффективную и рациональную подачу воды к растениям. Одним из основных компонентов является источник воды, который может представлять собой реки, водохранилища или артезианские скважины. Водные ресурсы служат базой для водоснабжения, обеспечивая стабильный

поток воды, необходимый для функционирования орошения. Следующим важным элементом является насосная станция, предназначенная для подачи воды в систему. Насосная станция обеспечивает необходимое давление и поток воды, позволяя доставить воду от источника к распределительным трубопроводам, что важно для поддержания нормального функционирования всей системы орошения. [4,6] Трубопроводы играют роль распределительных каналов, по которым вода поступает на обрабатываемую площадь. Трубопроводы могут быть выполнены из различных материалов, в зависимости от особенностей эксплуатации системы и условий местности. Ключевым компонентом системы является капельница.

Внедрение капельного орошения представляет собой эффективное решение для значительного снижения потребления водных ресурсов, а также для улучшения качества сельскохозяйственного урожая посредством обеспечения равномерного распределения влаги по корневой системе растений. Вода подается непосредственно к корням растений, что минимизирует потери воды из-за испарения и стока, которые характерны для традиционных методов орошения, таких как дождевание или поверхностное орошение. Использование капельного орошения позволяет сократить расход воды на 30-50% по сравнению с вышеупомянутыми методами. [1,5]

Кроме того, при применении капельного орошения на поверхности почвы отсутствует избыточная влага, что предотвращает вымывание питательных веществ и эрозию почвы, часто возникающие при использовании традиционных методов орошения. Это способствует сохранению структуры почвы и улучшению её водоудерживающих и аэрационных свойств, что является важным фактором для поддержания долгосрочной продуктивности сельскохозяйственных угодий.

Метод капельного орошения дает возможность комбинировать орошение с внесением удобрений, реализуя технологию фертирригации. Это позволяет значительно повысить эффективность использования удобрений, поскольку они поступают непосредственно к корням растений, минимизируя их потерю, что снижает негативное воздействие на окружающую среду и способствует оптимальному использованию внесенных в почву питательных веществ.

Краснодарский край, как один из крупнейших сельскохозяйственных регионов России, активно использует капельное орошение для повышения эффективности водопользования в аграрном секторе. Регионы с ограниченными водными ресурсами, такие как юг края, особенно нуждаются в внедрении таких технологий.

Примером успешного применения капельного орошения является внедрение системы полива на виноградниках и овощных плантациях в Краснодарском крае. На базе крупных агрохолдингов и сельскохозяйственных предприятий региона были разработаны и внедрены капельные системы для орошения виноградников, что позволило значительно сократить расход воды и повысить урожайность винограда, особенно в засушливые годы. Применение капельного орошения на виноградниках также позволяет улучшить качество плодов, минимизируя воздействие на растения и обеспечивая их равномерным поливом.

Примером успешного применения капельного орошения также является сельскохозяйственное предприятие в Темрюкском районе, где внедрение капельного полива позволило снизить потребление воды на 40% при выращивании овощных культур, таких как помидоры и огурцы.

Несмотря на многочисленные преимущества, капельное орошение имеет и свои ограничения. Высокая начальная стоимость установки системы, необходимость в регулярном обслуживании и возможные проблемы с засорением капельниц требуют значительных затрат и ресурсов. В Краснодарском крае, где почвы могут содержать высокое количество солей и песка, данные проблемы становятся особенно актуальными. Для успешной эксплуатации системы необходимы фильтры и устройства для защиты от засорений.

Перспективы развития капельного орошения в Краснодарском крае связаны с дальнейшим внедрением инновационных технологий. Современные разработки, такие как автоматизированные системы управления поливом, основанные на данных о влажности почвы и климатических условиях, позволят повысить точность и эффективность орошения. Также важно продолжать работы по улучшению фильтрации воды, что снизит расходы на обслуживание систем.

Капельное орошение является эффективным и ресурсосберегающим методом, который позволяет значительно повысить эффективность использования водных ресурсов в сельском хозяйстве Краснодарского края. Примеры успешного применения данной технологии на виноградниках и овощных плантациях подтверждают её высокую экономическую и экологическую эффективность. Однако для дальнейшего развития капельного орошения необходимы инвестиции в

модернизацию инфраструктуры, а также совершенствование нормативно-правовой базы и стимулирование внедрения инновационных технологий.

#### Список литературы

1. Карпенко, М. С. Усовершенствованного окислительного процесса (ООП) при очистке сточных предприятий виноделия / М. С. Карпенко // Актуальные проблемы использования почвенных ресурсов и пути оптимизации антропогенного воздействия на агроценозы: цифровизация, экологизация, основы органического земледелия : материалы международной научно-практической конференции, Персиановский, 26 октября 2023 года. – Персиановский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Донской государственный аграрный университет", 2023. – С. 213-216. – EDN OLUMJB.
2. Орехова, В. И. Автоматизированные системы орошения виноградников на Кубани / В. И. Орехова, М. С. Карпенко // Инженерное обеспечение инновационного развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной памяти кандидата технических наук, доцента Виталия Александровича Носкова, Ижевск, 20 декабря 2022 года. – Ижевск: Удмуртский государственный аграрный университет, 2022. – С. 36-40. – EDN FHAYLW.
3. Карпенко, М. С. Инновационная технология производства животноводческой продукции / М. С. Карпенко // Экология, окружающая среда и здоровье человека: XXI век : Материалы региональной научной конференции школьников, студентов и молодых ученых, Красноярск, 31 октября 2023 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2024. – С. 161-163. – EDN BYERFX.
4. Карпенко, М. С. Технологии рекультивации и лесопаркового обустройства деградированных территорий / М. С. Карпенко // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий : Сборник IX Всероссийской (национальной) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 20 декабря 2024 года. – Новосибирск: ИЦ НГАУ "Золотой колос", 2024. – С. 261-264. – EDN OCLIOV.
5. Карпенко, М. С. Повторное использование сточных вод в сельском хозяйстве / М. С. Карпенко, В. И. Орехова // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Сборник статей по материалам 79-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2023 год. В 2-х частях, Краснодар, 25 апреля 2024 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2024. – С. 486-487. – EDN FOREJD.
6. Семерджян, А. К. Опыт проектирования и строительства систем капельного орошения в Краснодарском крае / А. К. Семерджян, А. В. Бень // Природообустройство. – 2018. – № 4. – С. 85-88. – DOI 10.26897/1997-6011/2018-4-85-88. – EDN YMBOJF.

УДК 631.3.004.5

#### МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК

**Крашенинин Константин Леонтьевич**, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: Sergeig1961@mail.ru

**Журавлев Сергей Юрьевич**, научный руководитель, кандидат технических наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: Sergeig1961@mail.ru

**Аннотация.** Целью исследований, представленных в статье, является анализ теоретических и практических рекомендаций в области переоснащения и адаптации базы технического сервиса (ТС) машин АПК к современным требованиям в области технической эксплуатации сельскохозяйственной техники. Объектом исследований является современное состояние материально-технической базы ТС машин и оборудования АПК, а также пути её модернизации.

**Ключевые слова:** база технического сервиса, ремонтно-обслуживающие предприятия, технологии обслуживания и ремонта, технологическое оборудование, сельскохозяйственная техника

Имеющийся в распоряжении сельхозпроизводителей машинно-тракторный парк (МТП) и база технического сервиса относятся к основным факторам, отрицательно влияющим на процесс модернизации материально-технической базы действующих в настоящее время предприятий АПК России. Эти негативные явления обусловлены, прежде всего, утратой сложившейся в своё время системы материально-технического обеспечения сельхозпроизводства машинами и оборудованием и последующего их обслуживания, и ремонта, а также снижением эффективности работы структуры ИТР АПК. Анализ современного уровня инженерно-технического обеспечения различных сфер деятельности сельхозпроизводителей дает возможность утверждать, что эффективность использования поставляемой потребителям сельскохозяйственной техники напрямую зависит от решения проблемы реорганизации материально-технической базы технического сервиса в АПК с внедрением современных технологий и оборудования для обслуживания и ремонта машин.

Положение дел в области оказания сервисных услуг сельхозтоваропроизводителям в настоящее время позволяет утверждать, что эффективность работы существующих сервисных предприятий невысока, заинтересованность в развитии возможных взаимовыгодных взаимоотношений с ними у руководителей сельхозпредприятий также низкая. Одной из причин этих негативных явлений является (кроме высоких цен на услуги) неуверенность клиентов в надежности гарантийных обязательств предприятий ТС по безотказной работе различной техники, которую обслуживали или ремонтировали сотрудники существующих сервисных предприятий различных форм организации производственного процесса. По ряду отмеченных причин большая часть работ по ТО и ремонту сельхозтехники выполняется в сохранившихся у предприятий АПК ремонтных мастерских, которые зачастую не имеют необходимого технологического оборудования и специалистов по ремонту сложных по конструкции агрегатов машин, поэтому ремонт и обслуживание техники проводятся в объёме, не соответствующем требованиям нормативно-технической и конструкторской документации [1].

Модернизация ремонтно-обслуживающей базы ТС в АПК должна осуществляться поэтапно с целью решения основной, важнейшей задачи – обеспечение максимально возможного работоспособного состояния МТП сельхозпроизводителей. При этом желательно учитывать опыт стран с эффективной системой материально-технического оснащения АПК и современной организацией технического сервиса.

Для осуществления модернизации базы ТС в настоящее время должны решаться следующие задачи [2]:

- активизация процесса стимулирования развития сферы ТС на рыночной основе с опорой на законодательство, жестко регламентирующее механизм поставок техники предприятиям АПК с обязательной организацией её сервисного гарантийного и послегарантийного сопровождения, осуществляемого с использованием возможностей фирменного сервиса официальных представителей заводов-производителей, независимых дилерских компаний, работающих на договорной основе с производителями, и других участников процесса, а также за счёт использования базы ТС самих потребителей техники и оборудования;

- дальнейшее формирование и совершенствование структуры фирменного ТС, в которой основным контролирующим организацию оказания услуг органом является завод - производитель. Региональные фирменные центры, занимающиеся поставками, обслуживанием и ремонтом машин определенных марок либо уже созданы на базе существующих ремонтно-технических предприятий, либо создаются вновь и укомплектовываются обслуживающим персоналом и необходимым технологическим оборудованием, и оснасткой. Филиалы головных центров - дилерские пункты для максимального сокращения расстояния и удобства сельхозпроизводителей организованы или организуются в качестве структур регионального и районного значения. В этих структурах завод-производитель может выступать в качестве акционера. Организация гарантийного и послегарантийного сервиса в структуре фирменного ТС основывается на договорной основе между различными производителями сельскохозяйственной техники и ремонтно-обслуживающими предприятиями того или иного уровня и охвата предприятий АПК и других потребителей продукции заводов;

- дальнейшее стимулирование процесса организации ТС на базе независимых дилерских центров, самостоятельно заключающих договора с производителями на поставку и последующее гарантийное и послегарантийное сопровождение машин и оборудования.

Для решения означенных выше задач необходимо осуществить следующие мероприятия [2]:

- провести модернизацию существующих и реорганизацию новых предприятий по полному комплектованию ремонту двигателей и других агрегатов сельхозтехники, основываясь при этом

на разработку и внедрение инновационных технологий, способных придать послеремонтный ресурс своей продукции на уровне 80% относительно таких же новых;

- воссоздание и развитие специализированных цехов и участков сервисных предприятий по ремонту агрегатов топливной аппаратуры, гидросистемы тракторов, комбайнов и прочих сельхозмашин, агрегатов электрооборудования;

- на основе современных конструкторских методик и технологий производства машин и их комплектующих осуществить модернизацию МТП сельхозпредприятий с использованием возможностей заводов-изготовителей и производственного опыта в области статистики отказов, зафиксированной специалистами ремонтно - технических предприятий. Наличие достоверной статистики о закономерностях изнашивания деталей машин и возникающих в результате случайных отказов позволяет заводам-производителям совершенствовать конструкции выпускаемой техники, используя более надежные детали, узлы и агрегаты, в том числе с изучением опыта ведущих мировых производителей сельскохозяйственных машин. Здесь также имеет значение использование ремонтными предприятиями современных технологий и материалов для упрочнения подверженных ускоренному износу деталей машин для поддержания и повышения межремонтного ресурса отремонтированной техники;

- возрождение разрушенных в большинстве регионов производственных структур, занимающихся восстановлением наиболее дорогостоящих деталей машин как альтернативу расходу новых на восстановление стареющего парка машин с целью снижения себестоимости ремонта, а также с целью создания более эффективного вторичного рынка машин и оборудования сельскохозяйственного назначения, при восстановлении работоспособности которых будут широко использоваться не новые детали и агрегаты, а качественно восстановленные.

- для максимального соблюдения интересов сельхозпроизводителей в области производства своей продукции эффективная система ТС машин АПК должна включать в себя согласованно действующие сервисные единицы всех уровней, включая фирменный ТС, осуществляемый сервисными структурами заводов – производителей и услуги по техническому сервису, который оказывают независимые коммерческие предприятия. Эта система должна кардинально отличаться от существовавшей ранее системы ремонтно-технических предприятий тем, чтобы все участники могли претендовать на максимальное получение прибыли при условии успешной работы [2].

Для того, чтобы база ТС отвечала современным, актуальным требованиям, её разработчики должны использовать средства и методики модернизации, соответствующие новейшим достижениям науки и производственного опыта. Данный подход к решению проблемы – один из решающих факторов повышения эффективности ремонтно-обслуживающего производства на всех уровнях его структуры, а также адаптации к современным требованиям и особенностям оказания сервисных услуг сельхозпроизводителям и другим потребителям техники нового поколения [2].

Высокий уровень услуг предприятий ТС достигается за счёт высокой профессиональной подготовки будущих специалистов сервисных предприятий, разработки и освоения новейших технологий ТС, за счёт разработки нормативной документации и технологического оборудования для обслуживания и ремонта современной высокотехнологичной техники с целью оснащения различных исполнителей работ в сфере ТС. Успешное осуществление мероприятий по глубокой реконструкции базы ТС в АПК возможно при наличии соответствующей государственной политики в этой области и необходимого финансирования процесса [3].

**Выводы.** Широкое внедрение результатов научно – производственного опыта в области реконструкции базы ТС машин и оборудования, поставляемых заводами-производителями предприятиям АПК, позволит повысить уровень работоспособного состояния машинно-тракторного парка, снизить расходы предприятий на приобретение запчастей и новой техники, что приведет к снижению себестоимости продукции растениеводства и животноводства за счёт снижения затрат на использование машинно-тракторного парка сельхозпроизводителей при повышении показателей надежности машин и оборудования.

#### Список литературы

1. Журавлев С.Ю. Современные формы ремонта сельскохозяйственной техники (обзор)/ С.Ю. Журавлев// Известия Оренбургского государственного аграрного университета - № 3 (101). 2023.- Оренбургский государственный аграрный университет. С. - 139-146.
2. Журавлев С.Ю. Современная база технического сервиса машин и оборудования АПК/ С.Ю. Журавлев// Вестник Алтайского государственного аграрного университета № 11 (241), 2024. С. 66-73.

3. Журавлев С.Ю. Совершенствование организации производственной деятельности дилерских предприятий/ С.Ю. Журавлев// Вестник Алтайского государственного аграрного университета № 8 (238), 2024. С. 80-87

УДК 631.861

## ПРОБЛЕМЫ НАВОЗООУДАЛЕНИЯ В ЖИВОТНОВОДЧЕСКОМ ПОМЕЩЕНИИ СЕМЕЙНОЙ ФЕРМЫ НА 30 ДОЙНЫХ КОРОВ

**Кузнецов Владислав Сергеевич**, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: kuzyavlad2003@yandex.ru

**Бастрон Татьяна Николаевна**, научный руководитель, кандидат технических наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

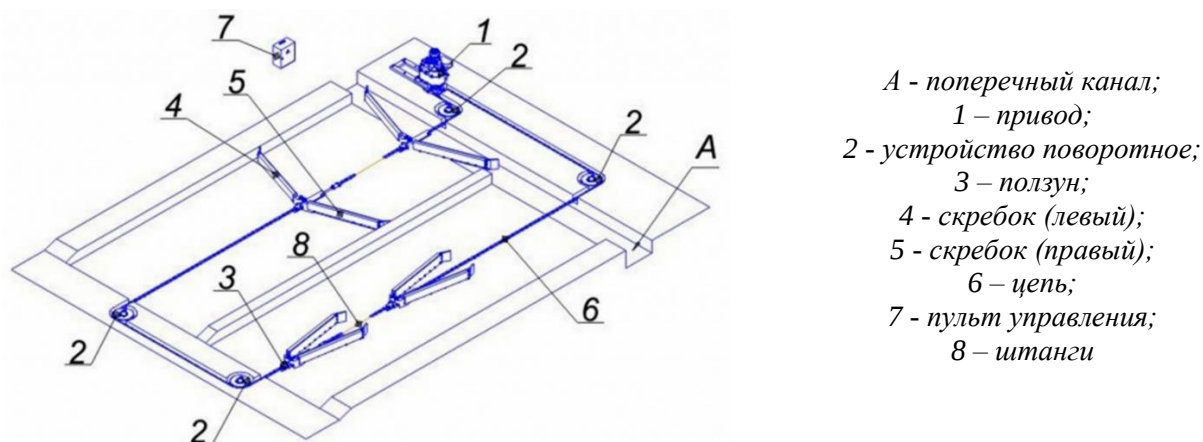
e-mail: tbastron@yandex.ru

**Аннотация.** В статье приводится анализ систем навозоудаления на фермах КРС: скреперных установок возвратно-поступательного действия типа УНС-1, скребковых транспортеров типа ТСН-160, штанговых возвратно-поступательного действия типа ТШ-300. Анализируются проблемы использования указанных транспортеров в системе навозоудаления в животноводческом помещении семейной фермы на 30 дойных коров. Сформулированы требования к системе навозоудаления, которая бы сочетала в себе функции удаления навоза как из навозного канала в той части помещения, где КРС содержится на привязном содержании и той части, где на беспривязном.

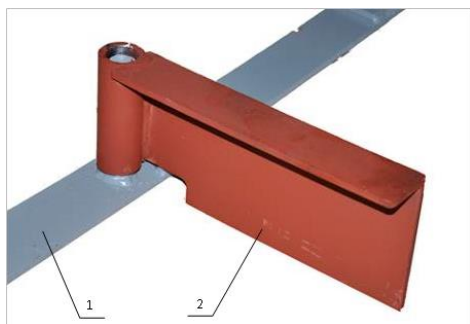
**Ключевые слова:** семейная ферма КРС, привязное содержание, беспривязное содержание, система навозоудаления, скреперная установка, скребковый транспортер, штанговый транспортер

В животноводческих помещениях с беспривязным содержанием КРС на бетонных или щелевых полах навозоудаление чаще всего осуществляется с помощью скреперных навозоуборочных установок возвратно-поступательного действия УНС-1 (рис. 1) [1 - 3], а в коровниках с привязным содержанием – скребковыми (ТСН-160) или штанговыми возвратно-поступательного действия (ТШ-300, ТШ-400) (рис. 2), в которых скребки перемещают навоз вдоль навозного канала [1].

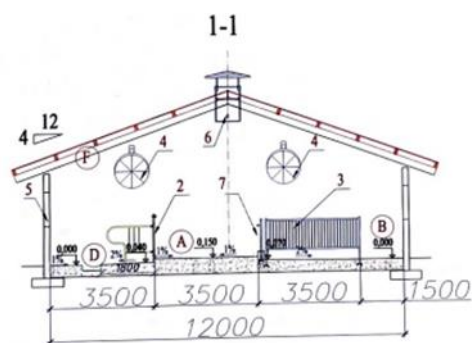
Однако описанные выше конструкция навозоуборочных транспортеров не могут быть применены в стандартном исполнении в животноводческом помещении семейной фермы на 30 дойных коров привязного содержания, предлагаемого дилерами компании DeLaval в России (рис. 3), т.к. один навозный канал, расположен в клетках, где содержатся телята, нетели и сухостойные коровы и имеет ширину до 3500 мм, а второй, где содержатся лактирующие коровы, имеет ширину 600 мм [4].



**Рисунок 1 – Конструкция скреперной навозоуборочной установки [3]**



**Рисунок 2 – Рабочие органы транспортера ТШ-300 [1]: 1 – штанга; 2 – скребок**



**А)**



**Б)**

**Рисунок 3 – Общий вид и разрез помещения семейной фермы на 30 дойных коров**

Таким образом, необходимо сформулировать требования к системе навозоудаления, которая бы сочетала в себе функции удаления навоза как из навозного канала в той части помещения, где животные содержатся на привязном содержании и той части, где на беспривязном:

- транспортер должен быть возвратно-поступательного действия, т.к. только такой вид перемещения навоза позволит сочетать в транспортере функции скреперной установки и штангового транспортера;

- поскольку в конструкции транспортера используется возвратно поступательное движение и возникает возможность его перегрузки по мере перемещения навоза по ферме – целесообразно использовать станцию автоматического управления, которая бы управлялась контроллером, задающим периодичность времени работы транспортера «вперед-назад», продолжительности одного цикла уборки в целом, а также защиту электродвигателя привода транспортера от перегрузки (по величине тока нагрузки электродвигателя).

### Список литературы

1. Китун, А.В. Оптимизация выбора оборудования для удаления навоза механическими стационарными средствами на животноводческих фермах и комплексах / А.В. Китун, И.М. Швед, С.Н. Бондарев, И.И. Скорб // Вестник Барановичского государственного университета. Серия: Технические науки. 2022. № 2 (12). С. 85-93.
2. Савиных, П.А. Исследования параметров скреперной установки для перемещения навоза / П.А. Савиных, В.А. Казаков, В.А. Филипчик // Пермский аграрный вестник. 2024. № 2 (46). С. 12-23.
3. Скреперные установки (дельта-скрепер) УНС-1 (ТСГ-170) / Для животноводства // AMARKET [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://agraroom.ru/shop/skrepernye-ustanovki-delta-skreper-uns-1-tsg-170.html?ysclid=m43yft0hwk867776601> (дата обращения 30.11.2024).

4. DeLaval продолжает работу на российском рынке/ Виртуальные туры по фермам ДеЛаваль.  
– Текст: электронный ресурс // URL: <https://www.delaval.com/ru/learn/novosti/delaval-russia/> (дата обращения 20.02.2025).

УДК 631.861

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ НАВОЗОУДАЛЕНИЯ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ СЕМЕЙНЫХ ФЕРМ

**Кузнецов Владислав Сергеевич**, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: [kuzyavlad2003@yandex.ru](mailto:kuzyavlad2003@yandex.ru)

**Бастрон Андрей Владимирович**, научный руководитель, кандидат технических наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: [abastron@yandex.ru](mailto:abastron@yandex.ru)

**Аннотация.** В статье приводится оригинальная конструкция навозоуборочного транспортера возвратно-поступательного действия для животноводческого помещения семейной фермы, в котором содержатся животные с привязным и беспривязным содержанием. Транспортер состоит из последовательно соединенных участков цепей и штанг с рабочими органами для перемещения навоза. Штанги с установленными на них консольно скребками расположены в навозном канале, выполненном вдоль продольной наружной стены животноводческого помещения. В зоне нахождения животных на беспривязном содержании рабочие органы выполнены в виде двух дельта-скреперов, причем длина последовательно соединенных штанг со скребками составляет половину длины участка навозного канала, расположенного за животными.

**Ключевые слова:** семейная ферма КРС, привязное содержание, беспривязное содержание, система навозоудаления, дельта-скрепер, консольный скребок

**Актуальность темы.** В условиях развития малого и среднего агробизнеса семейные фермы [4] играют важную роль в обеспечении населения продуктами животноводства. Одной из ключевых задач в организации эффективного производства является решение вопросов навозоудаления [1 – 3], которое напрямую влияет на экологическую обстановку, санитарно-гигиенические условия содержания животных и экономическую эффективность хозяйств.

**Цель работы.** Разработка рациональной системы навозоудаления для животноводческих помещений семейных ферм.

**Методология исследования.** Исследование проведено методом сравнительного анализа существующих технологий навозоудаления, расчетно-конструкторским методом при определении параметров оборудования и эмпирическим методом при оценке эффективности предлагаемой системы.

**Основная часть.** Современные технологии навозоудаления можно разделить на три основные группы:

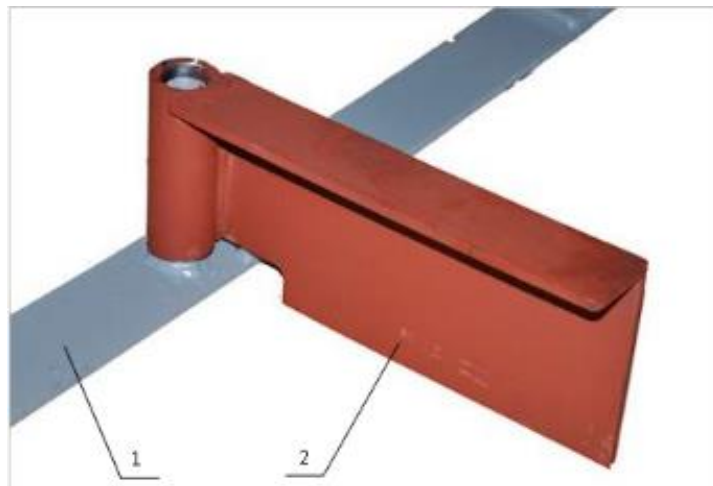
- механические системы (скреперные, скребковые, цепные конвейеры);
- гидравлические системы (насосные станции, гидроплоттеры);
- комбинированные системы.

Для семейных ферм наиболее перспективным представляется использование модифицированной скреперно-скребковой системы навозоудаления. Преимуществами данной системы являются:

- низкая энергоемкость;
- простота монтажа и обслуживания;
- возможность автоматизации процесса;
- экономическая эффективность (вместо двух систем навозоудаления: скреперной и скребковой в животноводческом помещении используется один комбинированный транспортер).

Особенностью разработанной системы является применение модульной конструкции, что позволяет адаптировать ее под различные размеры помещения и количество животных.

Навозоуборочный транспортер возвратно-поступательного действия для животноводческого помещения, в котором содержатся животные с привязным и беспривязным содержанием, включает в себя приводную станцию с электродвигателем и поворотными устройствами с роликами и замкнутую систему тяги, состоящую из последовательно соединенных участков цепей и штанг с рабочими органами для перемещения навоза. Последовательно соединенные штанги с установленными на них консольно скребками (рис. 1) расположены в навозном канале, выполненном вдоль продольной наружной стены животноводческого помещения.



**Рисунок 1 – Штанга с установленным консольно скребком**

В зоне нахождения животных на беспривязном содержании рабочие органы выполнены в виде двух дельта-скреперов (рис. 2), причем длина последовательно соединенных штанг со скребками составляет половину длины участка навозного канала, расположенного за животными.



**Рисунок 2 – Дельта-скреперы**

Скреперы и скребки установлены таким образом, чтобы при крайнем положении первого скрепера, расположенного у навозосборочного канала, он был в раскрытом положении, а второй, также в раскрытом положении, был расположен посередине системы тяги скреперов, при этом один конец последовательно соединенных штанг со скребками, находящимися в сложенном состоянии и расположенных в навозном канале был расположен в крайнем положении, противоположном первому скреперу, а второй конец штанг был расположен напротив второго скрепера.

Экономический эффект от внедрения разработанной системы составляет 25-30% за счет:

- уменьшения трудозатрат;
- снижения затрат на эксплуатацию.

**Заключение.** Разработанная система навозоудаления для семейных ферм представляет собой оптимальное сочетание технических характеристик, экономической эффективности и экологической безопасности. Её внедрение позволит повысить производительность труда, улучшить санитарно-гигиенические условия содержания животных и снизить негативное воздействие на окружающую среду.

Предлагаемое устройство навозоудаления не раскрыто полностью, т.к. имеет новизну, изобретательский уровень и промышленную применимость и на него будет подана заявка на изобретение.

### Список литературы

1. Китун, А.В. Оптимизация выбора оборудования для удаления навоза механическими стационарными средствами на животноводческих фермах и комплексах / А.В. Китун, И.М. Швед, С.Н. Бондарев, И.И. Скорб // Вестник Барановичского государственного университета. Серия: Технические науки. 2022. № 2 (12). С. 85-93.
2. Савиных, П.А. Исследования параметров скреперной установки для перемещения навоза / П.А. Савиных, В.А. Казаков, В.А. Филипчик // Пермский аграрный вестник. 2024. № 2 (46). С. 12-23.
3. Скреперные установки (дельта-скрепер) УНС-1 (ТСГ-170) / Для животноводства // AMARKET [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://agraroom.ru/shop/skrepernye-ustanovki-delta-skreper-uns-1-tsg-170.html?ysclid=m43yft0hww867776601> (дата обращения 30.11.2024).
4. DeLaval продолжает работу на российском рынке/ Виртуальные туры по фермам ДеЛаваль. – Текст: электронный ресурс // URL: <https://www.delaval.com/ru/learn/novosti/delaval-russia/> (дата обращения 20.02.2025).

УДК 631.372

## ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОРУДИЯ

**Кузнецов Максим Александрович**, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: kuznetsov4x1m@yandex.ru

**Цыглимов Егор Семенович**, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: egorcyglimov24@gmail.com

**Кузнецов Александр Вадимович**, научный руководитель, кандидат технических наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: kuznetsov1223@yandex.ru

**Аннотация.** Используемые на почвообрабатывающих орудиях конструкции гидравлической системы, имеют ряд недостатков, низкую надежность и ремонтпригодность из-за последовательного соединения гидроцилиндров, имеющих разные размеры, которые невзаимозаменяемые. Представленная работа направлена на проектирование и выполнения гидравлической системы многофункционального почвообрабатывающего орудия, где предусматривается возможность осуществлять фиксацию штока гидроцилиндра двумя способами при помощи набора ограничителей глубины либо фиксацией запорными гидроклапанами.

**Ключевые слова:** гидравлической системы, почвообрабатывающее орудие, регулировка глубины, обработка почвы

Разработка гидравлической системы опытного образца многофункционального почвообрабатывающего орудия проводилась в рамках работы по грантовому проекту «Разработка энергоэффективного многофункционального почвообрабатывающего орудия, адаптированного для условий Красноярского края».

Принятые технические решения на этапе проектирования гидросистемы достигнуты синтезом зарекомендовавших себя в эксплуатации гидравлических систем современных почвообрабатывающих машин, что позволило создать два варианта конструкций.

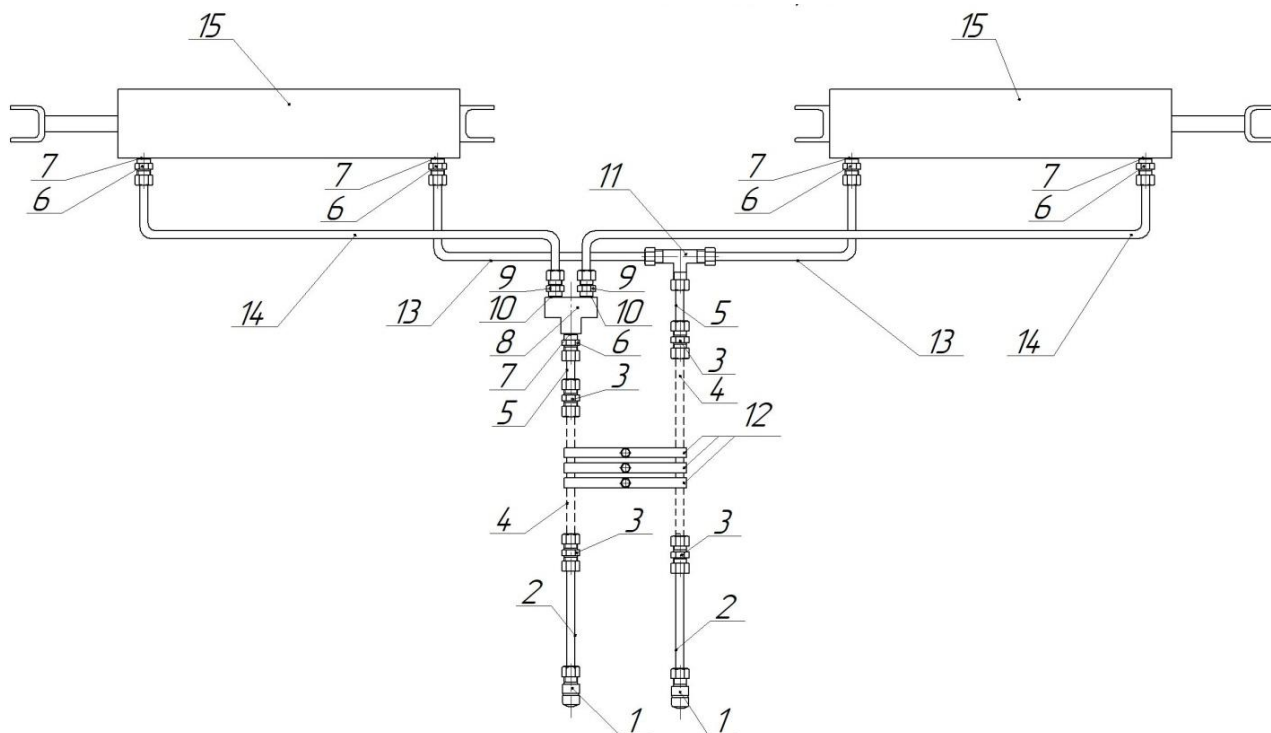
Наиболее близким техническим решением по совокупности признаков и достигаемому положительному эффекту является устройство для регулировки глубины посевного комплекса точного высева BOURGAULT (культиваторные сеялки) серии 8910. Орудие содержит опорные tandemные колёса, шарнирно соединенные с флюгерными колесами, параллелограммную подвеску со звеньями, главный (наибольший) и подчинённый (подключенный последовательно) гидроцилиндрами осуществляется перемещение по высоте рабочих органов относительно рамы.

Величина перемещения (заглубления) рабочих органов зависит от момента закрытия клапана главного гидроцилиндра, который изменяется штоком, механически связанным с устройством для установки необходимой глубины.

Недостатком устройства является низкая надежность и ремонтпригодность из-за последовательного соединения гидроцилиндров, имеющих разные размеры (диаметр гильзы и диаметр штока), которые невзаимозаменяемые.

Спроектированная и выполненная гидравлическая система почвообрабатывающей машины включает в себя два контура: поднятия крыльев и регулирования глубины хода культиваторных лап.

Схема система поднятия крыльев (Рисунок 1) представляет собой гидравлическую систему трехсекционного агрегата, состоящего из центральной секции и двух боковых крыльев. Поднятие и складывание крыльев культиватора осуществляется гидроцилиндрами 15.



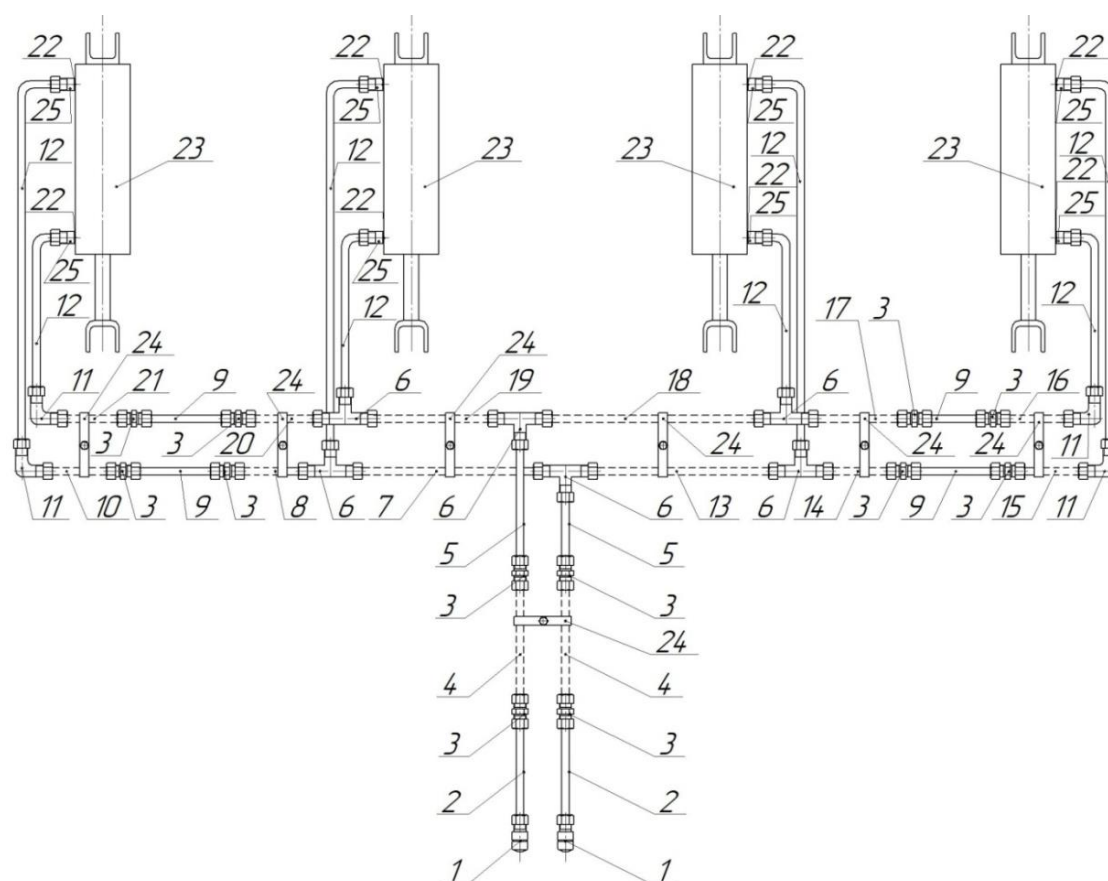
**Рисунок 1 – Гидравлическая схема поднятия крыльев:** 1 – быстроразъемное соединение; 2, 5, 13, 14 – рукавов высокого давления (РВД); 3 – переходник прямой; 4 – труба гидравлическая; 6, 9 – штуцер; 7, 10 – уплотнение; 8 – делитель потока; 11 – тройник гидравлический; 12 – крепеж для труб двойной; 15 – гидроцилиндр

Гидроцилиндры поднятия боковых крыльев устанавливаются штоками вниз и в сторону крыльев культиватора. Так как корпуса цилиндров в процессе работы перемещаются, нужно обеспечить необходимый запас длинны рукавов высокого давления (РВД) при креплении их в непосредственной близости от цилиндров.

Гидравлическая схема поднятия рамы для регулирования глубины хода культиваторных лап клипсами представлена на рисунке 2.

Конструкция гидроцилиндров двойного действия, примененных в культиваторе для регулирования глубины культивирования, обеспечивает равномерное распределение давления в гидросистеме агрегата и подъем (опускание) главной и боковых рам на одинаковый уровень.

Когда рукоятка гидрораспределителя трактора находится в положении «опускание», штоки цилиндров должны втянуться до упора в ограничители глубины (Рисунок. 3).



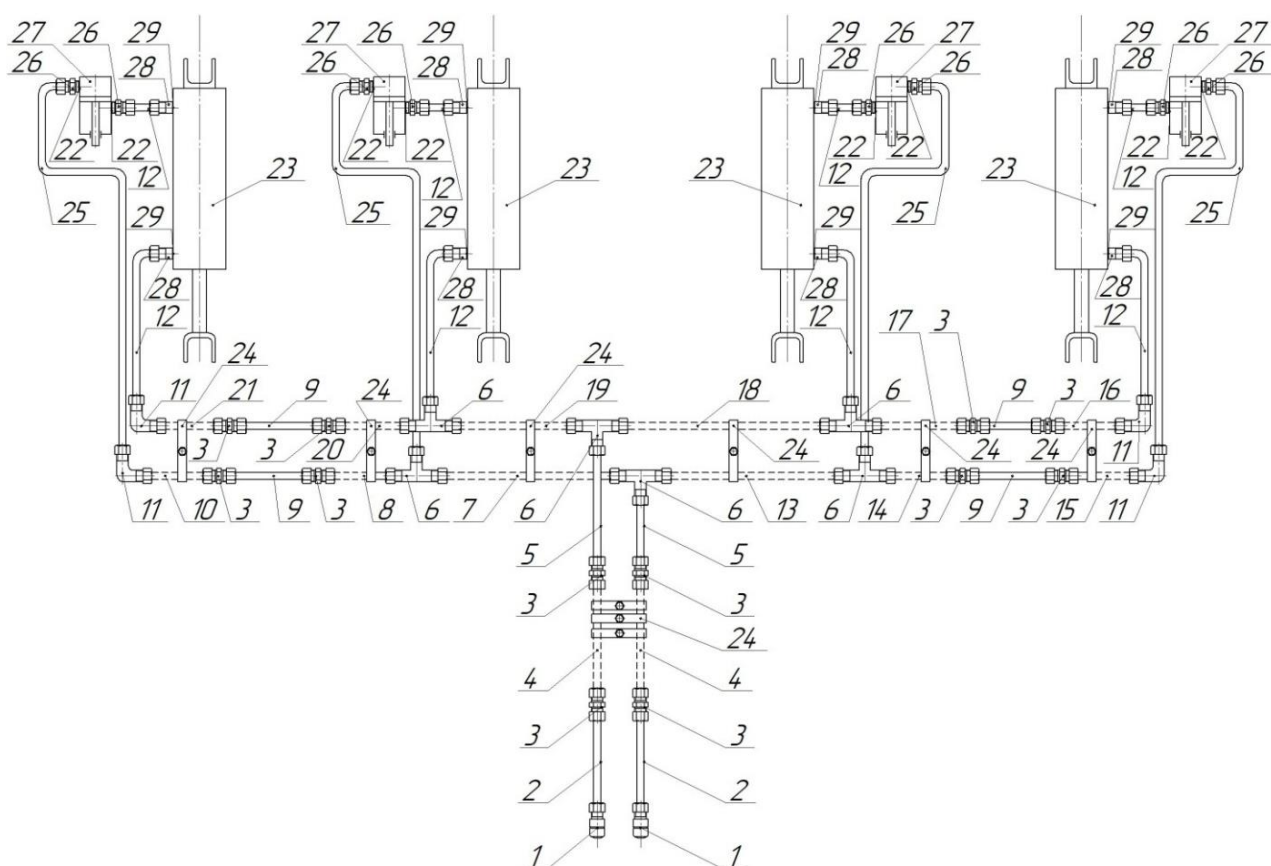
**Рисунок 2 – Схема поднятия рамы (с регулировкой глубины клипсами):** 1 – быстросъёмное соединение; 2, 5, 9, 12 – рукавов высокого давления (РВД); 3 – переходник прямой; 4, 7, 8, 10, 13-21 – труба гидравлическая оцинкованная; 6 – тройник гидравлический; 11 – переходник угловой- 90°; 22 – кольцо уплотнительное; 23 – гидроцилиндр; 24 – крепеж для труб двойной; 25 – штуцер



**Рисунок 3 – Расположение ограничителей глубины на штоке**

Для информатизации и визуализации технологических процессов (контроля и управления) обработки почвы, культиватор оснащён гидроцилиндрами 23, управляемыми гидродросселями 27. От длины штоков гидроцилиндров 23 устанавливаемых перед опусканием рабочих органов будет зависеть глубина погружения рабочих органов культиватора.

Гидравлическая схема поднятия рамы для регулирования глубины хода культиваторных лап актуаторами представлена на рисунке 4.



**Рисунок 4 – Схема поднятия рамы (с регулировкой глубины актуаторами):** 1 – быстросъёмное соединение; 2, 5, 9, 12, 25 – рукавов высокого давления (РВД); 3 – переходник прямой; 4, 7, 8, 10, 13-21 – труба гидравлическая оцинкованная; 6 – тройник гидравлический; 11 – переходник угловой- 90°; 22, 29 – кольцо уплотнительное; 23 – гидроцилиндр; 24 – крепеж для труб двойной; 26, 28 – штуцер; 27 – гидродроссель

Шланги, идущие на крылья, должны быть проложены с учетом изменения расстояния между трубками при подъеме и опускании крыльев, что предохранит шланги от повреждения.

С целью предупреждения преждевременного износа рукава высокого давления на агрегате должны быть проведены без резких изгибов, радиус изгиба не должен быть менее 180 мм. Если радиус изгиба РВД меньше минимально допустимого их необходимо проложить иным путём

По предварительным результатам полевых испытаний предлагаемая гидравлическая система опытного образца многофункционального почвообрабатывающих орудия показала хорошую работоспособность, эффективность, неприхотливость в работе и удобство использования.

#### Список литературы

1. Голубцов, П. А. Визуализация работы прицепного культиватора / П. А. Голубцов, В. С. Грейдин, М. А. Кузнецов // Студенческая наука - взгляд в будущее: Материалы XIX Всероссийской студенческой научной конференции, Красноярск, 27–29 февраля 2024 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2024. – С. 41-43.
2. Селиванов, Н. И. Реализация потенциальных возможностей колесных тракторов в зональных технологиях почвообработки / Н. И. Селиванов, А. В. Кузнецов, Н. В. Кузьмин // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России : Материалы IV международной научной конференции, Красноярск, 23–24 ноября 2023 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2024. – С. 152-157. – EDN ZCQHQG.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ СОШНИКОВ ЛЕСОПОСАДОЧНЫХ МАШИН

**Ли Александра Евгеньевна**, студент

Самарский государственный аграрный университет, Самара, Россия

e-mail: podaroksashi@gmail.com

**Иванайский Сергей Александрович**, научный руководитель, кандидат технических наук, доцент

Самарский государственный аграрный университет, Самара, Россия

e-mail: isa.7777@inbox.ru

**Аннотация.** Данная работа посвящена особенностям лесопосадочных машин для выращивания лесных культур некоторых лесообразующих пород, характерных для лесов Самарской области.

**Ключевые слова:** сеянцы и саженцы, лесопосадочные машины, конструкция, параметры, лесные культуры, сошник

**Введение.** Лесовосстановление в различных природно-климатических зонах имеет разные экономические затраты на лесопосадочные работы работ [1]. В процессе лесовосстановления осуществляется механическое воздействие на сеянцы, вызванное работой различных машин и механизмов, что подчеркивает важность качественной посадки лесных культур. Успех посадки напрямую зависит от соблюдения высоких требований и полного цикла агротехники, особенно в отношении сеянцев и саженцев древесных пород. При формировании лесных культур необходимо учитывать качество посадочного материала, условия его транспортировки, предпосадочную подготовку, подготовку почвы, а также нормы, сроки и правила посадки и ухода. Важным аспектом является уровень механизации лесничеств и предприятий лесного комплекса, что также влияет на эффективность лесовосстановительных работ.

**Цель работы** - изучение эффективности создания лесных культур с помощью лесопосадочных машин в условиях лесов Самарской области.

### **Задачи:**

- 1) Изучить особенности конструкций и технических параметров наиболее часто применяемых видов лесопосадочных машин;
- 2) Провести исследования по определению зависимости изменения глубины посадки в зависимости от угла атаки и наклона;
- 3) Проанализировать данные полученных измерений при посадке двухлетних сеянцев сосны на основе требований, предъявляемых к посадочному материалу.

Результаты практических опытов по лесовосстановлению показывают, что культуры кедра и лиственницы, а также сосны, ели и пихты, как правило, лучше создавать посадкой; для дуба, березы и бука подходит метод создания посевом, и посадкой. При механизированном процессе посадки сеянцев сосны, дуба, березы будет целесообразнее использовать лесопосадочные машины, т.к. это является более эффективным по сравнению с ручным способом посадки.

**Материалы и методы исследования.** В качестве объекта исследования была выбрана лесопосадочная машина МЛУ-1, предметом исследования являются такие параметры как угол наклона катка, глубина посадки, шаг посадки, длина корней, высота сеянцев до и после посадки, диаметр шейки корня до и после посадки.

Методика проведения исследования предполагала измерение высоты сеянца до посадки и после посадки, диаметра шейки корня до и после посадки. Измерения проводились с 10.05.2023 по 20.09.2023. Оценка качества выращенного посадочного материала выполнялась в соответствии с требованиями «ОСТ 56-98-93. Отраслевой стандарт. Сеянцы и саженцы основных древесных и кустарниковых пород. Технические условия». А также приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 29 декабря 2021 г. № 1024 «Об утверждении Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления».

В Самарской области для создания лесных культур используют 2-3-х летние сеянцы, выращенные в собственных лесных питомниках лесничеств.

**Результаты исследования.** При создании лесных культур применяются различные машины для посадки стандартного размера. Для механизированной посадки семян хвойных и лиственных пород на вырубках с дренированными почвами используется лесопосадочная машина ЛПУ-1. При этом высота надземной части семян для лиственных пород составляет 10–40 см, а для хвойных — 20–50 см, длина корневой системы может достигать 30 см. Эффективность механизированной посадки во многом зависит от исключения пропусков между сеянцами, что достигается правильным подбором скоростного режима трактора. Скоростной режим должен соответствовать шагу посадки, что позволяет обеспечить равномерное распределение растений и повысить общую результативность лесовосстановительных работ. Так для МЛУ-1 шаг посадки изменяется от 0,5 до 1,5 м. При максимальном шаге ограничений по скорости посадки в рассматриваемом диапазоне скоростей нет, производительность посадки будет наибольшая. Шаг посадки регулируется путем изменения числа захватов посадочного аппарата [2]. Сошник лесопосадочной машины выполнен с тупым углом вхождения в почву и имеет глубину хода 30–35 см. Посадочный механизм получает вращение через зубчатый привод от уплотнительного катка. Размеры высаживаемых растений, включая высоту надземной части для семян — от 0,1 до 0,4 м. Максимальная длина корней составляет 0,3 м. Число рядов — 1. Часовая производительность — 1,5–2,5 км. Вес МЛУ-1 составляет 945 кг, габариты машины составляют 2470x1700x2200 мм и обслуживается 1 оператором и 2 операторами.

МЛУ-1А предназначена для эффективной посадки семян хвойных пород на вырубке или площади, вышедшей из-под леса. Данная усовершенствованная лесопосадочная машина используется на свежих, слабо задернелых и средне задернелых нераскорчеванных вырубках, где количество пней составляет до 600 штук на 1 гектаре. При наличии большого количества пней на 1 га на вырубке должна быть расчищена полоса шириной не менее 2,5 м. Отличительной особенностью конструкции является наличие дерносна, который обеспечивает сдвигание верхнего слоя почвы (5–8 см) при ширине захвата 0,5 м, наличие дискового посадочного аппарата, а также сошника, имеющего коробчатую форму, с тупым углом вхождения в почву. Высота надземной части семени составляет 10–50 см. Машина массой 850 кг с габаритными размерами не менее 2300x2050x2300 мм. Производительность за 1 час основного времени не менее 2,17–2,45 км. Машина имеет транспортную скорость равную 9 км/час. Данные машины агрегируются с тракторами общего назначения классов 1,4, 2 и 3 тс: МТЗ-80, МТЗ-82, МТЗ-82.1, а также лесохозяйственными тракторами: ТДТ-55, ЛХТ-55, ЛХТ-100, «Онежец» с механизмом задней навески.

Посадка лесных культур осуществляется двумя основными способами: механизированная и ручная. При механизированном способе посадки применяются лесопосадочные машины, в то время как для ручной посадки используются ручные инструменты [3]. Посадка может осуществляться как на предварительно обработанной почве, так и без ее подготовки.

Для посадки механизированным способом важны следующие параметры: угол наклона, глубина посадки, шаг посадки, высота семени до и после посадки.

Угол наклона образующей катков влияет на степень уплотнения почвы, поэтому катки с малой конусностью в конструктивном плане наиболее оптимальны. В зависимости от вида сошника лесопосадочной машины изменяется и угол наклона. При установке на лесопосадочную машину сошника однодискового, угол наклона к вертикали составит 5...25°, с углом атаки — 4...20°. Сошник предназначен для обеспечения оптимальной глубины посадки и качественного прикапывания, при этом формируется непрерывная посадочная щель. Стенки этой щели наклонены, что позволяет осуществлять наклонную посадку семян и саженцев по пластам. В случае использования двухдискового сошника, диски располагаются под углом 12–14°, так что их режущие кромки смыкаются в передней части на определенной высоте. Технологический процесс включает в себя подачу высаживаемых лесных культур в пространство между вращающимися дисками, что обеспечивает аккуратное и эффективное размещение семян в почве.

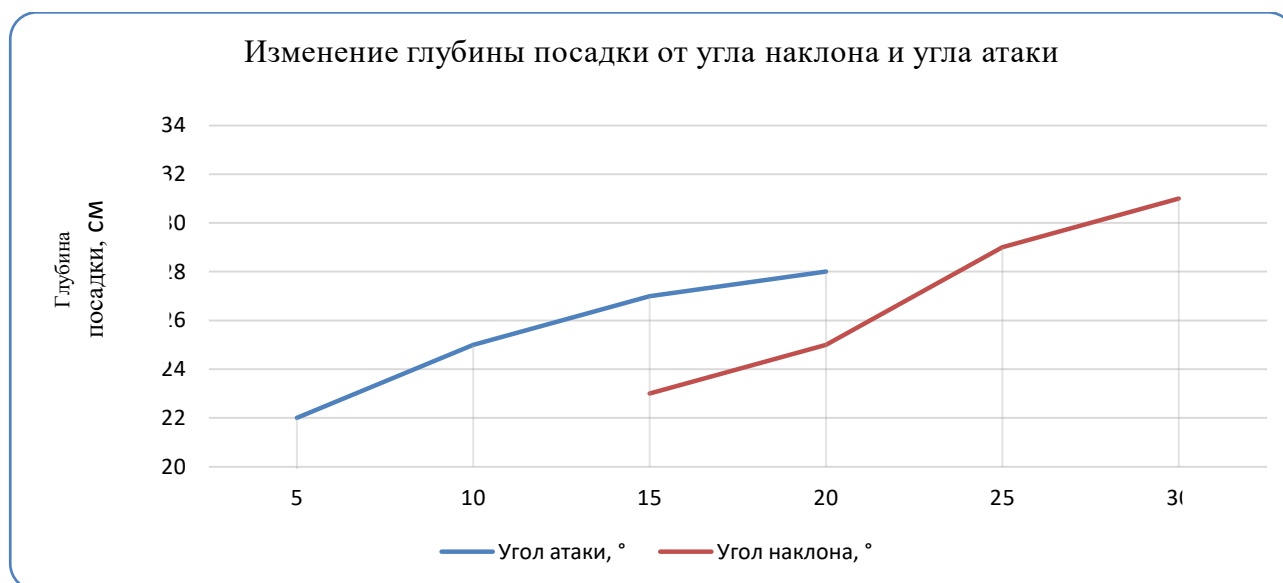
Не менее важным показателем при посадке является строго выдержанная установленная глубина посадки, которая определяется почвенно-климатическими условиями и биологическими особенностями.

Глубина посадки зависит от размера (фракции) посадочного материала — чем крупнее сеянец, тем глубже осуществляется посадка, а также от типа почвы, так на песках поглубже, чем на глинах. Приживаемость посадочного материала варьируется в зависимости от его возраста. Для посадки рекомендуется выбирать 2–3 летние сеянцы лесных культур. С увеличением возраста семян их приживаемость снижается. Следует отметить, что возраст посадочного материала оказывает решающее значение на его правильное развитие.

Глубина посадки подбирается путем регулирования угла атаки. Из таблицы 1 видно, что глубина посадки изменялась по мере увеличения угла атаки, который изменялся от 5° до 20°. Так при 5° глубина посадки равна 22 см. При 10° – 25 см, 15° - 27 см, 20° - 28 см (рис.1).

**Таблица 1 - Показатели изменения глубины посадки в зависимости от угла атаки**

| Глубина посадки, см | Угол атаки, ° |
|---------------------|---------------|
| 22                  | 5             |
| 25                  | 10            |
| 27                  | 15            |
| 28                  | 20            |



**Рисунок 1 - Изменение глубины посадки от угла наклона и угла атаки**

Изменение глубины посадки зависит от регулирования угла наклона. Из таблицы 2 видно, что глубина посадки увеличивалась по мере изменения угла наклона при значениях от 15° до 30°. При большем значении угла наклона становится выше степень уплотнения. Так при 15° глубина посадки – 23 см, при 20° - 25 см, 25° - 29 см, 30° - 31 см.

**Таблица 2 - Показатели изменения глубины посадки в зависимости от угла наклона**

| Глубина посадки, см | Угол наклона, ° |
|---------------------|-----------------|
| 23                  | 15              |
| 25                  | 20              |
| 29                  | 25              |
| 31                  | 30              |

Главным требованием к посадочному аппарату является обеспечение вертикальности посадки растения на заданную глубину без изгиба корневой системы и повреждений. Лучевой аппарат позволяет размещать семена и саженцы вертикально, при условии правильной регулировки момента раскрытия захвата. При этом допустимо отклонение от вертикали в пределах  $\pm 15^\circ$  [4].

На качество и экономичность работы лесопосадочной машины оказывает влияние шаг посадки. Установить посадочный аппарат на заданный шаг посадки изменением количества сеянцедержателей на посадочном аппарате. Диск посадочного аппарата и сеянцедержатели при вращении должны проходить по центру сошника и приемного столика. При посадке лесных культур на вырубке принято производить посадку с шагом 0,50; 0,75; 1,00; 1,50 м.

В Самарской области при посадке двухлетних сеянцев сосны обыкновенной лесопосадочной машиной МЛЮ-1 принято использовать стандартный шаг посадки равный 0,75 м. Приживаемость зависит, в первую очередь, от качества посадочного материала, включая вид, возраст и его морфометрические характеристики, типа посадочного места, а также от погодно-климатических условий.

По морфологии посадочного материала одним из важных критериев оценки качества является высота надземной части ствола.

Для лесной и лесостепной зоны применения сеянцы и саженцы для механизированной посадки должны иметь следующие параметры: высота надземной части – 10-40 см, длина корневой системы – до 30 см, диаметр корневой шейки – 2-6 мм. Для сеянцев сосны обыкновенной, дуба черешчатого и березы повислой предъявляются стандарты по диаметру стволика у корневой шейки и высоте стволика для лесостепной зоны Европейской части РФ.

Стандартизированный посадочный материал обеспечивает равномерное качество выполнения работ лесопосадочной машиной МЛЮ-1, а именно точное расположение сеянцев и саженцев, равномерное расстояние между ними, и прижимание их с одинаковой силой.

**Вывод.** Прделанная работа позволила прийти к следующим результатам:

1) В Самарской области для создания лесных культур с использованием 2-3-летних сеянцев, выращенных в лесных питомниках лесничеств, рекомендуется использовать лесопосадочную машину МЛЮ-1А. Эта машина подходит для работы на почвах различного механического состава и обладает высокой производительностью, позволяя за 1 час основного времени выполнять посадку на расстоянии не менее 2,17-2,45 км. МЛЮ-1А имеет массу 850 кг и может агрегатироваться с тракторами МТЗ-80, МТЗ-82, МТЗ-82.1, а также с лесохозяйственными тракторами, такими как ТДТ-55, ЛХТ-55, ЛХТ-100 и «Онежец», оснащенными механизмом задней навески.

2) Проведенное исследование показало, что в зависимости от угла атаки и угла наклона меняется глубина посадки, так как при их увеличении будет увеличиваться глубина за счет увеличения высоты гребня. Приживаемость зависит от качества посадочного материала, а может указывать на качество посадки. При формировании посадок важно обеспечивать оптимальную глубину, а это достигается лишь при грамотных настройках лесопосадочной машины под условия почвы данной местности.

3) Следует отметить, что угол наклона и угол атаки регулируются отдельно, что влияет на глубину посадки. Шаг посадки определяется изменением числа захватов аппарата. Длина корней и высота сеянцев до и после посадки являются важными морфологическими критериями для оценки качества работы при механизированном способе посадки. При использовании механизированного метода посадки для сеянцев сосны обыкновенной необходимо соблюдать требования к происхождению и качеству посадочного материала. Это включает в себя обеспечение высокого качества сеянцев и их одинаковых размеров.

### Список литературы

1. Ли А. Е. Оборудование для химического опрыскивания в целях борьбы с вредителями и болезнями в лесных питомниках / А. Е. Ли, С. А. Иванайский // Научные основы развития АПК : Сборник научных трудов по материалам XXVI Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, Томск, 18 апреля – 02 2024 года. – Томск- Новосибирск: ИЦ НГАУ "Золотой колос", 2024. – С. 39-43. – EDN BQXZVN.

2. Родин, А. Р. Лесные культуры: учебник / А. Р. Родин, Е. А. Калашникова, С. А. Родин. — Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. — 316 с.

3. Ли А. Е. Технические параметры оборудования для химического опрыскивания в целях борьбы с вредителями и болезнями в лесных питомниках / А. Е. Ли, С. А. Иванайский // Научные основы развития АПК : Сборник научных трудов по материалам XXVI Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, Томск, 18 апреля – 02 2024 года. – Томск- Новосибирск: ИЦ НГАУ "Золотой колос", 2024. – С. 43-48. – EDN ECSALL.

4. Галактионов О. Н., Суханов Ю. В., Васильев А. С. Применение системного анализа техники и технологий лесовосстановления для выявления перспектив использования роботизированных лесопосадочных машин // ИВД. 2022. №6 (90). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-sistemnogo-analiza-tehniki-i-tehnologiy-lesovosstanovleniya-dlya-vyyavleniya-perspektiv-ispolzovaniya-robotizirovannyh> (дата обращения: 18.11.2024).

## РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ДИСКОВОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОРУДИЯ

**Резер Артур Викторович**, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: rezer@list.ru

**Богиня Николай Михайлович**, аспирант

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: nik\_211@mail.ru

**Богиня Михаил Васильевич**, научный руководитель, кандидат технических наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: bmw-1964@yandex.ru

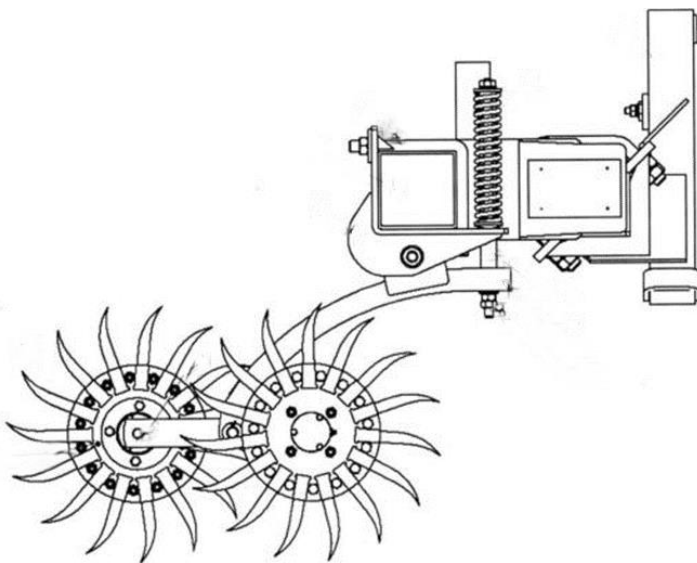
**Аннотация.** В статье проведен обзор почвообрабатывающих орудий с дисковыми рабочими органами, произведен их анализ, предложена собственная конструкция дискового рабочего органа лопастного типа.

**Ключевые слова:** борона-мотыга, зубовая борона, дисковая борона, игольчатая борона, диск лопастной

Обработка почвы — важный этап в технологии выращивания сельскохозяйственных культур. Для повышения качества обработки почвы необходимо совершенствование конструкций почвообрабатывающих машин. С этой целью нами был произведен анализ основных видов рабочих органов дискового типа [1].

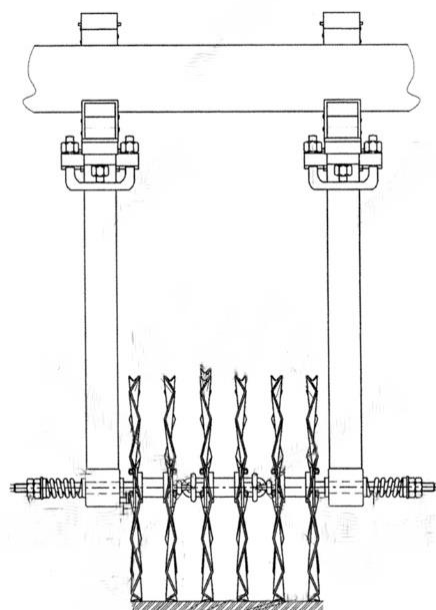
По результатам анализа, был сделан вывод о необходимости разработки рабочего органа, который производил бы измельчение растительных остатков, крошение почвенного пласта без смещения почвы. Важным условием при этом должно являться отсутствие залипания почвой рабочего пространства дискового органа, поэтому геометрическая форма рабочей поверхности должна способствовать его очистке.

Известны конструкции почвообрабатывающих машин, включающих в себя дисковые рабочие органы. Например, известна борона-мотыга ротационная (рисунок 1) [2]. Данное орудие включает в себя батарею, состоящую из пары зубовых дисков. Каждый из дисков расположен впереди другого и образует свою борозду. Зубовые дисковые органы орудия при работе на влажных почвах подвержены быстрому залипанию почвой и забиванию растительными остатками из-за невозможности установки чистика. Вследствие этого, работу орудия придется прерывать для очищения рабочих органов, что делает процесс обработки почвы более длительным по времени.



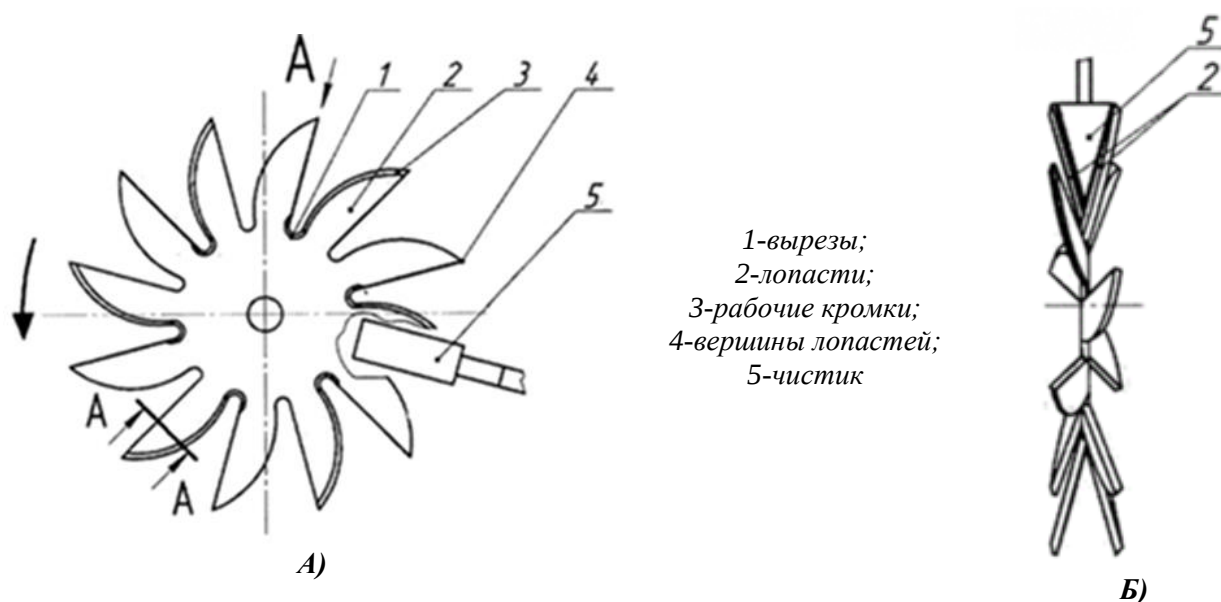
*Рисунок 1 - Борона-мотыга ротационная*

Известна почвообрабатывающая дисковая секция (рисунок 2), включающая в себя рифленые диски, собранные в батарею [3]. Такое исполнение рабочих органов не позволяет полностью очищать рабочую поверхность дисков.



**Рисунок 2 - Почвообрабатывающая дисковая секция**

Для исключения вышеперечисленных недостатков, присущих рассмотренным конструкциям, мы предлагаем свой вариант исполнения дискового рабочего органа лопастного типа (рисунок 3). Рабочий орган представляет собой диск, лопасти которого имеют изгиб в разные стороны относительно друг друга, образуя между собой угол 30 градусов (рисунок 4).



**Рисунок 3 - Рабочий орган лопастного типа: А) - вид сбоку; Б) – вид сверху**

В свободное пространство между лопастями устанавливается чистик. Концы кромок лопастей имеют заточку с наружной стороны, образующие лезвия для эффективного разрыхления земли и разрезания растительных остатков. Угол атаки дискового органа должен составлять 0 градусов. Данный дисковый рабочий орган лопастного типа сможет работать в условиях повышенной влажности до 34%, без залипания почвой и забивания растительными остатками.

На данную конструкцию нами получен патент на полезную модель [4]. Для дальнейших исследований был изготовлен опытный образец (рисунок 5).



***Рисунок 5 – Изготовленный рабочий орган***

Следующим этапом нашей работы будет экспериментальное исследование рабочего органа в почвенном канале кафедры «Механизация и технический сервис в АПК» Института инженерных систем и энергетики Красноярского ГАУ.

#### **Список литературы**

1. Обзор рабочих органов дискового типа культиватора для предпосевной обработки почвы / Н. М. Богиня, А. В. Резер, М. В. Богиня // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: Материалы XIX Всероссийской студенческой научной конференции, Красноярск, 27–29 февраля 2024 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2024. – С. 6-8.
2. Патент на полезную модель № 192574 U1 Российская Федерация, МПК А01В 21/04 (2006.01). Борона-мотыга ротационная: № 2019118940: заявл. 17.06.2019: опубл. 23.09.2019/ Д. А. Сухов, заявитель, патентообладатель Д. А. Сухов.: – Текст: непосредственный
3. Патент на полезную модель № 173236 U1 Российская Федерация, МПК А01В 23/06 (2006.01). Почвообрабатывающая дисковая секция: № 2017106507: заявл. 27.02.2017: опубл. 17.08.2017/ Л. Ф. Бабицкий, И. В. Соболевский заявитель, патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского": – Текст: непосредственный
4. Патент на полезную модель № 227791 U1 Российская Федерация, МПК А01В 23/06 (2006.01). Дисковый рабочий орган почвообрабатывающего орудия: № 2024102759: заявл. 02.02.2024: опубл. 06.08.2024/ М. В. Богиня, Н. М. Богиня, А. А. Васильев, А. В. Резер заявитель, патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Красноярский государственный аграрный университет" – Текст: непосредственный

## К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ТЯГОВОГО УСИЛИЯ МЕЛИОРАТИВНОГО КЛИН-ПЛАНИРОВЩИКА

**Сифоров Артём Романович**, студент

Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия  
имени К. А. Тимирязева, Москва, Россия

e-mail: a-siforov@mail.ru

**Насонов Сергей Юрьевич**, научный руководитель, старший научный сотрудник

Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова, Москва, Россия

e-mail: sergei.nasonow@mail.ru

**Аннотация.** Приведены общие сведения о планировке чеков. Представлено описание планировочной машины – клин-планировщика с его возможностями. Даны достоинства и недостатки этой машины. Предложен общий подход к оценке энергетических затрат при выполнении технологического процесса.

**Ключевые слова:** рисовый чек, неровности поверхности чека, мелиоративный клин-планировщик, тяговые сопротивления, резание грунта

Как известно, на возвышенностях чека рис засыхает от недостатка воды, на низинах он погибает от излишней вымочки из-за застоя воды и неблагоприятных для растения и почвы анаэробных процессов. Всё это в конечном итоге приводит к снижению урожайности сельскохозяйственной культуры. По данным [1] площадь участков с буграми и низинами на не спланированном чеке, может достигать до 40 % от общей его площади. Такие чеки покрыты пятнами, проявляющиеся в неравномерности роста и созревания растений.

Для исправления таких ситуаций с поверхностями чеков применяют различные технологические комплексы планирующих машин (планировщиков, скреперов, скрепер-планировщиков, клин-планировщиков). Последние из них, клин-планировщики типа КП-719, КПУ-4.5, ПК-1, предназначены для срезки грунта на повышениях с одновременным образованием по краям клиновидного отвала земляных валиков. Затем, при дальнейшей планировке, эти насыпные валики собирают и развозят в понижения скреперами. Чистовую планировку осуществляют ковшовые планировщики.

Клин-планировщик – перспективная землеройно-мелиоративная машина, позволяющая за рабочую смену выравнивать около 10-12 га поверхности чека. Рабочая скорость такой машины составляет 8-10 км/ч. Кроме высокой производительности машина имеет еще одно достоинство: после его прохода по чеку предметно определяются места необходимой подсыпки грунта [2], что дополнительно облегчает дальнейшую работу для развозки грунта скреперами. На рисунке 1 представлена такая машина.



*Рисунок 1 – Мелиоративный клин-планировщик в работе*

Основные преимущества такой машины следующие: минимальная энергоёмкость процесса резания грунта за счёт особенностей конструкции рабочего органа и наибольшая производительность среди землеройно-планировочных машин. К недостаткам можно отнести: ограниченность использования машины – только срезка повышений грунта; наибольший радиус поворота, снижающий производительность машины и качество планировки в углах чека; отсутствие серийного производства клин-планировщиков.

Для дальнейшего совершенствования такой машины и возможностей оценки её работоспособности в настоящей статье предлагается общий подход к расчёту тяговых составляющих рабочего процесса. Для оценки энергетических составляющих при работе клин-планировщика предлагается следующие выражение в общем виде:

$$\Sigma F = F_1 + F_2 + F_3 + F_4,$$

где,  $F_1$  – сопротивление отделению грунта от массива – сопротивление резанию грунта, кН;  $F_2$  – сопротивление перемещению призмы волочения, кН;  $F_3$  – сопротивление продвижению отделяющейся стружки грунта вверх и в бок по двухотвальному рабочему органу, кН;  $F_4$  – сопротивление перемещению клин-планировщика по чеку при выполнении технологической операции, кН. Анализируя эту формулу, надо отметить, что всё-таки основная процентная часть тягового усилия у клин-планировщика приходится на первую составляющую – на резание грунта. В свою очередь, сопротивление резанию грунта рабочим органом клин-планировщика предварительно можно оценить следующим общеизвестным выражением:

$$F_1 = k \cdot B \cdot h,$$

где,  $k$  – коэффициент удельного сопротивления резанию, кН/м<sup>2</sup>;  $B$  – ширина захвата двухотвального рабочего органа, м;  $h$  – глубина резания (толщина стружки грунта), м.

Дальнейшее рассмотрение и анализ представленных выше выражений требует их адаптации применительно к двухотвальному рабочему органу клин-планировщика и особенностям его рабочего процесса.

#### Список литературы

1. Ефремов А.Н. Лазерная планировка орошаемых земель. – М.: ООО «Литера Принт», 2016. – 52 с.
2. Насонов, С. Ю. К вопросу поисковых исследований двухотвального рабочего органа клин-планировщика / С. Ю. Насонов // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях : Материалы IX Международной научно-практической конференции, Саратов, 27–28 апреля 2022 года. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью "Амирит", 2022. – С. 368–371.

УДК 631.354.2:004

### НАВЕСНАЯ АВТОСЦЕПКА ДЛЯ РАБОТЫ С ТЯГОВО-ПРИВОДНЫМ АГРЕГАТОМ

**Скворцов Илья Игоревич**, студент

Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград, Россия

e-mail: Puxaskv\_06@mail.ru

**Скворцов Игорь Петрович**, научный руководитель, кандидат технических наук, доцент

Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград, Россия

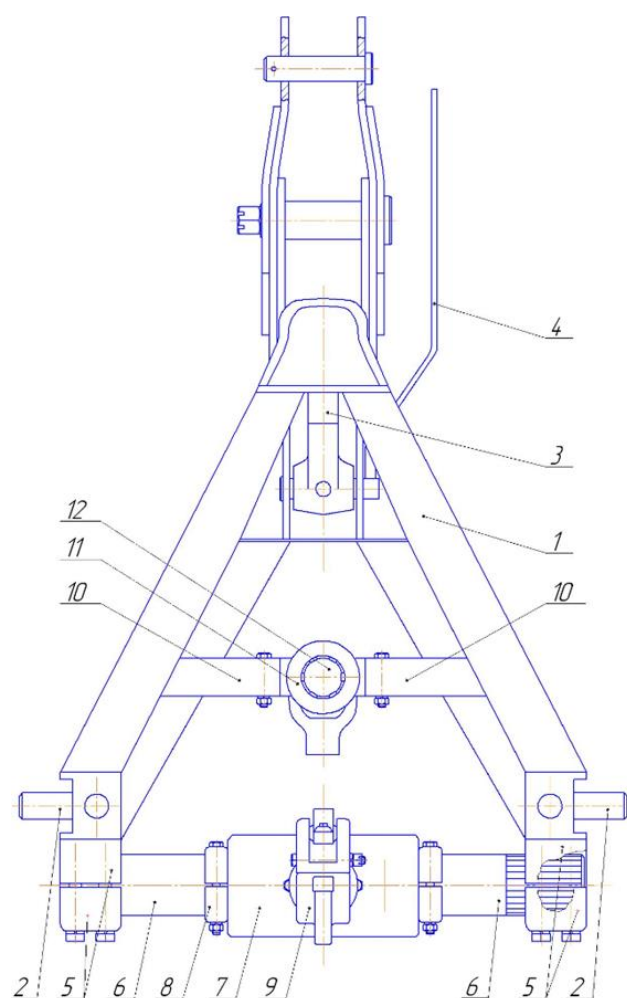
e-mail: skvortsov767@mail.ru

**Аннотация.** Особое внимание уделяется агрегатированию с трактором навесных, прицепных сельхозмашин, их быстрая и безопасная смена с минимальными затратами труда и времени. Предлагается усовершенствовать штатную конструкцию автосцепки, дополнительно приварив на рамку продольный кронштейн с опорным подшипником и промежуточным валом. В результате применения автосцепки снижаются затраты времени и труда при комплектовании агрегата.

**Ключевые слова:** сцепка автоматическая, тягово-приводной агрегат, трактор

Чтобы повысить эффективность при эксплуатации сельскохозяйственных агрегатов, нужно максимально адаптировать современную технику (особенно тракторы), для их работы с широким

спектром различных сельскохозяйственных машин. При этом особое внимание заслуживает процесс агрегатирования с одним трактором как навесных, так и прицепных сельхозмашин, их быстрая смена (одну на другую и обратно) с минимальными затратами труда и времени на смену орудий.

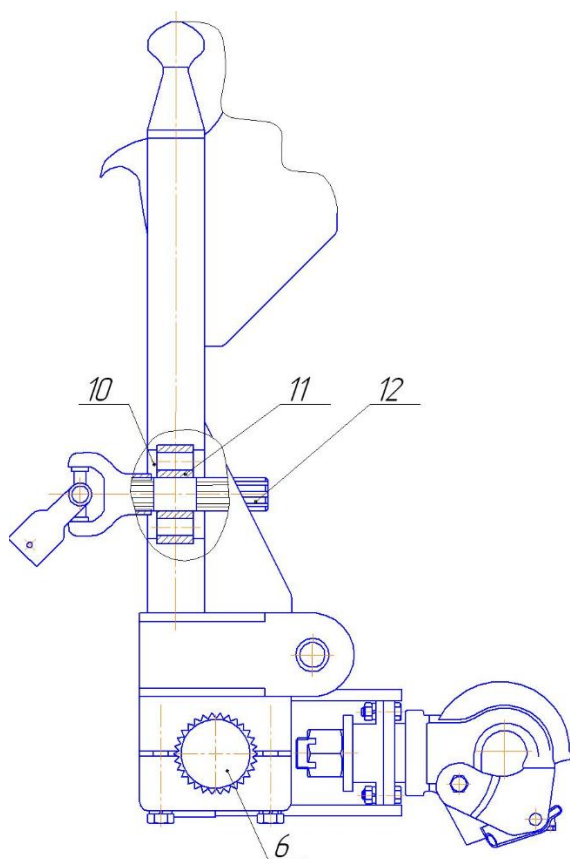


**Рисунок 1 – Универсальная навесная автоматическая сцепка для работы с тягово-приводным агрегатом (вид спереди)**

Для решения поставленной задачи, предлагается усовершенствовать штатную конструкцию известной автосцепки (рисунок 1), которая имеет рамку 1, два пальца 2 для установки на навеску трактора, кронштейн 3, рычаг 4, правый и левый бугель 5 со шлицами (для устранения проскальзывания и возможности установки фаркопа с положительным или отрицательным углом – в зависимости от условий работы), ось 6, втулку 7, хомуты ограничительные 8 (для исключения продольного смещения и возможности регулировки точки прицепа) и фаркоп 9. Дополнительно на рамке 1 приварен продольный кронштейн 10, в центре последнего установлен опорный подшипник 11 с промежуточным валом 12 (для присоединения ВОМ и агрегатирования приводных машин).

Чтобы начать работу с навесным вариантом агрегатирования сельхозмашины (рисунок 2), трактор движется задним ходом к навешиваемой машине (которая имеет рамку), а оператор регулирует гидравликой высоту навески трактора, совмещая автосцепку и рамку сельхозмашины до их надежной фиксации (универсальная навесная автоматическая сцепка уже установлена и закреплена на навеске трактора, по трёхточечной схеме).

Если необходимо продолжить работу с прицепным вариантом агрегатирования сельхозмашины, сначала разъединяем трактор с навесной машиной (выполняем операции в обратной последовательности, которая описана выше), затем переводим фаркоп 9 на 180° из навесного варианта в прицепной, надёжно фиксируем ось 6 в обоих бугелях 5. Далее трактор подводим задним ходом к присоединяемой машине, совмещая точку прицепа по высоте, добиваясь совпадения осей симметрии фаркопа 9 и дышла сельхозмашины и надёжно фиксируем. При комплектовании тягово-приводного агрегата (как с навесным, так и с прицепным вариантом агрегатирования сельхозмашины) вначале выполняем все манипуляции, указанные выше, соответственно варианту работы агрегата. После этого соединяем конец промежуточного шлицевого вала 12 (рисунок 2) автосцепки с помощью крестовины и вала-проставки с валом отбора мощности трактора. Другой конец промежуточного шлицевого вала соединяем с карданным валом сельхозмашины. Теперь крутящий момент передаётся от трактора – к рабочим органам сельхозмашины [1,2,3].



**Рисунок 2 – Универсальная навесная автоматическая сцепка для работы с тягово-приводным агрегатом (вид сбоку)**

В результате использования универсальной навесной автоматической сцепки упрощается присоединение к трактору навесных, прицепных и тягово-приводных сельхозмашин, снижаются затраты времени и труда при комплектовании агрегата, повышается его производительность и эффективность использования трактора в целом.

### **Список литературы**

1. Автосцепка. Патент на полезную модель №154610 U1 РФ, МПК B60D 1/00, B60D 1/14. №2014141251/11: заявл. 13.10.2014: опубл. 27.08.2015 / А.И. Ряднов, И.П. Скворцов, В.Н. Руденко.
2. Автосцепка. Патент на полезную модель №118923 U1 РФ, МПК B60D 1/01, B60D 1/14, B61G 1/02. №2012100776/11: заявл. 11.01.2012: опубл. 10.08.2012 / А.И. Ряднов, И.П. Скворцов, [и др.].
3. Автосцепка с расширенными функциональными возможностями. Патент на полезную модель №94934 U1 РФ, МПК B61G 1/02. № 2010100610/22: заявл. 11.01.2010: опубл. 10.06.2010 / А.И. Ряднов, С.В. Тронеv, И.П. Скворцов [и др.].

УДК 631.354.2:004

## **ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАБОТЕ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА**

**Скворцов Илья Игоревич**, студент

Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград, Россия

e-mail: Ilyaskv\_06@mail.ru

**Скворцов Игорь Петрович**, научный руководитель, кандидат технических наук, доцент

Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград, Россия

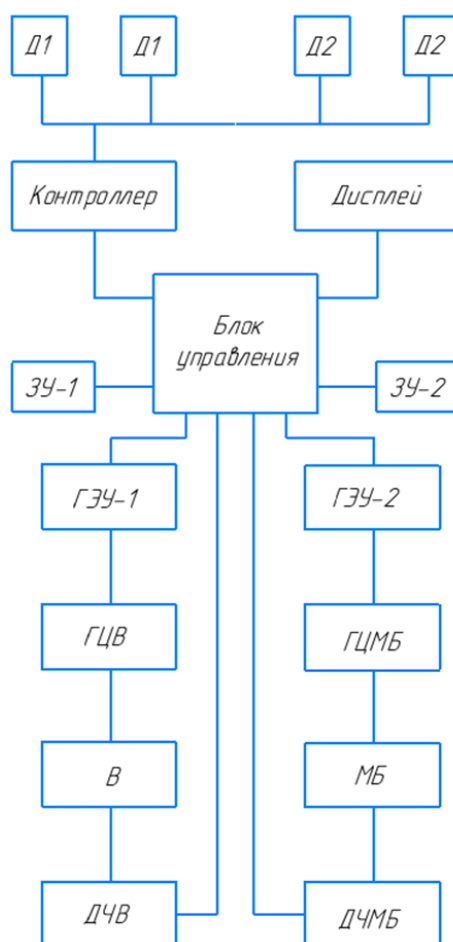
e-mail: skvortsov767@mail.ru

**Аннотация.** В зерноуборочных комбайнах могут применяться различные автоматические системы управления и контроля за работой сложных агрегатов и механизмов. Эта зерноуборочная техника представляет собой рациональное сочетание сложных механических и электронных систем и устройств. Совместное протекание штатного технологического процесса обмолота зерновых культур с применением системы автоматического контроля и управления оборотами вентилятора и молотильного барабана комбайна повышает качество его работы. Все электрические сигналы поступают на блок управления, он обрабатывает и сопоставляет информацию, получаемую от всех датчиков системы, и направляет воздействующий сигнал к исполнительным механизмам комбайна. За счёт использования системы сжимаются сроки уборки, снижаются потери и дробление зерна, повышается производительность комбайна.

**Ключевые слова:** система управления и контроля, зерноуборочный комбайн, цифровые технологии, молотильный барабан, дообмолот

Современная зерноуборочная техника представляет собой рациональное сочетание сложных механических и электронных систем и устройств, которые позволяют оператору (комбайнёру) зерноуборочного комбайна обеспечить надежную работу исполнительных механизмов МСУ (молотильного сепарирующего устройства) с помощью электронных систем, среди которых широко используются и автоматические системы. Они необходимы для контроля (в том числе удаленного) за технологическими процессами с целью оптимизации режимов работы машин, и позволяют выполнить заданный объём работ с большей эффективностью.

Для улучшения качества использования комбайна при уборке зерновых культур, возникает необходимость обеспечить автоматический сбор и анализ информации, передачу полученных данных к блоку управления комбайна для дальнейшей выработки и реализации эффективных управляющих воздействий. Чтобы получить этот результат, возможно, внедрить и использовать систему контроля и автоматического управления частотой вращения вентилятора и молотильного барабана комбайна. При уборке зерна, срезаемая комбайном хлебная масса, вымолачивается молотильным барабаном (МБ) и выходит после него в виде чистого зерна, не полностью обмолоченных колосьев и других фракций на транспортную доску МСУ. Затем этот поток ссыпается на верхнее решето, на котором ворох, зерно и не обмолоченные колосья ссыпаются на нижнее решето, через жалюзи которого в свою очередь проходят воздушные потоки, точно также, как и через жалюзи верхнего решета, создаваемые лопастями вентилятора. Далее из МБ крупные части соломы и прошедшие соломотряс подаются в измельчитель и рассыпаются по поверхности поля. Вымолоченное зерно без посторонних примесей просеивается нижним решетом и поступает в бункер комбайна, а оставшаяся часть вороха с недообмолоченными мелкими колосьями ударяется о датчики качественного состава вороха Д1 и попадая в колосовой шнек поступает из него на повторный дообмолот на выходе из которого, ворох и дообмолоченные колосья ударяются о датчики качественного состава вороха Д2 ссыпаясь на транспортную доску МСУ (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Система автоматического контроля и управления оборотами вентилятор и молотильного барабана комбайна**

Совместное протекание технологического процесса обмолота зерновых культур с применением системы автоматического контроля и управления оборотами вентилятора и молотильного барабана комбайна, при котором подаются электрические сигналы от датчиков Д1 и Д2, они обрабатываются контроллером, после него вся информация поступает на блок управления. Он в свою очередь обрабатывает и сопоставляет информацию, получаемую от всех датчиков системы, и направляет воздействующий сигнал к исполнительным механизмам системы, а точнее к гидрораспределителям с электромагнитным управлением ГЭУ-1 и ГЭУ-2. Один управляет ГЦВ (гидроцилиндром вариатора вентилятора), а другой гидрораспределитель управляет ГЦМБ (гидроцилиндром вариатора молотильного барабана) меняя при этом частоты вращения в интервалах, устанавливаемых оператором на задающих устройствах ЗУ-1 и ЗУ-2 в зависимости от состояния обмолачиваемой культуры, природно-климатических факторах и сложившихся на конкретном поле условиях уборки [4,5,6].

Кроме того, информация от блока управления выводится на дисплей и отображается в виде символов, графиков и других цифровых информационных данных, которые информируют оператора о протекании различных технических и технологических процессов, например: обороты барабана, скорость движения, потери зерна и другие. Также на дисплее имеются сенсорные кнопки электронно-управляемых механизмов и систем комбайна, на каждой из кнопок изображён соответствующий символ (понятный значок) и на которые приходится управляющее воздействие, величина установленного параметра и его единицы измерения.

При внедрении и использовании в комбайне предлагаемой системы автоматического контроля и управления оборотами вентилятора и молотильного барабана, появляется возможность постоянного контроля и мгновенного автоматического управления режимами функционирования рабочих органов МСУ, а самое важное – учитываются полученные данные от датчиков системы при настройке и регулировке, быстрая адаптация к работе агрегатов комбайна в изменяющихся условиях уборки и постоянная корректировка режимов работы вентилятора и молотильного барабана в сложившихся условиях работы машины [1,2,3].

В результате использования системы контроля и автоматического управления частотой вращения вентилятора и молотильного барабана комбайна сокращаются сроки уборки, снижаются потери и уменьшается дробление зерна, повышается производительность комбайна и эффективность его использования в целом.

### Список литературы

1. Автоматическая система контроля и управления ветро-решетной очистки зерноуборочного комбайна: пат. РФ № 2824794 / Ряднов А.И., Скворцов И.П., Скворцов И.И., Скворцова А.В. – Оpubл. 13.08.2024; Бюл. № 23.
2. Автоматическая система контроля и управления настройками рабочих органов молотильно-сепарирующего устройства: пат. РФ № 2800598 / Ряднов А.И., Скворцов И.П., Скворцов И.И. – Оpubл. 25.07.2023; Бюл. № 21.
3. Автоматическая система контроля и управления частотой вращения вентилятора: пат. РФ № 2544929 / Ряднов А.И., Скворцов И.П., Тронеv С.В., Скворцова А.В., Прошин С.В. – Оpubл. 20.03.2015; Бюл. № 8.
4. А.И. Ряднов, С.В. Тронеv, И.П. Скворцов. Теоретическая оценка пропускной способности рабочих органов зерноуборочного комбайна // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – № 2(34). – С. 189-194.
5. И.П. Скворцов, А.В. Скворцова. Теоретическое обоснование автоматической системы контроля процесса повторного обмолота // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 3 (55). – С. 388-397.
6. Скворцов, И.П. Повышение качества работы молотильно-сепарирующего устройства комбайна Дон-1500Б за счет применения системы контроля процесса повторного обмолота: дис. ... канд. техн. наук / И.П. Скворцов. – Волгоград, 2005. – 165с.

## ПОДГОТОВКА К 3D-ПЕЧАТИ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ ШТРИГЕЛЬНОЙ БОРОНЫ

**Фомин Вячеслав Валерьевич**, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: vbnjpk228@gmail.com

**Полюшкин Николай Геннадьевич**, научный руководитель, кандидат технических наук

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: nigenn@mail.ru

**Аннотация:** В статье рассматриваются этапы подготовки твердотельной модели штригельной бороны к 3D-печати. Представлен анализ требований к геометрической точности и прочности модели, а также особенности выбора материала и технологии аддитивного производства для обеспечения оптимальных эксплуатационных характеристик конечного изделия.

**Ключевые слова:** системы автоматизированного проектирования, T-Flex CAD 17, 3D моделирование, 3D печать, Подготовка к 3D печати

Подготовка 3D-модели к печати - важный этап, предшествующий самому процессу печати. Создание качественного прототипа из 3D-модели требует предпечатной подготовки, чтобы учесть ограничения той или иной технологии 3D-печати. В процессе подготовки необходимо решить ряд задач, таких как точное воспроизведение геометрической формы, обеспечение собираемости, внешнего вида и поиск подходящих материалов.

Правильная подготовка 3D-модели позволяет избежать проблем с геометрией и дефектов при печати прототипа.

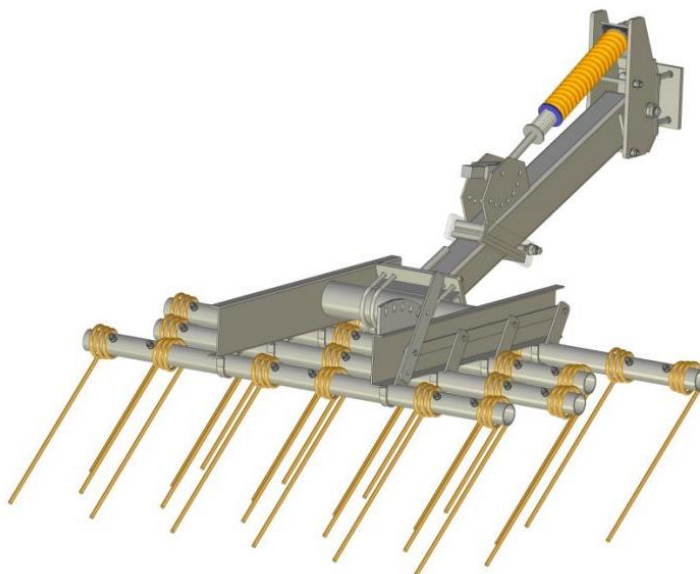
При создании 3D-модели важно учитывать размеры элементов и габариты модели. FDM-принтер не сможет напечатать деталь, размер которой меньше диаметра сопла. Если габариты превышают максимальные размеры области печати принтера, модель следует разделить на части для последующей склейки, предусмотрев подходящие способы соединения.

Построение 3D-модели выполняется с помощью систем автоматизированного проектирования, таких как КОМПАС-3D, T-Flex CAD, Solidworks, Inventor и др., а также программного обеспечения для «3D-скульптинга» Blender, zBrush и др. Благодаря поддержке различных техник моделирования (полигональное, скульптурное, NURBS), он подходит для создания как органических, так и технических моделей. Blender обладает мощными инструментами для текстурирования, UV-развертки и скульптинга, что позволяет добиться высокой детализации и реалистичности моделей.

Построение 3D-моделей выполнялось в T-Flex CAD 17 - отечественной параметрической CAD-системе, ориентированной на создание сложных 3D-моделей и конструкторской документации. Данная система предоставляет инструменты для твердотельного, поверхностного и гибридного моделирования, а также широкие возможности для автоматизации проектирования. T-Flex CAD 17 отличается тесной интеграцией с PLM-системами, что обеспечивает эффективное управление данными и жизненным циклом изделия (рис. 1).

После построения 3D-модели выбирается технология для 3D-печати. При этом необходимо учитывать специфические особенности той или иной технологии 3D-печати. В настоящее время широкое распространение получили следующие технологии 3D-печати: FDM, DLP, SLS, SLA и др.

**FDM (Fused Deposition Modeling)** - печать расплавлением пластиковой нити, слой за слоем формируя объект. Данная технология имеет свои достоинства и недостатки. К достоинствам можно отнести простоту и доступность, низкую стоимость материала, возможность в короткие сроки получить прототип готового и функционального изделия. В качестве недостатков можно отметить сложность создания тонкостенных и высокоточных деталей; среднюю точность (толщина слоя 100 мкм); ограничение по материалам, можно использовать только пластиковую нить; сложность печати больших объектов; ограниченная прочность и долговечность; сложность создания сложных внутренних структур.



**Рисунок 1 - 3D-модель штригельной бороны**

**DLP (Digital Light Processing):** в основе данной технологии лежит засветка жидкого фотополимера ультрафиолетовым проектором, послойно формируя печатаемый объект. Для DLP-технологии характерна высокая точность (до 10 мкм) и скорость 3D-печати; большой выбор материалов для печати; относительная невысокая стоимость оборудования. К минусам технологии можно отнести высокую стоимость расходных материалов, а также их небезопасность использования.

**SLS (Selective Laser Sintering):** при селективном лазерном спекании порошковый материал (пластик или металл) спекается лазером послойно. Высокая прочность и широкий выбор материалов, но дорогое оборудование и требуется постобработка.

**SLA (Stereolithography):** при печати методом стереолитография, процесс создания объекта выполняется путём последовательного нанесения слоёв фотополимера с помощью лазерного луча.

Для печати деталей штригельной бороны была выбрана печать по технологии FDM и DLP.

Для каждого типа печати используются свои материалы, которые выбираются в зависимости от назначения модели и условий её эксплуатации.

Для печати по FDM технологии используют такие материалы как PLA, ABS, PETG, TPU/TPE, PC и др.

**PLA (полилактид):** плюсы материала - биоразлагаемый, легко печатается, низкая усадка, доступный по цене, широкий выбор цветов; минусы - низкая термостойкость (размягчается при высоких температурах), хрупкий, не подходит для деталей, подверженных нагрузкам.

**ABS (акрилонитрилбутадиенстирол):** плюсы материала - высокая прочность, ударостойкость, термостойкость, долговечность, можно обрабатывать ацетоном для гладкости; минусы - высокая усадка (скручивание при печати), токсичные пары при печати, требует подогреваемой платформы и закрытого корпуса принтера.

**PETG (полиэтилентерефталат-гликоль):** плюсы материала - прочный, гибкий, термостойкий (лучше, чем PLA), химически стойкий, легко печатается (лучше, чем ABS); минусы - более дорогая, чем PLA, может требовать настройки параметров печати.

**TPU/TPE (Термопластичный полиуретан/эластомер):** плюсы материала - очень гибкий, эластичный, ударопрочный; минусы - сложно печатать (требует специфических настроек принтера и опыта), высокая адгезия к соплу.

**PC (Поликарбонат):** плюсы материала - очень прочный, термостойкий, ударостойкий; минусы - очень высокая температура печати, требует закрытого корпуса и нагретой платформы, склонен к деформациям.

Материалы для 3D-печати по DLP-технологии можно разделить на следующие группы:

- стандартные фотополимеры: плюсы - высокая детализация, гладкая поверхность, доступная цена; минусы: - хрупкость, ограниченная термостойкость, часто требуют постобработки (удаление поддержек, промывка, дозасветка).

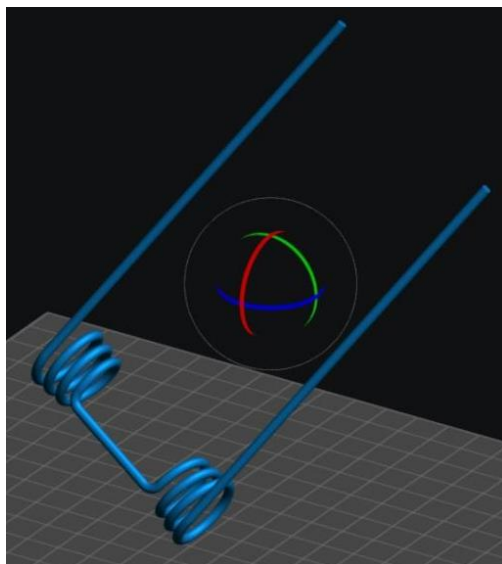
- прочные фотополимеры: плюсы - повышенная прочность, устойчивость к нагрузкам, долговечность; минусы - более дорогая, чем стандартные полимеры, может требовать более мощного источника света.

- термостойкие фотополимеры: плюсы - высокая термостойкость, устойчивость к воздействию высоких температур; минусы - более дорогие, чем стандартные полимеры, может потребоваться специализированное оборудование.

Подготовка к печати 3D-моделей деталей штригальной бороны выполняется в специальных программах - слайсерах. Данное программное обеспечение используется для преобразования трёхмерной модели в набор инструкций для 3D-принтера. Слайсер разделяет модель на тонкие слои и создаёт G-code, который управляет движением печатающей головки и подачей материала во время печати по технологии FDM.

Существует множество программных продуктов для работы с 3D-моделями. (Ultimaker Cura, Prusa Slicer, Chitubox, Orca slicer, Simplify3D, Polygon X и др). Для последующей обработки в программе необходимо сохранить модель в формате, который поддерживается этой программой. Чаще всего это формат STL [1].

Все подготовительные работы выполнялись в программе Ultimaker Cura. После экспорта 3D-модели необходимо было правильно расположить модель на виртуальном столе, при необходимости повернуть её для размещения других моделей и масштабировать. Высота модели определяет количество слоёв, и как следствие время печати (рис. 2).



**Рисунок 2 - Модель штригеля, расположенная в слайсере Chitubox**

После чего выполнялись настройкам печати: указывались характеристики принтера и материала. После этого выполнялась настройка самой 3D-модели: толщина стенок и основания, высота слоя, уровень и метод заполнения, и другие параметры [2]. От этих настроек зависят характеристики прототипа, скорость печати и расход материала (рис. 3).

Для полых 3D-моделей или моделей с нависающими элементами необходимо создать поддерживающие конструкции (поддержки) и настроить их так, чтобы экономить материал и упростить последующее удаление с прототипа. После завершения всех настроек модель разрезается. После завершения процесса можно визуальнo оценить полученные слои и траекторию экструдера. Если возникают ошибки или «хрупкие» места, их можно исправить более точными настройками. В результате программа сохраняет G-code для 3D-принтера [3].

Поддержки для DLP принтера – это структуры, создаваемые слайсером для удержания модели во время печати и предотвращения ее деформации. Поскольку DLP печать происходит «вверх ногами»- платформа поднимается из ванны с фотополимером, поддержки необходимы для Удержания нависающих элементов, обеспечение адгезии и минимизации деформации (рис. 4).

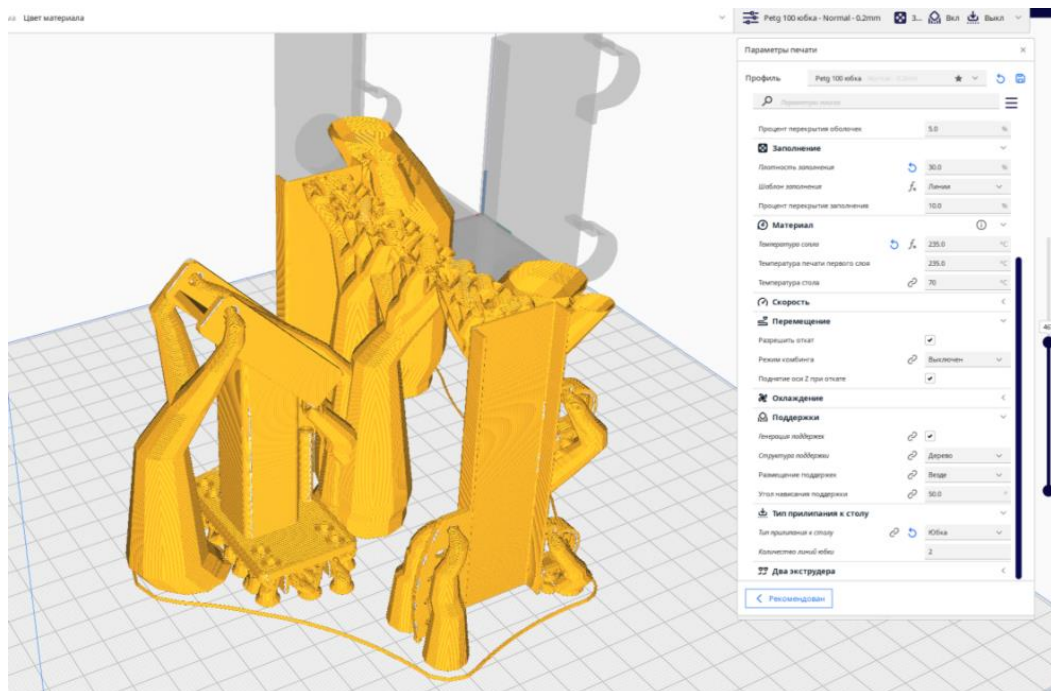


Рисунок 3 - Подготовка к печати деталей штригельной бороны в слайсере Ultimaker Cura

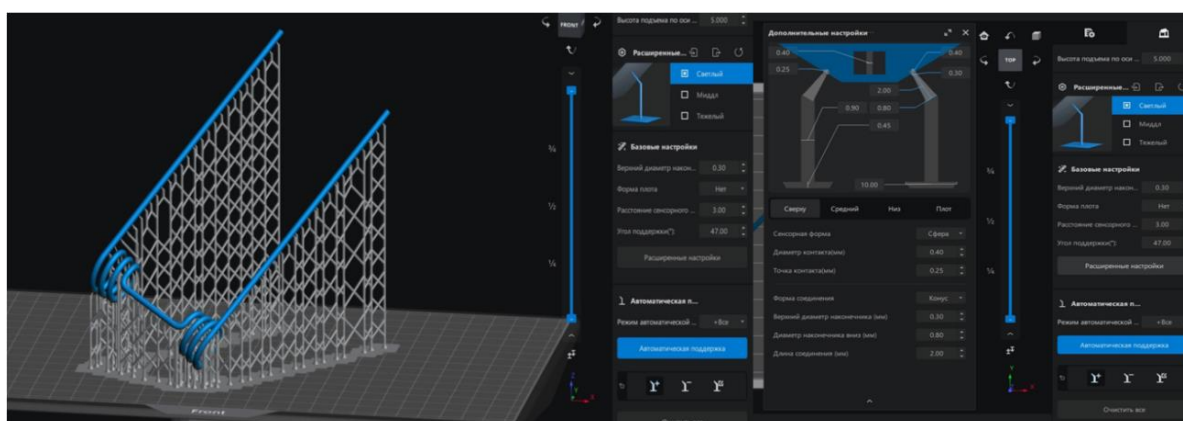


Рисунок 4 - Настройка поддержек в слайсере Chitubox

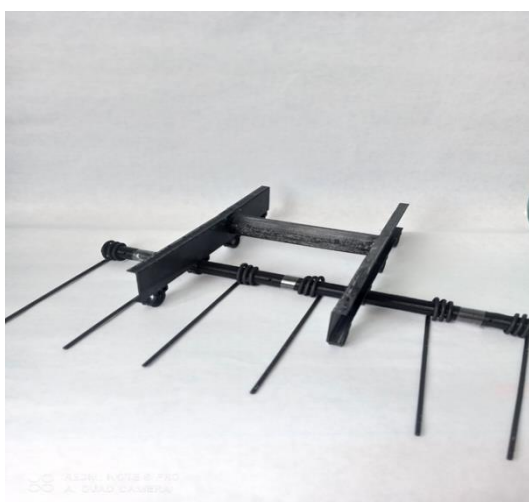


Рисунок 5 - Распечатанная модель штригельной бороны

Предпечатная подготовка 3D-моделей критически важный этап, включающий учёт ограничений технологии печати, выбор САД-системы и слайсера. Правильно подготовленная модель обеспечивает точное воспроизведение геометрии, собираемость, прочность и оптимальные характеристики изделия, минимизируя дефекты. Настройка параметров 3D-печати в слайсере, толщины стенок, степени заполнения определяют свойства прототипа, скорость печати и расход материала. Особое внимание следует уделять поддержкам, особенно в DLP-печати, обеспечивающих удержание нависающих элементов, адгезии и минимизации деформации печатаемой модели.

#### **Список литературы**

- 1.Балашов, А.В., Маркова, М.И. Исследование структуры и свойств изделий, полученных 3D-печатью // Инженерный вестник Дона, 2019, No1. -25 с.
- 2.Носко Е.А., Одиноква И.В., Чеканов А.Ю. Экспериментальная оценка влияния параметров 3D-печати на прочность изделия // журнал передовых исследований в области технических наук, 2018, No9-112 с.
- 3.Турченко М.В.; Гончарова Ю.А.; Касимов Р.М. Исследование прочности 3D-печатных изделий при варьировании технологических параметров в процессе печати // Агроинженерия. – 2023. – No2 – 56 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

### СЕКЦИЯ 5. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

#### ПОДСЕКЦИЯ 5.1. СОВРЕМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

|                                                                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Байшева У.В., Курьято В.А.</b> ПРИМЕНЕНИЕ БИТУМНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ                                      | 3  |
| <b>Дебрина Т.А.</b> РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕПЛИЧНОГО КОМПЛЕКСА ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА                                                              | 5  |
| <b>Катаев А.В.</b> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕМОНТА И ОБСЛУЖИВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ                           | 10 |
| <b>Кокарев Д.А.</b> ТЕХНОЛОГИЯ ВРЕМЕННОГО УСИЛЕНИЯ КИРПИЧНЫХ СТЕН ПРИ ДЕМОНТАЖЕ ПЕРЕКРЫТИЙ                                                              | 13 |
| <b>Маслов Е.В., Худяков М.В.</b> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ТВЕРДОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ                                            | 16 |
| <b>Мауль И.И.</b> ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ ДВС                                                                         | 20 |
| <b>Муравьев О.В.</b> ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ АНТИКОРРОЗИОННЫХ ЛЕТУЧИХ ИНГИБИТОРОВ В КАЧЕСТВЕ ОДНОГО ИЗ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ ПРИ ХРАНЕНИИ ТЕХНИКИ | 22 |
| <b>Николенко Д.Н.</b> ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ                         | 24 |
| <b>Павлова Д.А.</b> РЕТРОФИТ ЯЧЕЕК КРУ 10(6) кВ                                                                                                         | 27 |
| <b>Радзиховский А.А.</b> РОЛЬ ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ В ПРЕДОТВРАЩЕНИИ ДЕГРАДАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ                                                  | 31 |
| <b>Радченко Р.В.</b> ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН                                                                | 34 |
| <b>Соколов Д.С., Комса М.Д.</b> СПОСОБЫ РЕМОНТА ТРУБОПРОВОДОВ                                                                                           | 36 |
| <b>Стоянченко А.В.</b> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЛЕГКИХ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ                                         | 39 |
| <b>Страздина К. А.</b> УСТРОЙСТВО ПОЛА В ЗДАНИЯХ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ                                                                                  | 43 |
| <b>Худяков М.В., Маслов Е.В.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ТВЕРДОМЕРОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ                           | 45 |

#### ПОДСЕКЦИЯ 5.2. ИНЖЕНЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АПК

|                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Андрияшин М.М.</b> СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА МАШИН В АПК                                            | 49 |
| <b>Голубцов П.А., Шмаков Б.А.</b> СТЕНД ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ РАБОТЫ КЛИМАТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ              | 51 |
| <b>Данилина А.В.</b> ФОРМИРОВАНИЕ РЫНКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ                                                     | 55 |
| <b>Дифенбах Е.А.</b> СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЗАПОЛНЕНИЕМ ВОДОНАПОРНОЙ БАШНИ                                                   | 59 |
| <b>Коваль Ю.В.</b> РОЛЬ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ | 63 |
| <b>Крашенинник К.Л.</b> МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК                                     | 65 |
| <b>Кузнецов В.С.</b> ПРОБЛЕМЫ НАВОЗОУДАЛЕНИЯ В ЖИВОТНОВОДЧЕСКОМ ПОМЕЩЕНИИ СЕМЕЙНОЙ ФЕРМЫ НА 30 ДОЙНЫХ КОРОВ              | 68 |
| <b>Кузнецов В.С.</b> РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ НАВОЗОУДАЛЕНИЯ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ СЕМЕЙНЫХ ФЕРМ                      | 70 |
| <b>Кузнецов М.А., Цыглимов Е.С.</b> ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОРУДИЯ              | 72 |

|                                                                                                             |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Ли А.Е.</b> РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ СОШНИКОВ ЛЕСОПОСАДОЧНЫХ МАШИН                                 | <b>76</b> |
| <b>Резер А.В., Богиня Н.М.</b> РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ДИСКОВОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОРУДИЯ | <b>80</b> |
| <b>Сифоров А.Р.</b> К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ТЯГОВОГО УСИЛИЯ МЕЛИОРАТИВНОГО КЛИН-ПЛАНИРОВЩИКА                       | <b>83</b> |
| <b>Скворцов И.И.</b> НАВЕСНАЯ АВТОСЦЕПКА ДЛЯ РАБОТЫ С ТЯГОВО-ПРИВОДНЫМ АГРЕГАТОМ                            | <b>84</b> |
| <b>Скворцов И.И.</b> ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАБОТЕ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА                                  | <b>86</b> |
| <b>Фомин В.В.</b> ПОДГОТОВКА К 3D-ПЕЧАТИ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ ШТРИГЕЛЬНОЙ БОРОНЫ                            | <b>89</b> |

# СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУКА - ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

Материалы XX Всероссийской студенческой научной конференции  
(25–27 февраля 2025 г.)

## ЧАСТЬ 3 - ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ И ЭНЕРГЕТИКИ

*Секция 5. Техническое обеспечение агропромышленного комплекса*

### **Ответственные за выпуск:**

А.В. Коломейцев, М.В. Горелов

### **Редакционная коллегия:**

Литвинова В.С., канд. с.-х. наук, доцент;  
Харебин Д.Д., ст. преподаватель;  
Кузьмин Н.В., канд. техн. наук, доцент;  
Романченко Н.М., канд. техн. наук, доцент;  
Дебрин А.С., канд. техн. наук, доцент

### **Электронное издание**

### **Издается в авторской редакции**

Подписано в свет 28.03.2025. Регистрационный номер 175  
Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного  
университета 660017, Красноярск, ул. Ленина, 117