

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ  
И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ**

**Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ  
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

**Факультет механизации сельского хозяйства**



***АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МЕХАНИЗАЦИИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО  
ПРОИЗВОДСТВА***

**Материалы  
международной научной конференции  
студентов и магистрантов**

**Горки, 28–29 марта 2024 г.**

**Горки  
БГСХА  
2024**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ  
И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ  
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Факультет механизации сельского хозяйства

***АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МЕХАНИЗАЦИИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА***

Материалы  
международной научной конференции  
студентов и магистрантов

(Горки, 28–29 марта 2024 г.)

Горки  
БГСХА  
2024

УДК 631.171(063)

ББК 40.7я73

А 43

Редакционная коллегия:

В. В. Гусаров, кандидат технических наук, доцент (главный редактор),

В. А. Левчук, кандидат технических наук, доцент (отв. секретарь),

В. Н. Босак, доктор с.-х. наук, профессор,

А. Н. Карташевич, доктор технических наук, профессор,

В. Р. Петровец, доктор технических наук, профессор,

О. В. Гордеенко, кандидат технических наук, доцент,

В. И. Коцуба, кандидат технических наук, доцент,

О. В. Малашевская, кандидат сельскохозяйственных наук,

К. Л. Пузевич, кандидат технических наук, доцент

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор *В. С. Астахов*;

кандидат технических наук, доцент *В. М. Горелько*

А 43

**Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства:** материалы международной научной конференции студентов и магистрантов / редкол.: В. В. Гусаров (гл. редактор) [и др.]. – Горки: БГСХА, 2024. – 137 с.

Приведены материалы международной научной конференции студентов и магистрантов по актуальным вопросам механизации сельскохозяйственного производства.

Для студентов всех специальностей, практических работников, преподавателей.

УДК 631.171(063)

ББК 40.7я73

© УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», 2024

Секция. **Безопасность жизнедеятельности  
в сельскохозяйственном производстве**

УДК 631.158:658.345

БАРАШ В. П.

**РОЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ СРОДКАЎ АХОВЫ ПРАЦЫ  
Ў ПРАДУХІЛЕННІ ВЫТВОРЧАГА ТРАЎМАТЫЗМУ**

*Навуковы кіраўнік – БОСАК В. М., доктар с.-г. навук, прафесар*

Беларуская дзяржаўная сельскагаспадарчая акадэмія,

Горкі, Рэспубліка Беларусь

**Уводзіны.** Сродкі аховы працы – гэта сродкі, выкарыстанне якіх прадухіляе ці памяншае ўздзеянне на працуючых небяспечных ці шкодных вытворных фактараў. Сродкі аховы працы падзяляюцца на калектыўныя і індывідуальныя [5, 8, 15].

Калектыўныя сродкі аховы – гэта сродкі, якія канструктыўна ці функцыянальна звязаны з вытворчым абсталяваннем, вытворчым працэсам, вытворчым памяшканнем (будынкам) ці вытворчай пляцоўкай. Да калектыўных сродкаў аховы адносяцца: механізацыя і аўтаматызацыя вытворчых працэсаў, вентыляцыя, дыстанцыйнае кіраванне, атапленне, асвятленне і г. д. Калектыўныя сродкі аховы працы маюць прыярытэт перад індывідуальнымі, так як яны забяспечваюць ахову працы ўсіх работнікаў і іх працоўных месцаў.

Індывідуальныя сродкі аховы працы – гэта сродкі, якія выкарыстоўваюцца непасрэдна самім работнікам для прадухілення ўздзеяння небяспечных ці шкодных вытворчых фактараў. Да індывідуальных сродкаў аховы належаць спецыяльная вопратка, абутак, сродкі аховы органаў дыхання, вачэй, галавы і г. д.

**Асноўная частка.** Забеспячэнне работнікаў індывідуальнымі сродкамі аховы працы з'яўляецца актуальным пытаннем сучаснай вытворчасці [1–3, 6, 7, 9–13, 16, 17].

Індывідуальныя сродкі аховы працы выкарыстоўваюцца ў выпадках, калі выключэнне негатыўнага ўздзеяння небяспечных ці шкодных вытворчых фактараў не можа быць забяспечана канструкцыяй абсталявання, арганізацыяй вытворчых працэсаў, архітэктурнымі рашэннямі ці існуючымі калектыўнымі сродкамі аховы працы, а таксама пры выкананні асобных відаў работ (напрыклад, пры неспрыяльных умовах надвор'я) [4, 14].

Умовы забеспячэння сродкамі індывідуальнай аховы работнікаў вызначае “Інструкцыя аб парадку забеспячэння работнікаў сродкамі індывідуальнай аховы” (пастанова Міністэрства працы і сацыяльнай абароны Рэспублікі Беларусь ад 30.12.2008 № 209 (са змян. і дап.)).

Нормы забеспячэння рабочых і служачых індывідуальнымі сродкамі аховы працы прадугледжаны “Тыпавымі нормамаі бясплатнай выдачы сродкаў індывідуальнай аховы работнікам агульных прафесій і пасадаў для ўсіх галін эканомікі” (пастанова Міністэрства працы і сацыяльнай абароны Рэспублікі Беларусь ад 22.09.2006 № 110 (са змян. і дап.)), а таксама тыпавымі нормамаі для асобных галін эканомікі. Так, для аграпрамысловага комплексу дзейнічаюць “Тыпавыя нормы бясплатнай выдачы сродкаў індывідуальнай аховы работнікам, якія заняты ў сельскай і рыбнай гаспадарках” (пастанова Міністэрства працы і сацыяльнай абароны Рэспублікі Беларусь ад 16.04.2020 № 36 (са змян. і дап.)) [4, 5, 8, 14].

Наймальнік мае права выдаваць работнікам па ўзгадненню з прафесійнымі саюзамі ў межах аднаго віду сродкаў індывідуальнай аховы, якія прадугледжаны тыпавымі нормамаі, сродкі індывідуальнай аховы з аднолькавымі ці болей высокімі ахоўнымі ўласцівасцямі і гігіенічнымі характарыстыкамаі. Павелічэнне ўзроўню прафесійнай рызыкі ў выніку замены сродкаў індывідуальнай аховы не дапускаецца. Наймальнік мае права ў залежнасці ад умоў працы і характару выконваемых работ выдаваць работніку дадаткова не прадугледжаныя ў тыпавых нормах сродкі індывідуальнай аховы.

У залежнасці ад умоў працы і характару выконваемых работ на прадпрыемствах могуць захоўвацца таксама дзяжурныя сродкі індывідуальнай аховы. Колькасць дзяжурных сродкаў індывідуальнай аховы вызначаецца ў залежнасці ад колькасці занятых на дадзеным працоўным месцы ў найбольш загрузаную змену і норм выдачы аналагічных сродкаў індывідуальнай аховы для аднаго работніка.

Пры заключэнні працоўнага дагавору (кантракту) наймальнік знаёміць работніка з парадкам забеспячэння і нормамаі выдачы сродкаў індывідуальнай аховы для адпаведнай прафесіі рабочага ці службовай пасады. Выдаваемыя работнікам індывідуальныя сродкі аховы павінны адпавядаць характару і ўмовам працы.

**Заключэнне.** Індывідуальныя сродкі аховы працы належаць да асноўных аспектаў забеспячэння вытворчай бяспекі на працоўных месцах, прадухілення вытворчага траўматызму і прафесійных захворванняў.

## ЛІТАРАТУРА

1. Афанасьев, А. П. О защите дыхательных путей работников АПК от содержания в воздухе рабочей зоны ядовитых газов, паров аэрозолей, пыли или вирусов / А. П. Афанасьев, А. Л. Мисун, В. Л. Мисун // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 9–11.
2. Бараш, В. П. Кантроль аховы працы ў Рэспубліцы Беларусь / В. П. Бараш, В. М. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 23–25.
3. Бараш, В. П. Забяспячэнне аховы працы пры работах з персанальнымі кампутарамі / В. П. Бараш, В. М. Босак // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 152–154.
4. Безопасность жизнедеятельности человека. Средства индивидуальной и медицинской защиты / М. В. Цайц [и др.]. – Горки: БГСХА, 2024. – 43 с.
5. Босак, В. Н. Адамның қауіпсіздік өміртіршілігі (Безопасность жизнедеятельности человека) / В. Н. Босак, К. Т. Жантасов, М. К. Жантасова. – Шымкент, 2022. – 280 с.
6. Босак, В. Н. Обеспечение техносферной безопасности в сельском хозяйстве / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль // Проблемы продовольственной безопасности. – Горки: БГСХА, 2023. – Ч. 2. – С. 146–148.
7. Босак, В. Н. Особенности обеспечения охраны труда при работе с персональными компьютерами / В. Н. Босак // Технология органических веществ. – Минск: БГУ, 2013. – С. 22.
8. Босак, В. Н. Охрана труда, охрана окружающей среды и энергосбережение / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль. – Горки: БГСХА, 2023. – 107 с.
9. Дипломное проектирование / Е. Н. Гридюшко [и др.]. – Горки: БГСХА, 2023. – 143 с.
10. Заурбеков, Т. Т. Пыль в воздухе рабочей зоны: действие на организм и меры защиты / Т. Т. Заурбеков, К. С. Досалиев, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки, 2023. – С. 90–92.
11. Кондраль, А. Е. Организация и проведение работ с повышенной опасностью / А. Е. Кондраль, В. Н. Босак // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 50–53.
12. Молош, Т. В. Повышение эффективности применения средств индивидуальной защиты работников / Т. В. Молош, С. А. Корчик, Д. М. Рогожкин // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 75–78.
13. Особенности выбора средств защиты органов дыхания в зависимости от вида и условий выполняемых работ в растениеводческой отрасли / А. Н. Гурина [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 30–33.
14. Порядок обеспечения и расчет потребности средств индивидуальной защиты / М. П. Акулич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 26 с.
15. Челноков, А. А. Безопасность жизнедеятельности / А. А. Челноков, В. Н. Босак, Л. Ф. Ющенко. – Минск: Вышэйшая школа, 2023. – 407 с.
16. Швяцкова, С. І. Знакі і колеры сігнальныя: характарыстыка і ўмовы выкарыстання / С. І. Швяцкова, В. М. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 143–144.
17. Bosak, V. V. The occupational safety peculiarities in the Republic Belarus / V. V. Bosak, A. A. Bosak // Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы. – Минск, 2012. – С. 353.

УДК 614.8:693

ВОЙТОВ К. Е.

## **АНАЛИЗ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ РАБОТЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КРАНОВ**

*Научный руководитель – ГОРЕЛЬКО В. М., канд. техн. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** В Республике Беларусь работает более 8 тысяч строительных организаций, в которых занято более 250 тыс. человек. Ежегодно вводятся в строй около 4,3 млн. квадратных метров жилья, десятки ферм и животноводческих комплексов, ремонтируются дороги, мосты и другие сооружения. В области мелиорации, на площади около 4,3 млн. га мелиорированных земель, эксплуатируются тысячи шлюзов, насосных станций, защитных дамб и других сооружений [2, 3]. Содержание и ремонт этих объектов невозможны без выполнения работ башенными, самоходными строительными и монтажными кранами. При работе этих машин должно особое внимание уделяться безопасности работающего персонала. Аварии и несчастные случаи при работе грузоподъемных машин чаще всего возникают там, где не соблюдают инструкции, требования технической документации и правила охраны труда при производстве работ.

**Цель работы** – проанализировать возникавшие при работе грузоподъемных машин чрезвычайные ситуации и дать рекомендации по предотвращению угроз для жизни и здоровья обслуживающего персонала.

**Материалы и методика исследования.** Анализ различных причин возникновения опасных ситуаций при работе строительных кранов. Обоснование способов предотвращения несчастных случаев при выполнении строительно-монтажных работ.

**Результаты исследования и их обсуждения.** В 2023 г. в Республике Беларусь случилось 16 происшествий (8 несчастных случаев, в т. ч. 2 со смертельным исходом) [1]. Эти чрезвычайные ситуации происходили во всех областях республики и в городе Минске. Из всех этих случаев 10 произошли с кранами самоходного типа КС, 5 – с башенными кранами и 1 – с мостовым краном.

На строительной площадке могут эксплуатироваться сразу несколько видов кранов, например, башенный поворотный кран и само-

ходный строительный кран. Эти краны являются опасными производственными объектами.

Анализируя произошедшие инциденты можно сказать, что 3 случая произошли из-за нарушения технологических инструкций при выполнении ремонтных и погрузочно-разгрузочных работ, в том числе и при смещении поднимаемого груза, 2 случая – из-за опрокидывания крана при потере устойчивости из-за нарушений требований при установке крана, 1 случай – опрокидывание башенного крана из-за порыва ветра при нарушении требований инструкции по демонтажу крана, 1 случай – опрокидывание 2 кранов в котлован из-за несогласованности действия машинистов кранов, 1 случай – из-за разрушения сварных швов крепления гидроцилиндра выдвижной опоры. Одно происшествие произошло из-за касания линии электропередачи стрелой автомобильного крана. Эти все происшествия не повлекли человеческих жертв. Однако два случая, связанные с падением рабочих с подвесных платформ из-за нарушения порядка производства работ грузоподъемным краном в части подъема людей и грузов на платформе окончились трагически.

Учитывая, что и в предыдущие годы происходили подобные случаи, а также случаи разрушения болтовых соединений элементов крана, разрывы канатов стрелового расчала, самопроизвольное движение кранов, несрабатывание приборов и устройств безопасности, можно сделать вывод об имеющихся место нарушениях требований «Правил по обеспечению промышленной безопасности грузоподъемных кранов» [4]. Настоящие Правила обязательны для субъектов промышленной безопасности при выполнении отдельных видов работ, проектировании, изготовлении, реконструкции, модернизации и вводу в эксплуатацию и обслуживанию.

Согласно п. п. 421 и 422, строительно-монтажные и другие работы должны выполняться по проекту производства работ кранами, разработанному с учетом требований настоящих Правил и утвержденному в установленном порядке, в котором, в том числе, должны предусматриваться:

- соответствие устанавливаемых грузоподъемных кранов условиям строительно-монтажных работ и других работ по грузоподъемности, высоте подъема и вылету (грузовысотные характеристики грузоподъемного крана);
- обеспечение безопасных расстояний от сетей и ЛЭП, мест движения городского транспорта и пешеходов, а также безопасных расстоя-



ний приближения грузоподъемных кранов к строениям и местам складирования строительных деталей и материалов;

– условия установки и работы грузоподъемных кранов вблизи откосов котлованов;

– условия безопасной работы нескольких грузоподъемных кранов на одном пути, на параллельных путях, а также в случаях, когда зоны действия грузоподъемных кранов пересекаются.

Погрузочно-разгрузочные работы и складирование грузов на базах, складах, площадках должны выполняться по технологическим картам, разработанным с учетом требований актов законодательства, определяющих порядок и требования безопасности при ведении работ, и утвержденным владельцем грузоподъемного крана (производителем работ), в котором должны быть учтены следующие требования:

– не разрешается опускать груз в кузов транспортного средства, а также поднимать груз при нахождении людей в кузове или кабине транспортного средства;

– перемещение груза не должно производиться при нахождении под ним людей, стропальщик может находиться возле груза во время его подъема или опускания, если груз поднят на высоту не более 1000 мм от уровня площадки;

– при подъеме груза он должен быть предварительно поднят на высоту не более 200–300 мм для проверки правильности строповки и надежности действия тормоза, устойчивости стреловых кранов и вертикального натяжения канатов.

**Заключение.** Неукоснительное соблюдение требований безопасного ведения работ на объектах являются обязательными. Владелец грузоподъемного крана, производитель работ должны приостановить или запретить его эксплуатацию или производство работ при нарушениях, которые могут привести к несчастным случаям на производстве.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Информация о происшествиях с грузоподъемными кранами в 2023 году. – Режим доступа: <http://grodno.gov.by>. – Дата доступа: 12.03.2024.

2. Кондраль, А. Е. Обеспечение охраны труда при выполнении строительных работ / А. Е. Кондраль, В. Н. Босак // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – Вып. 8. – С. 97–99.

3. Мелиорация почвы в XXI веке: новые задачи и новые технологии // Директор. – 2020. – № 11.

4. Правила по обеспечению промышленной безопасности грузоподъемных кранов: Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 22.12.2018 № 66.

УДК 629.366

ЛАУБАХ Е. В.

## **СОВРЕМЕННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ШУМА В ТРАКТОРАХ**

*Научный руководитель – ЦАЙЦ М. В., магистр техн. наук*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Тракторы являются неотъемлемой частью сельского хозяйства и играют важную роль в повышении производительности и эффективности работы на полях. Однако, одним из негативных аспектов, связанных с использованием тракторов, является шум, который они производят. Во время работы присутствует низкочастотная общая и среднечастотная локальная вибрация, а уровень акустического шума порой превышает 80 дБ. Чрезмерные звуковые и вибрационные нагрузки приводят к проблемам со здоровьем, снижают работоспособность и внимание, ухудшают слух. Водитель становится раздражительным, быстро устает. Повышается риск аварийных ситуаций [1, 7].

Все источники шума в зависимости от характера и причин подразделяются на типы: механические, аэродинамические, гидродинамические, электромагнитные [2, 4, 5, 8–11]. Для тракторов наиболее характерны шумы, возникающие в результате взаимодействия механических деталей, и их превращения в аэродинамический шум. В связи с этим возникает необходимость проводить мероприятия по звукоизоляции определенных элементов конструкции тракторов.

Шум классифицируют в зависимости от источников шума как первичный и вторичный. Первичный – результат работы выхлопной системы, покрышек, аэродинамического происхождения, двигателя и КПП. Вторичный – результат передачи через двери, контура кабин, пол и крышу, крылья, вибраций деталей машин [3, 6, 12].

**Цель работы** – проанализировать инструменты для изменения уровня шума, возникающего в процессе эксплуатации тракторов.

**Результаты исследования и их обсуждение.** За последние годы произошли значительные изменения в технологии и конструкции тракторов, направленные на снижение уровня шума, который они производят. Одним из основных факторов, влияющих на шум, является двигатель трактора. Современные двигатели стали более эффективными и тихими благодаря использованию новых технологий и материалов. Применяются электродвигатели повышенной мощности, исполь-

зуемой не полностью. При неполной нагрузке машины снижается уровень магнитных составляющих шума. Для быстроходных двигателей, в которых возникает сильный шум в системе вентиляции, запас мощности позволяет ослабить вентиляцию и, следовательно, снизить шум.

Производители тракторов также активно работают над улучшением изоляции кабины водителя от шума. Снизить шум позволяет двухслойная изоляция с помощью материалов линейки Липлент. Последовательность работ такова:

- кабину разбирают, чтобы получить максимальный доступ к полу, крыше и стенам;
- поверхности очищают от пыли, загрязнений, маслянистых налетов и высушивают;
- предварительно из плотной бумаги или картона изготавливают лекала, по которым будет легче раскроить вибропоглотитель и звукоизолирующий материал для отдельных участков кабины;
- первый слой – Липлент Мф Вибролент с функцией вибропоглощения. Материалом оклеивают все доступные горизонтальные и вертикальные поверхности;
- второй слой – звукоизолирующий материал Липлент Пф, который усилит эффект и «впитает» звуковые волны.

Двухслойной шумоизоляции даже с применением высококачественных материалов недостаточно. Предварительно необходимо отрегулировать все узлы и механизмы трактора – двигатель, сцепление, коробку передач и ходовую, уделить внимание рулевому управлению. Только такой комплексный подход поможет снизить уровень шума до допустимого уровня. Кроме того, современные тракторы оснащены системами активного шумоподавления. Эти системы используются для подавления низкочастотных шумов, которые являются основным источником шума от тракторов. Входной микрофон, установленный в акустическом канале, обнаруживает шум и подает пропорциональный входной сигнал блоку управления (БУ), который его обрабатывает согласно алгоритму и формирует сигнал управления. При его формировании БУ также используется сигнал, получаемый с выходного микрофона, расположенного в зоне за источником антизвука (ИАЗ). Сигнал управления подается в ИАЗ, который формирует дополнительную звуковую волну в канале. Алгоритм, заложенный в БУ, должен подстраивать параметры сигнала управления таким образом, чтобы интерференция между исходным шумом и произведенной ИАЗ волной была максимальной.

Для снижения шума в тракторах также является обучение водителей правильным методам работы с техникой. Это может включать в себя правильную настройку оборудования, соблюдение рекомендаций по регулярному обслуживанию и использованию защитных средств, таких как наушники или наушники с активным шумоподавлением.

**Заключение.** Таким образом, уменьшение шума в тракторах является положительным трендом, который способствует улучшению условий работы для сельскохозяйственных работников и снижению негативного воздействия на окружающую среду. Производители тракторов продолжают работать над разработкой новых технологий и инноваций, чтобы сделать тракторы еще более тихими и эффективными. Это позволит сельскому хозяйству стать более устойчивым и экологически безопасным.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Обеспечение техносферной безопасности в сельском хозяйстве / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль // Проблемы продовольственной безопасности. – Горки: БГСХА, 2023. – Ч. 2. – С. 146–148.
2. Босак, В. Н. Охрана труда, охрана окружающей среды и энергосбережение / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль. – Горки: БГСХА, 2023. – 107 с.
3. Гедроить, Г. И. Снижение шума тракторов / Г. И. Гедроить, А. Ф. Безручко // Агропанорама. – 2016. – № 6 (118). – С. 2–4.
4. Ермак, И. Т. Шумовое воздействие на работающих при производстве древесностружечных плит / И. Т. Ермак, Б. Р. Ладик, В. Н. Босак // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2012. – С. 10.
5. Исследование производственного шума / А. Е. Кондраль [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – 15 с.
6. Котлова, Н. Ю. Улучшение условий труда операторов тракторов путем снижения уровня шума в кабине / Н. Ю. Котлова // Роль молодых ученых в решении актуальных задач АПК. – Санкт-Петербург-Пушкин: С-ПбГАУ, 2016. – С. 248–250.
7. Кунаш, М. В. Шумовое воздействие и его влияние на психологическое здоровье оператора сельскохозяйственного трактора / М. В. Кунаш, Г. И. Белохвостов // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 57–60.
8. Ладик, Б. Р. Шумовое воздействие на работающих при производстве древесностружечных плит / Б. Р. Ладик, И. Т. Ермак, В. Н. Босак // Труды БГТУ. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – 2012. – № 2. – С. 219–221.
9. Мисун, Л. В. О проблеме уровня шума в кабине мобильной сельскохозяйственной техники / Л. В. Мисун, А. В. Гаркуша // Производство и переработка сельскохозяйственной продукции. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2022. – С. 44–49.
10. Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – 69 с.
11. Охрана труда / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
12. Перевозчикова, Н. В. Улучшение условий труда тракториста путем снижения уровня шума в кабине трактора / Н. В. Перевозчикова, Ю. В. Старовойтова, А. С. Кашакова // Доклады ТСХА. – 2021. – Вып. 293, ч. III. – С. 137–141.

УДК 331.45

МАЛЕЙ М. А., СОЗОНИК А. Р., УСЕНКО М. И.

## **ВЛИЯНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ПРОИЗВОДСТВЕННУЮ ЭКОСИСТЕМУ**

*Научный руководитель – БОСАК В. Н., доктор с.-х. наук, профессор*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,

Горки, Республика Беларусь

На современном этапе развития общества все новые инновационные системы и технологии внедряются в производство, которые оказывают непосредственное влияние на экосистему [1, 2, 4–9].

Одним из перспективных таких направлений является развитие автономных транспортных средств [3]

Беспилотные автономные транспортные средства (БПАТС) стали одним из ключевых элементов эволюции технологического развития, предоставляя новые возможности для улучшения логистики и транспортировки в производственной сфере.

Преимущества внедрения БПАТС в производство:

- эффективность и производительность: БПАТС способны работать круглосуточно без усталости, обеспечивая непрерывные потоки транспортировки и минимизируя временные задержки;

- снижение риска человеческих ошибок: уменьшение человеческого воздействия снижает вероятность ошибок и аварий, что особенно важно в производственной среде, где точность играет ключевую роль;

- применение БПАТС в производственной логистике: беспилотные грузовики и транспортные роботы могут эффективно перемещать сырье и готовую продукцию в пределах производственных участков, минимизируя временные затраты;

- складская логистика: БПАТС применяются в автоматизированных складах для автономной перевозки товаров, облегчая управление запасами и ускоряя процессы комплектации заказов;

- безопасность и технические аспекты: БПАТС оснащены передовыми системами датчиков, включая радары, камеры и лидары, что обеспечивает высокую степень безопасности и предотвращает столкновения;

- автоматизированные системы управления: технические решения, такие как системы автоматизированного управления, позволяют эффективно координировать движение БПАТС, обеспечивая безопасность и эффективность;

– нормативные аспекты: внедрение БПАТС сталкивается с рядом нормативных вопросов, таких как регулирование движения автономных транспортных средств на общественных дорогах и внутри производственных территорий;

– обучение персонала: необходимость адаптации персонала к новым технологиям требует обучения и переподготовки сотрудников, что может быть вызовом для компаний;

– технологическая интеграция в производственный поток: беспилотные транспортные средства могут быть интегрированы в производственные цепочки, создавая единый, автоматизированный и связанный поток производства от поставщиков до потребителей;

– интеллектуальные транспортные сети: развитие интеллектуальных транспортных сетей позволяет БПАТС взаимодействовать друг с другом и с окружающей инфраструктурой, оптимизируя производственные процессы;

– экономические перспективы и рентабельность: автономные транспортные средства могут снизить операционные затраты предприятий благодаря повышенной эффективности, уменьшению персональных расходов и оптимизации логистики;

– инвестиции в исследования и разработки: компании, активно инвестирующие в разработку беспилотных транспортных решений, могут ожидать не только экономических преимуществ, но и укрепления своего конкурентного положения;

– экологические импликации: БПАТС могут способствовать более эффективному управлению энергией и ресурсами, снижая негативное воздействие на окружающую среду;

– снижение вредных выбросов: электрические и гибридные варианты беспилотных транспортных средств способствуют сокращению выбросов, способствуя устойчивому развитию;

– сфера занятости и социальные вопросы: внедрение БПАТС может сопровождаться снижением спроса на водителей, однако создание новых рабочих мест в области обслуживания, технической поддержки и разработки ПО может смягчить негативные социальные аспекты. Переобучение трудовых ресурсов и образование новых навыков становятся ключевыми аспектами адаптации к изменениям;

– внедрение БПАТС в специфических отраслях: беспилотные транспортные средства находят свое применение в промышленности и сельском хозяйстве, где требуется эффективная и безопасная транспортировка грузов и материалов;

– вызовы безопасности и противостояние угрозам: с развитием беспилотных транспортных средств возрастает роль кибербезопасности для защиты от возможных кибератак и неправомерного доступа;

– этические и правовые аспекты: вопросы ответственности, этики и правового статуса БПАТС требуют внимательного рассмотрения для обеспечения безопасности и справедливости.

Таким образом, беспилотные автономные транспортные средства предоставляют компаниям новые инструменты для оптимизации процессов. Решение вызовов, связанных с безопасностью, экономикой и социальными аспектами, позволит максимально раскрыть потенциал БПАТС в производственной сфере.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Байбатырова, Б. У. Совершенствование методов утилизации твердых бытовых отходов / Б. У. Байбатырова, Ж. М. Алтыбаев, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 16–18.

2. Байбатырова, Б. У. Перспективные методы переработки твердых бытовых отходов / Б. У. Байбатырова, Ж. М. Алтыбаев, В. Н. Босак // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 16–18.

3. Гресь, А. В. Беспилотные транспортные средства в сельском хозяйстве / А. В. Гресь, С. Ю. Войтешик, В. В. Пузевич // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 69–72.

4. Малей, М. А. Цифровые двойники как инструмент для оптимизации системы охраны труда / М. А. Малей, М. И. Усенко, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 145–147.

5. Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2020. – 152 с.

6. Сауан, Г. Ж. Разработка инновационных технологий переработки промышленных отходов / Г. Ж. Сауан, Г. Д. Кенжалиева, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 195–197.

7. Сауан, Г. Ж. Промышленные отходы как источник техногенного сырья / Г. Ж. Сауан, Г. Д. Кенжалиева, В. Н. Босак // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 82–85.

8. Созоник, А. Р. Блокчейн для учета профессиональных навыков в области охраны труда / А. Р. Созоник, М. И. Усенко, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 205–207.

9. Усенко, М. И. Мониторинг состояния здоровья рабочих при помощи трекерных браслетов / М. И. Усенко, М. А. Малей, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 215–216.

УДК 574:631.8

САЧЫЎКА А. В.

## **ЭКАЛАГІЧНАЯ РЫЗЫКА ПРЫ ВЫКАРЫСТАННІ ЎГНАЕННЯЎ У АГРАЦЭНОЗАХ**

*Навуковы кіраўнік – БОСАК В. М., доктар с.-г. навук, прафесар*

Беларуская дзяржаўная сельскагаспадарчая акадэмія,  
Горкі, Рэспубліка Беларусь

**Уводзіны.** Мінеральныя і арганічныя ўгнаенні з’яўляюцца грунтоўным падмуркам для атрымання высокіх і ўстойлівых ураджаеў сельскагаспадарчай прадукцыі, забеспячэння яе якасці, а таксама захавання і ўзнаўлення глебавай урадлівасці [3–5, 7–16].

Разам з тым, мінеральныя і арганічныя ўгнаенні, асабліва пры іх неабгрунтаваным і лішкавым ужыванні, могуць аказаць істотны негатыўны ўплыў на навакольнае асяроддзе [1].

**Асноўная частка.** Мінеральныя і арганічныя ўгнаенні аказваюць непасрэднае ці ўскоснае дзеянне на сельскагаспадарчыя культуры, глебу і прыродныя воды.

Адмоўны ўплыў угнаенняў на навакольнае асяроддзе ці асобныя кампаненты біягеацэнозаў вызначаецца праз забруджванне глебы, паверхневых і падземных вод, павелічэнне эўтрафікацыі вадаёмаў, парушэнне кругазвароту і балансу пажыўных рэчываў, зніжэнне ўраджайнасці і якасці сельскагаспадарчай прадукцыі і г. д.

Выкарыстанне празмерных доз азотных угнаенняў павялічвае мінералізацыю гумусу і азотутрымліваючых глебавых злучэнняў, страты азоту праз дэнітрыфікацыю і нітрыфікацыю, а таксама вядзе да лішкавага назапашвання нітратаў у прадуцыі [1].

З фосфарнымі ўгнаеннямі ў глебу ўносяцца шматлікія таксічныя элементы, напрыклад фтор, якія аказвае негатыўны ўплыў на чалавека і хатніх жывёл. Калійныя ўгнаенні з’яўляюцца крыніцай хлору, натрыю і цяжкіх металаў, якія назапашваюцца ў аграцэнозах і таксама нясуць немалую шкоду для навакольнага асяроддзя.

Значную шкоду навакольнаму асяроддзю прыносяць неабгрунтаванае выкарыстанне арганічных угнаенняў, перш-наперш вадкага гною і гноевых сцёкаў [6].

Для прадухілення негатыўнага ўплыву выкарыстання мінеральных і арганічных угнаенняў у аграцэнозах патрэбна выконваць шэраг умоў:

– прымяненне навукова-абгрунтаваных доз мінеральных і арганічных угнаенняў і іх разумнае спалучэнне [8, 14, 16, 19];



- выкарыстанне аграмеліярантаў і біяпрэпаратаў [9, 11, 18];
- дробнае ўнясенне азотных угнаенняў у залежнасці ад патрэбы той ці іншай сельскагаспадарчай культуры [7];
- пазакаранёвае ўнясенне азотных угнаенняў і мікраэлементаў, што дазваляе ў значнай ступені знізіць іх страты [14];
- неадкладнае загортванне азотных і арганічных угнаенняў для прадухілення газападобных страт азоту;
- перапрацоўку часткі вадкіх арганічных угнаенняў у разнастайныя кампосты, што значна зніжае страты пажыўных рэчываў [2, 13, 17];
- захоўванне арганічных і мінеральных угнаенняў у спецыяльна абсталяваных сховішчах;
- увядзенне севазваротаў і навукова-абгрунтаванае чаргаванне сельскагаспадарчых культур;
- выкарыстанне спецыялізаваных машын для ўнясення мінеральных і арганічных угнаенняў;
- прымяненне элементаў “дакладнага земляробства”;
- увядзенне ў практыку для часткі землекарыстальнікаў “альтэнаматыўнага земляробства”;
- абмежаванне выкарыстання ўгнаенняў у вадахоўных зонах і іншых ахоўваемых тэрыторыях;
- распрацоўку адпаведнага экалагічнага заканадаўства;
- неабходную прафесійную падрыхтоўку;
- выкананне экалагічнага заканадаўства пры захоўванні і прымяненні мінеральных і арганічных угнаенняў і г. д.

**Заклучэнне.** Выкананне дзеючага заканадаўства і навукова-абгрунтаванае выкарыстанне мінеральных і арганічных угнаенняў дазваляе знізіць экалагічную рызыку іх прымянення ў аграцэнозах.

#### ЛІТАРАТУРА

1. Астахов, В. С. Экологические проблемы применения удобрений в агроценозах / В. С. Астахов, В. В. Гусаров, Г. О. Иванчиков // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 101–106.
2. Босак, В. М. Асаблівасці выкарыстання вермікампоста ў аграбіяцэнозе / В. М. Босак, В. М. Марцуль, С. Л. Максімава // Веромикопостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: достижения, проблемы, перспективы. – Минск, 2013. – С. 57–61.
3. Босак, В. М. Роля мінеральных і арганічных угнаенняў ў забеспячэнні харчовай бяспекі / В. М. Босак, Т. У. Сачыўка, А. У. Дамнянкова // Химическая технология и техника. – Минск: БГТУ, 2024.

4. Босак, В. М. Харчовая бяспека і яе роля ў забеспячэнні бяспекі жыццядзейнасці / В. М. Босак, Т. У. Сачыўка // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 19–22.
5. Босак, В. Н. Агроэкологические аспекты использования органических отходов производства / В. Н. Босак, С. Л. Максимова, О. Н. Марцуль // Техника и технология защиты окружающей среды. – Минск: БГТУ, 2011. – С. 35–37.
6. Босак, В. Н. Бесподстилочный навоз: свойства и особенности применения / В. Н. Босак // Наше сельское хозяйство: агрономия. – 2014. – № 15. – С. 78–79.
7. Босак, В. Н. Влияние азотных удобрений на урожай и качество озимой пшеницы / В. Н. Босак // Плодородие почв в интенсивном земледелии. – Минск, 1991. – С. 76–78.
8. Босак, В. Н. Почвенное плодородие и удобрения как факторы формирования продуктивности сельскохозяйственных культур / В. Н. Босак, О. Ф. Смянович // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК. – Минск: БГАТУ, 2016. – С. 233–235.
9. Босак, В. Н. Применение сапонитсодержащих базальтовых туфов при возделывании базилика обыкновенного (*Ocimum basilicum* L.) на дерново-подзолистых почвах / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Картофелеводство и овощеводство. – 2023. – Т. 1. – С. 294–301.
10. Босак, В. Н. Применение удобрений в аквакультуре / В. Н. Босак // Теория и практика современной аграрной науки. – Новосибирск, 2022. – С. 1304–1306.
11. Босак, В. Н. Природные агромелиоранты в альтернативном земледелии / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Проблемы продовольственной безопасности. – Горки: БГСХА, 2023. – Ч. 1. – С. 233–236.
12. Исследование влияние минеральных солей на активацию фосфоритов Каратау / О. И. Ларионова [и др.] // Новейшие достижения в области инновационного развития в химической промышленности и производстве строительных материалов. – Минск: БГТУ, 2015. – С. 187–190.
13. Лапа, В. В. Применение торфокомпостов в сельском хозяйстве Республики Беларусь / В. В. Лапа, В. Н. Босак // Агроэкологические проблемы использования органических удобрений на основе отходов промышленного производства. – Владимир, 2006. – С. 136–137.
14. Ресурсосберегающие направления в использовании удобрений в Республике Беларусь / В. В. Лапа [и др.] // Европа – наш общий дом: экологические аспекты. – Минск, 1999. – С. 109.
15. Сачыўка, А. В. Выкарыстанне ўгнаенняў у кантэксце забеспячэння харчовай бяспекі / А. В. Сачыўка, В. М. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 198–200.
16. Сачыўка, Т. У. Узнаўленне глебавай урадлівасці як фактар забеспячэння харчовай бяспекі / Т. У. Сачыўка, В. М. Босак // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки, 2024. – Вып. 9. – С. 86–88.
17. Эффективность вермикомпоста при возделывании кукурузы и ярового тритикале / В. Н. Босак [и др.] // Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: проблемы, перспективы достижения. – Минск, 2010. – С. 139–142.
18. Bosak, V. Application of saponite-containing basaltic tuffs to improve the cultivation of agricultural plants / V. Bosak, T. Sachyuka // Аграрная наука – сельскохозйяственному производству Евразии. – Улаанбаатар: МААН, 2023. – С. 284–286.
19. Lapa, V. Impact of fertilization on fertility of Podzoluvisol and crop rotation productivity / V. Lapa, V. Bosak, A. Smeyanovich // Eurosoil. – 2004. – P. 412.

УДК 331.45

СОЗОНИК А. Р., УСЕНКО М. И., МАЛЕЙ М. А.

## **ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ОХРАНА ТРУДА**

*Научный руководитель – БОСАК В. Н., доктор с.-х. наук, профессор*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,

Горки, Республика Беларусь

Обеспечение требований охраны труда относится к важнейшим аспектам предотвращения травматизма и профессиональных заболеваний на производстве [1, 3–6, 10, 16].

Для обеспечения охраны труда в последнее время применяют все чаще инновационные методы и технологии [2, 7–9, 11, 13, 14].

Искусственный интеллект (ИИ) предоставляет инструменты для точного анализа и мониторинга рабочих сценариев, позволяя обнаруживать потенциально опасные ситуации на производстве [12, 15].

Сети сенсоров на производстве собирают огромные объемы данных о работе оборудования, окружающей среде и действиях персонала. ИИ анализирует эти данные в реальном времени, ища аномалии, которые могут свидетельствовать о потенциальных опасностях.

С помощью алгоритмов машинного обучения ИИ способен выявлять паттерны в данных и определять аномалии, которые могут указывать на возможные угрозы безопасности. Например, изменения в работе оборудования, несоответствия стандартным процессам или необычные движения персонала.

Когда ИИ обнаруживает потенциальную опасность, он может автоматически отправлять предупреждения персоналу или даже активировать системы безопасности. Это позволяет срочно реагировать на угрозы и предотвращать несчастные случаи.

ИИ способен проводить контекстуальный анализ данных, учитывая не только отдельные аномалии, но и их связь с другими событиями и условиями на производстве. Это позволяет более точно оценивать риски и принимать соответствующие меры.

ИИ не стоит на месте. Он постоянно учитывает новые данные и обновляется, улучшая свои способности распознавания опасностей на основе новых образцов и изменяющихся условий на производстве.

Анализ опасных ситуаций с помощью ИИ не только позволяет предотвращать потенциальные угрозы для работников, но и создает более интеллектуальную и адаптивную систему безопасности, способ-

ную быстро и эффективно реагировать на меняющиеся условия производства.

Искусственный интеллект, используя машинное обучение и анализ данных, способен предсказывать потенциальные риски на производстве на основе различных факторов.

ИИ анализирует данные о прошлых несчастных случаях на предприятии, учитывая факторы, такие как место, время, типы оборудования, и др. Это позволяет выявлять паттерны и тенденции, связанные с возникновением опасностей.

Алгоритмы машинного обучения выявляют взаимосвязи между различными факторами, которые могут приводить к несчастным случаям. Например, корреляция между погодными условиями и инцидентами, связанными с безопасностью, или между определенными процессами и риском производственных аварий.

ИИ строит прогностические модели на основе анализа данных, что позволяет предсказывать вероятность возникновения опасных ситуаций в будущем. Это дает возможность принять проактивные меры для предотвращения аварий до их возникновения.

На основе анализа данных и прогнозирования рисков, ИИ предоставляет конкретные рекомендации по безопасности, позволяя предприятиям разрабатывать более эффективные стратегии предотвращения несчастных случаев.

Системы на основе ИИ постоянно улучшают свои прогностические способности, обучаясь на новых данных и корректируя свои модели с течением времени. Это делает прогнозирование рисков более точным и надежным по мере получения новой информации.

Прогнозирование рисков с помощью ИИ не только позволяет предсказывать возможные угрозы, но и дает возможность предпринимать эффективные меры по предотвращению несчастных случаев до их возникновения. Это улучшает общую безопасность на производстве и защищает работников от потенциальных опасностей.

ИИ позволяет создавать системы, способные автоматически реагировать на обнаруженные угрозы. Это может включать автоматическое отключение оборудования, изменение процессов или отправку сигналов тревоги для предупреждения персонала.

Системы, основанные на ИИ, обладают гибкостью и адаптивностью. Они способны изменять свое поведение в зависимости от контекста и обстоятельств, что позволяет эффективно реагировать на различные ситуации.

ИИ интегрируется с другими технологиями, такими как интернет и автоматизированные системы управления, для создания комплексных умных систем, способных координировать множество действий для обеспечения безопасности.

ИИ обеспечивает системы безопасности интеллектуальными алгоритмами принятия решений. Это позволяет им не только обнаруживать угрозы, но и предлагать наиболее эффективные и оптимальные стратегии действий для предотвращения аварий.

Умные системы безопасности, поддерживаемые ИИ, не только повышают уровень безопасности на производстве, но и снижают риск возникновения несчастных случаев. Эффективное использование технологий ИИ в этой области помогает создать более защищенное и продуктивное рабочее окружение.

Искусственный интеллект позволяет создавать виртуальные обучающие среды и интерактивные симуляции, где работники могут тренироваться в безопасных условиях. Они могут практиковать различные сценарии без риска для здоровья и жизни.

ИИ адаптирует обучающие программы к индивидуальным потребностям работников, позволяя каждому получать уникальный набор уроков и заданий в соответствии с их уровнем знаний и навыков.

Системы на основе ИИ способны отслеживать прогресс обучения работников и предоставлять персонализированные рекомендации для улучшения их навыков безопасности. Это включает как непосредственную обратную связь по результатам обучения, так и подсказки в реальном времени во время выполнения заданий на производстве поддерживает системы обучения в реальном времени, что позволяет работникам получать необходимые знания и навыки непосредственно перед выполнением определенных задач или в ситуациях, когда это необходимо.

Анализ данных обучения позволяет ИИ определять эффективность программ обучения и выявлять области, где можно улучшить процессы обучения для более эффективного усвоения знаний и навыков безопасности.

Обучение работников при помощи искусственного интеллекта не только обеспечивает более эффективные и интерактивные способы обучения, но и способствует улучшению понимания и внедрению безопасных методов работы на производстве. Это важный шаг в направлении повышения безопасности труда и снижения риска возникновения несчастных случаев.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бараш, В. П. Забяспячэнне аховы працы пры работах з персанальнымі кампутарамі / В. П. Бараш, В. М. Босак // Актуальныя пытанні механізацыі сельскагаспадарства. – Горкі: БГСХА, 2023. – С. 152–154.
2. Болоцкий, А. О. Внедрение технологий Smart-СИЗ «Умная каска» в сферу охраны труда и промышленной безопасности / А. О. Болоцкий, И. А. Ахмедьянова, Н. В. Клочкова // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 21–23.
3. Босак, В. М. Накірункі развіцця студэнцкай навукі ў галіне аховы працы і бяспекі жыццядзейнасці / В. М. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 3–5.
4. Босак, В. Н. Адамның қауіпсіздік өміртіршілігі (Безопасность жизнедеятельности человека) / В. Н. Босак, К. Т. Жантасов, М. К. Жантасова. – Шымкент, 2022. – 280 с.
5. Босак, В. Н. Особенности обеспечения охраны труда при работе с персональными компьютерами / В. Н. Босак // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2013. – С. 22.
6. Босак, В. Н. Охрана труда, охрана окружающей среды и энергосбережение / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль. – Горки: БГСХА, 2023. – 107 с.
7. Гресь, А. В. Беспилотные транспортные средства в сельском хозяйстве / А. В. Гресь, С. Ю. Войтешик, В. В. Пузевич // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 69–72.
8. Дмуховский, А. И. Использование VR-технологий в обучении, проверке знаний и формировании навыков безопасного поведения сотрудников предприятия / А. И. Дмуховский, Д. А. Барановский, Н. В. Клочкова // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 48–50.
9. Клепцова, А. С. Сигнальная лента на основе датчиков движения / А. С. Клепцова, Ш. В. Бузиков // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 104–107.
10. Кондраль, А. Е. Организация и проведение работ с повышенной опасностью / А. Е. Кондраль, В. Н. Босак // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 50–53.
11. Малей, М. А. Цифровые двойники как инструмент для оптимизации системы охраны труда / М. А. Малей, М. И. Усенко, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки, 2024. – С. 145–147.
12. Нагородская, В. Б. Новые технологии (блокчейн / искусственный интеллект) на службе права / В. Б. Нагородская. – Москва: Проспект, 2019. – 128 с.
13. Созоник, А. Р. Блокчейн для учета профессиональных навыков в области охраны труда / А. Р. Созоник, М. И. Усенко, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки, 2024. – С. 205–207.
14. Усенко, М. И. Мониторинг состояния здоровья рабочих при помощи трекерных браслетов / М. И. Усенко, М. А. Малей, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 215–216.
15. Филипова, И. А. Искусственный интеллект и трудовые отношения: социальные перспективы и тенденции правового регулирования / И. А. Филипова // Российская юстиция. – 2017. – № 11. – С. 65–67.
16. Челноков, А. А. Безопасность жизнедеятельности / А. А. Челноков, В. Н. Босак, Л. Ф. Ющенко. – Минск: Вышэйшая школа, 2023. – 407 с.

УДК 331.45

УСЕНКО М. И., СОЗОНИК А. Р.

### **ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ПРОПАГАНДЫ ОХРАНЫ ТРУДА**

*Научный руководитель – БОСАК В. Н., доктор с.-х. наук, профессор*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,

Горки, Республика Беларусь

В соответствии с действующим законодательством Республики Беларусь, на нанимателя возлагается обязанность обеспечивать пропаганду и внедрение передового опыта работы по охране труда [8].

Один из ключевых методов пропаганды – это систематическое обучение сотрудников правилам безопасной работы. Это может быть осуществлено через проведение регулярных тренингов, семинаров и обучающих программ. Важно включить в программу занятий реальные ситуации, с которыми работники могут столкнуться на практике [1].

Разработка и распространение информационных материалов (буклетов, плакатов, видеороликов и т. д.) также является эффективным методом пропаганды. Информация должна быть доступной, легкой для восприятия и акцентировать наиболее важные аспекты безопасности.

Одним из таких методов пропаганды является разработка интерактивных обучающих программ, доступных в электронном виде или на мобильных устройствах, которые могут значительно улучшить понимание правил безопасности. Интерактивные уроки могут включать в себя тесты, симуляции и другие формы обучения, сделав процесс более увлекательным. Такие визуализации могут привлечь внимание работников и помочь им лучше понять правила охраны труда [9].

Разработка наглядных материалов, таких как инфографика, чарты, иллюстрации, которые наглядно демонстрируют правила охраны труда, может улучшить понимание даже среди тех, кто предпочитает визуальное обучение. Организация регулярных собраний и брифингов, посвященных вопросам безопасности труда, может обеспечить постоянное внимание сотрудников к этой теме. Эти встречи могут включать в себя обсуждение конкретных случаев, анализ произошедших инцидентов и предоставление актуальной информации. Возможно размещение информации о правилах охраны труда, актуальных уведомлениях и инструкций в местах повышенной проходимости, таких как: коридоры, рабочие помещения и места отдыха. Размещение информации на электронных площадках и социальных сетях может повысить доступность информации для сотрудников [4, 6, 9].

Пропаганда охраны труда также должна способствовать формированию безопасной культуры на предприятии. Это включает в себя поощрение сотрудников, активно соблюдающих правила безопасности, и создание атмосферы, где обсуждение вопросов безопасности труда считается важным [1–3, 5–11].

Вовлечение сотрудников в процесс принятия решений, касающихся охраны труда, может способствовать более успешной реализации мер безопасности. Сотрудники, участвующие в формировании и обсуждении политики безопасности, более вероятно будут соблюдать установленные стандарты.

Таким образом обеспечение безопасности труда на сельскохозяйственном предприятии – задача, требующая системного подхода. Методы пропаганды охраны труда должны быть всесторонними, учитывающая особенности производства и специфику трудовых процессов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Балдин, Г. П. Пропаганда охраны труда в сельском хозяйстве / Г. П. Балдин. – Москва: Россельхозиздат, 1980. – 96 с.
2. Бараш, В. П. Кантроль аховы працы ў Рэспубліцы Беларусь / В. П. Бараш, В. М. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 23–25.
3. Безопасность жизнедеятельности человека. Практикум / А. В. Домненкова [и др.]. – Минск: БГТУ, 2023. – 252 с.
4. Данилов, С. А. Формирование безопасной культуры труда на предприятиях сельского хозяйства / С. А. Данилов // Безопасность труда и промышленная экология. – 2017. – № 3. – С. 45–52.
5. Ковалевич, З. С. Безопасность жизнедеятельности человека: практикум / З. С. Ковалевич, В. Н. Босак. – Минск: МИТСО, 2024. – 380 с.
6. Качаноўская, Г.-М. В. Прапаганда аховы працы ў сельскай гаспадарцы / Г.-М. В. Качаноўская, В. М. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 63–64.
7. Мазуренко, С. С. Охрана труда на железнодорожных станциях / С. С. Мазуренко, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 140–141.
8. Охрана труда / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
9. Химакова, А. А. Формирование культуры безопасности труда у будущих молодых специалистов на основе современных информационных технологий / А. А. Химакова, Т. В. Шорец // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 263–264.
10. Шинкевич, К. С. Охрана труда в индустрии косметики / К. С. Шинкевич, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 240–241.
11. Щеглова, К. С. Работоспособность и наличие домашних животных на рабочем месте / К. С. Щеглова, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 245–246.



УДК 331.45

ЩЕГЛОВА К. Ю.

### **ВЛИЯНИЕ ПОХВАЛЫ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ**

*Научный руководитель – БОСАК В. Н., доктор с.-х. наук, профессор*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

На современном этапе развития производственных отношений роль человеческого фактора имеет важное значение, в т. ч. и в сфере охраны труда и безопасности жизнедеятельности [1–8].

Выгорание – это психологическое состояние усталости в области профессиональной или творческой деятельности человека. Оно может сопровождаться раздражительностью, бессонницей и невозможностью подолгу сконцентрироваться на одной задаче. Такое состояние чаще других развивается у людей, склонных к серьезному отношению к делу, перфекционизму, а также у тех, кого преследуют навязчивые мысли. Даже когда человек очень любит свою работу, каждое утро с удовольствием на нее идет и радуется всем рабочим задачам и процессам, все равно через какое-то время, 5–10 лет, он начинает уставать. Работа ему надоедает, какой бы она ни была интересной и как часто бы он от нее не отдыхал. Даже у самого продуктивного и инициативного сотрудника рано или поздно садится батарейка эффективности и, глядя на происходящее, опускаются руки.

Что же в данном случае можно сделать для дальнейшего предотвращения? Ответ прост. Похвалить. Одним из самых лучших нематериальных способов поддержать коллегу, работника или наладить мосты – вовремя сказанное доброе и уместное слово.

Комплименты также необходимы для поддержания позитивной культуры в компании и создания мотивирующей атмосферы в коллективе. Согласитесь, если кто-то из коллег заметил, «как здорово Вы все придумали», – Ваше настроение значительно улучшается, силы откуда-то берутся, а дела двигаются в гору с космической скоростью. Действительно, поддержка важна и нужна. Отмечено, что команды, где сотрудники хвалят друг друга, работают быстрее, эффективнее, креативнее, не боятся предлагать идеи, не имеют конфликтов, нацелены на общий результат, обмениваются опытом и открыты к новым проектам.

Профессор психологии Университета Дьюка Дэн Эрайли провел эксперимент, который описал в своей книге «Компенсация: скрытая логика, формирующая нашу мотивацию».

Ученый разделил рабочих израильского завода полупроводниковой промышленности на четыре группы и пообещал каждой из них вознаграждение за ежедневную сборку определенного количества чипов.

Одну группу он пообещал похвалить в конце недели, другая должна была получить 30 долларов в качестве бонуса, третья – купон на бесплатную пищу, а четвертая – ничего. Спустя неделю категория рабочих, которым пообещали пищу, показала рост производительности на 6,7 % по сравнению с контрольной группой; фраза «Отличная работа!» повысила эффективность на 6,6 %, а деньги – только на 4,9 %. В конце исследования похвала стала безусловным лидером, пицца опустилась на второе место, а обделенная всем контрольная группа – на третье. Денежная мотивация проиграла всем.

Всегда помните, что одна негативная фраза перечеркивает несколько добрых. Относитесь уважительно к работе коллег, не бойтесь обращать внимание на их достижения и избегайте конфликтов на работе. Например, можно даже воспользоваться таким лайфхаком, как записки комплиментов – коллеги отправляют между собой сообщения с похвалой или прикрепляют стикеры на рабочий стол. Прочитать о своих достижениях – один из действенных способов поверить в свои силы, вспомнить, что когда-то подобные задачи были решены.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак, З. С. Ковалевич. – Минск: РИВШ, 2023. – 404 с.
2. Босак, В. Н. Оценка условий труда – основа снижения уровня профессиональных рисков / В. Н. Босак, И. Т. Ермак, Б. Р. Ладик // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2012. – С. 4–5.
3. Босак, В. Н. Роль человеческого фактора в обеспечении безопасности труда / В. Н. Босак // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2016. – С. 4.
4. Качаноўская, Г.-М. В. Прапаганда аховы працы ў сельскай гаспадарцы / Г.-М. В. Качаноўская, В. М. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 63–64.
5. Кириллюк, К. Ю. Вклад деятелей искусства в охрану труда / К. Ю. Кириллюк, А. Г. Кочегарова, В. В. Пузевич // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 65–67.
6. Мазуренко, С. С. Охрана труда на железнодорожных станциях / С. С. Мазуренко, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 140–141.
7. Шинкевич, К. С. Охрана труда в индустрии косметики / К. С. Шинкевич, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 240–241.
8. Щеглова, К. С. Работоспособность и наличие домашних животных на рабочем месте / К. С. Щеглова, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 245–246.

УДК 631.31

АКСЕНОВ Д. А.

## **ОБЗОР И АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ САДОВЫХ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ**

*Научный руководитель – ГАВРИЛОВ И. И., ст. преподаватель*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Проблемы, связанные с механизацией химической защиты садов, рассматривались в трудах многих известных отечественных и зарубежных исследователей [1–6].

Одной из основных технологий внесения пестицидов можно считать – опрыскивание. Современные опрыскиватели отличаются наиболее качественным выполнением операций, а также значительным сокращением расхода вносимой рабочей жидкости, что в свою очередь позволяет увеличить производительность агрегата в целом при снижении себестоимости обработки с учетом уменьшения химической нагрузки на окружающую среду.

**Цель работы** – произвести обзор и анализ садовых опрыскивателей дать классификацию существующих опрыскивателей.

**Материалы и методика исследований.** Проанализированы и изучены публикации, затрагивающие использование методов, способов и средств опрыскивания.

**Результаты исследований и их обсуждение.** В результате анализа опубликованных работ [7–11] и других источников информации, представленных в сети интернет, был выполнен обзор различных конструкций садовых опрыскивателей.

По назначению рассматриваемые опрыскиватели можно разделять на универсальные, которые применяются для всех видов обрабатываемых культур, и специальные – применение которых сводится для обработки одного конкретного вида культуры.

По роду действия распылителей выделяют: опрыскиватели с механическими, гидравлическими, электрическими и ультразвуковыми распылителями. Здесь в основу классификационного деления положен принцип работы распылителя.

По степени дисперсности распыла рабочей жидкости: выделяют опрыскиватели с полнообъемным, малообъемным и ультрамалообъемным распылом. В зависимости от способа подачи рабочей жидкости к объекту обработки можно выделить вентиляторные и комбинированные опрыскиватели.

Форма изготовления распылителей также позволяет классифицировать садовые опрыскиватели на щелевые, инжекторные и дефлекторные.

В зависимости от объема резервуара, установленного на опрыскиватель, выделяют: малые, средние и большие опрыскиватели, а также метод соединения опрыскивателя с трактором позволяет выделить среди садовых опрыскивателей: навесные, прицепные, самоходные.

Для проведения сравнительного анализа садовых опрыскивателей Белорусского и зарубежного производства, по основному критерию – качеству опрыскивания удобно выделить объединяющие все опрыскиватели показатели, такие как: медианный диаметр капли рабочей жидкости, площадь покрытия каплями обрабатываемого объекта, а также глубина проникновения капли в крону дерева.

По данным информации полученной из каталогов, рекламных буклетов, систем аналитической информации, руководств по эксплуатации, и др., можно проанализировать только лишь определенные технические характеристики такие как: объем бака, производительность насоса, рабочую скорость и ширину захвата, норму внесения, габаритные размеры.

Отсюда можно сделать вывод, что адекватно оценить один опрыскиватель по сравнению с другим, указав его достоинства над другим весьма затруднительно.

Ниже представлены опрыскиватели получившие наибольшее распространение при работах в садах. По причине того, что данная работа связана с разработкой вентиляторного опрыскивателя, представим перечень только садовых вентиляторных опрыскивателей.

Опрыскиватели выпускаемые ООО «Ремком»: ОВС-600, ОВС-2000, ОВС-2000К, ОВС-2000С, ОВС-2000КНФ Основными критериями оценки эффективности работы опрыскивателей являются сокращение расхода рабочей жидкости и потерь пестицидов, повышение равномерности обработки растений, что достигается, прежде всего, совершенствованием основных рабочих органов, широким внедрением компьютеризации для управления технологическим процессом, в том числе с использованием спутниковых навигационных систем, для осуществления технологии дифференцированного внесения ядохимикатов.

Серия прицепных и навесных опрыскивателей производит ООО «СелАгро» с продукцией вентиляторных опрыскивателей серии Зубр, с различными приставками (пирамида, колона, двухрядная приставка). Как правило опрыскиватели данной марки комплектуются двойным вентилятором, обеспечивающий мощный воздушный поток для проведения качественной обработки самых верхних точек кроны.

**Заключение.** Большинство из рассмотренных устройств для обработки сада сложны, а интенсивность распределения рабочей жидкости по периметру кроны дерева неравномерна.

Неравномерность распределения рабочего состава можно объяснить тем, что расстояние от рабочего органа до листьев, находящихся на горизонтальной оси вентилятора, всегда меньше, чем до макушки обрабатываемого дерева. В результате обработки часть рабочей смеси может попадать выше кроны и уноситься воздухом, а также поглощается почвой.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Борисова, С. М. Обоснование технологической схемы конструктивных и режимных параметров ультромалообъемного опрыскивателя с распылителями эжекционно-щелевого типа: автореф. дисс. ... канд. техн. наук / С. М. Борисова. – Краснодар, 1997. – 26 с.
2. Губжиков, Х. Л. Параметры и режимы работы ультромалообъемного опрыскивателя с пневмоакустическими распылителями для интенсивного горного и предгорного садоводства: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Х. Л. Губжиков. – Нальчик, 2006.
3. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
4. Палапин, А. В. Оптимизация параметров и режимов работы ультромалообъемного вентиляторного опрыскивателя: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук / А. В. Палапин. – Краснодар, 2005.
5. Тарнович, Н. К. Задачи исследования технологического процесса малообъемного и мелкокапельного опрыскивания сельскохозяйственных культур. / Н. К. Тарнович. – Москва: ВИНТИСХ, 1968.
6. Effects of Casings and Canopy Dividers Installed in a Spraying Unit on Rapeseed Losses During Desiccation / D. Choszcz [et al.] // Techn. sciences / Univ. of Warmia and Mazuri. – Olsztyn, 2004. – № 7. – P. 67–76.
7. Карпенко, А. Н. Сельскохозяйственные машины / А. Н. Карпенко, В. М. Халанский. – Москва: Колос, 1983. – 495 с.
8. Новые опрыскиватели отечественного производства / Г. И. Ткаченко // Сахарная свекла. – 1998. – К. 6.
9. Опрыскиватель ультромалообъемный: патент России № 2132611, кл. A01M007/00 / Г. Г. Маслов [и др.].
10. Сельскохозяйственная техника и оборудование для фермерских хозяйств. – Т. 1. – Москва: Информагротех, 1994. – 383 с.
11. Чайко, И. Г. Механизация химической защиты растений / И. Г. Чайко. – Ленинград: Лениздат, 1966.

АРЦИМЕНЯ М. В., ГРИНКЕВИЧ М. А.

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ  
ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРУНТОЗАЦЕПОВ**

*Научный руководитель – ГОРДЕЕНКО О. В., канд. техн. наук, доцент*  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Эффективность производства любой сельскохозяйственной культуры во многом зависит от своевременного и качественного выполнения всех сельскохозяйственных работ, предусмотренных применяемой технологией [1, 3, 5–7]. Машинно-тракторные агрегаты должны обеспечивать жесткие требования технологий обработки почвы, посева, ухода и уборки урожая. Поэтому повышение эффективности их использования имеет большое значение для сокращения времени проведения работ, трудовых и материальных ресурсов.

**Цель работы** – повышение эффективности использования машинно-тракторных агрегатов в сельском хозяйстве путем улучшения тягово-сцепных свойств трактора за счет грунтозацепов.

**Материалы и методика исследований.** Обзор и анализ существующих способов повышения тягово-сцепных свойств машинно-тракторных агрегатов.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Анализ конструкторских решений, принимаемых машиностроителями разных стран с целью повышения проходимости тракторов сельскохозяйственного назначения, показывает, что основным направлением решения проблемы является совершенствование ходовой части и движителей машин. Производители увеличивают клиренс машин, оснащают их колесами большого диаметра с мощными грунтозацепами и широкопрофильными шинами. Значительная часть сельскохозяйственных работ в хозяйствах выполняется с помощью колесных тракторов. Для увеличения производительности и сокращения проходов по полю, все чаще стали использоваться комбинированные агрегаты, в состав которых входят машинно-тракторные агрегаты на базе тракторов использующие задние и передние навесные устройства [2, 4, 8].

В настоящее время в странах дальнего и ближнего зарубежья, движители МТА оборудуют быстросъемными зацепами (рисунок).



Рис. МТА New Holland T7.270 & Lemken Juwel 10 с быстросъемными зацепами [3]

Оборудование движителей МТА быстросъемными зацепами, в виде металлического колеса, позволяет приблизить тяговые характеристики колесных машин к характеристикам движителей гусеничного типа за счет взаимодействия зацепов с более уплотненными слоями почвы подпахотного горизонта. При этом применение зацепов позволяет мобильной сельскохозяйственной технике с колесными движителями расширить диапазон ее использования.

Металлическое колесо монтируется на ступицу штатного колеса и оснащено 10 металлическими лезвиями-зацепами, длина которых регулируется, что позволяет работать на различной глубине обработки. Как отмечают разработчики, это решение, в первую очередь, улучшает тягу, а также снижает расход топлива. При этом стоит отметить, что дополнительные металлические колеса совсем незначительно увеличивают ширину трактора, что особенно важно при вспашке или движении по дорогам общего пользования.

Благодаря регулируемой длине металлических ножей транспортировка на колесах также не является проблемой, поскольку ножи можно скрыть настолько, что они не выступают за контур шин.

Это позволяет использовать трактор без демонтажа технологического оборудования для дальнейшей работы с различными сельскохозяйственными машинами.

**Заключение.** Устройства противоскольжения являются перспективными и классифицируются по форме рабочей поверхности зацепа, способу выдвижения зацепа, креплению к диску обода колеса, форме сечения стойки, способу регулирования параметров внедрения зацепов и длины стойки. Комплектование МТА с использованием фронтальной и задней навесок, при проведении совмещенных технологических операций, с тракторами мощностью 250–350 л. с., оборудованными устройства противоскольжения являются перспективными и имеют ряд преимуществ:

- имеется возможность загрузить трактор на 90 %, что позволяет эксплуатировать его в зоне рациональных значений тяговой характеристики;
- позволяет более рационально распределить силы, действующие на машинно-тракторный агрегат, обеспечивая устойчивость движения и снижения буксования;
- увеличивает число технологических операций, выполняемых за один проход.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства / В. В. Гусаров [и др.]. – Горки: БГСХА, 2023. – 201 с.
2. Арцименя, М. В. Способы повышения эффективности использования машинно-тракторных агрегатов / М. В. Арцименя, М. А. Гринкевич, О. В. Гордеенко // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 49–54.
3. Гордеенко, О. В. Основные направления использования сельскохозяйственной техники при внедрении инновационных технологий в растениеводстве / О. В. Гордеенко // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – Вып. 8. – С. 10–13.
4. Дополнительные орудия для повышения эффективности основной обработки почвы оборотными плугами / И. С. Крук [и др.] // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве. – Минск: БГАТУ, 2016. – С. 118–122.
5. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: ИНФРА-М, 2016. – 336 с.
6. Машины и оборудование в растениеводстве / А. В. Клочков [и др.]. – Минск: РИВШ, 2021. – 448 с.
7. Петровец, В. Р. Техническое обеспечение процессов машинно-тракторных агрегатов, транспортных и погрузочных средств / В. Р. Петровец, Д. В. Греков. – Горки: БГСХА, 2023. – 32 с.
8. Ploughing w/ Spade lug Step Wheels for Xtra Traction | 0% slip! New Holland T7.270 & Lemken Juwel 10 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=GQd4lfM-7Po&t=170s>. – Дата доступа: 20.03.2024.



УДК 633.2/.3(476)

БОЯРИНА Ю. П.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СИЛЬФИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

*Научный руководитель – МИХЕЕВ Д. А., канд. техн. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,

Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Сильфия пронзеннолистная – это многолетнее травянистое растение, достигающее высоты 2 метра и более. Характеризуется отличной зимостойкостью, холодостойкостью, высокой экологической пластичностью и адаптивностью. Продолжительность жизни плантации этого многолетнего растения составляет десять и более лет. Начиная со второго года, отпадает необходимость использовать какие-либо химические средства борьбы с сорняками – мощные растения просто подавляют сорную растительность [1–3].

По своим кормовым достоинствам сильфия не уступает традиционным кормовым культурам. По содержанию протеина превосходит кукурузу и близка к бобовым травам. Имеет повышенное содержание протеина, каротина и минеральных веществ. Протеин характеризуется полным набором незаменимых аминокислот при высоком содержании лизина, лейцина, аргинина, валина и метионина.

Для сильфии характерно раннее отрастание весной (в конце апреля), интенсивный рост и хорошее отрастание после укосов, высокая биологическая продуктивность, хозяйственное использование травостоя в течение 12 лет, устойчивость к болезням и вредителям. Урожайность зеленой массы сильфии превосходит основные традиционные кормовые культуры. Высокий выход энергии с урожаем при низких затратах производства улучшает показатели эффективности возделывания сильфии пронзеннолистной. Коэффициент энергетической эффективности у сильфии в сравнении с другими культурами выше в 2 и более раз. Многолетняя высокая продуктивность позволяет получать корм с низкой себестоимостью. Соответственно себестоимость кормовых единиц ниже в 2–4 раза, чем у кукурузы, многолетних и однолетних трав. Сильфию можно размножать семенами, сеянцами, корневищными и стеблевыми черенками, 2-х месячной рассадой. Посев семенами можно проводить весной и осенью. При весеннем посеве семена стратифицируют, на что требуются дополнительные затраты. Легкие и плоские семена являются особенностью сильфии. Такое

своеобразное морфологическое строение семян видимо является приспособленностью к сохранению вида, с другой стороны, на практике такое строение затрудняет высев семян сеялками, осложняя агротехнику размножения и возделывание культуры.

В условиях Беларуси приемы предпосевной подготовки семян сальфии к посеву не до конца изучены, не выявлен также оптимальный способ посева. Поэтому потребуются, с учетом морфологического строения семян сальфии для утяжеления семян и улучшения их сыпучести, подобрать компонент для создания искусственной оболочки на поверхности семян путем их дражирования.

Для решения этой проблемы необходимо применять технологию дражирования семян, которая увеличит массу семян, улучшит сыпучесть (скольжение при высеве) и позволит проводить посев семян на необходимую глубину. Данный способ подготовки семян сальфии к посеву дает возможность применять технологию точного высева семян, экономить и рационально использовать посевной материал.

Дражированные семена получают на специализированных производственных линиях, где основным оборудованием является дражировщик семян. В настоящее время для дражирования семян применяют различные технологии: метод постепенного наслаивания оболочки; метод штамповки таблеток, метод прессования гранул. Наиболее распространенной на сегодняшний день является технология получения дражированных семян методом наслаивания оболочки [4, 5].

**Заключение.** В условиях Республики Беларусь сальфия пронзеннолистная является перспективной кормовой культурой. Одним из способов увеличения продуктивности сальфии пронзеннолистной является дражирование семян.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Емелин, В. А. Биология и технология возделывания сальфии пронзеннолистной на корм и семена в Витебской области / В. А. Емелин, Б. В. Шелото, Н. И. Гавриченко. – Витебск: ВГАВМ, 2022. – 37 с.
2. Емелин, В. А. Посевные качества дражированных семян сальфии пронзеннолистной / В. А. Емелин, Д. А. Михеев // Вестник БГСХА. – 2018. – № 4. – С. 66–71.
2. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: ИНФРА-М, 2016. – 336 с.
4. Михеев, Д. А. Исследование нанесения сухого порошка на основе бентонитовой глины на поверхность семян сахарной свеклы при дражировании / Д. А. Михеев // Вестник БГСХА. – 2018. – № 2. – С. 177–181.
5. Михеев, Д. А. Исследование посевных качеств инкрустированных семян рапса, полученных в центробежном дражировщике с лопастным отражателем / Д. А. Михеев, В. Н. Исаченко // Вестник БГСХА. – 2020. – № 2. – С. 144–147.

УДК 631.358:633.521(476)

САВЧЕНКО И. А., СИМОНЕНКО Д. Ю., КОЗЛОВ Р. П.  
**ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ЛЬНОСЕЮЩИХ ХОЗЯЙСТВ БЕЛАРУСИ  
ТЕХНИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ УБОРКИ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА**

*Научный руководитель – ЦАЙЦ М. В., магистр техн. наук*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Лен, как наиболее многооперационная культура, при возделывании которой используется большое число технологических операций и специализированных технических средств, требует глубокого анализа и изучения всех возможных факторов формирования параметров качества льнотресты. Одной из причин качественных и количественных потерь льнопродукции является невысокий уровень механизации уборочных работ. Уборка является важным этапом производства льна-долгунца, от нее зависит не только сохранение выращенного урожая, но и качество льносырья [1, 2, 4, 5, 7, 9–15].

**Цель работы** – провести анализ обеспеченности льнозаводов техникой для уборки льна.

**Результаты исследования и их обсуждение.**

В нашей стране уборка льна-долгунца осуществляется по трем механизированным технологиям: комбайновая, раздельная и заводская. Для реализации этих технологий требуется комплекс машин [3, 6, 8]. Выбор применения той или иной технологии или их сочетаний ложится на льносеющие хозяйства.

Комбайновая технология включает в себя следующие основные операции: теребление льна с одновременным очесом коробочек и расстилом соломки в ленты на льнице, оборачивание лент и их вспушивание, подъем и прессование льнотресты, погрузка рулонов в поле и транспортировка их к месту складирования.

Раздельная технология уборки льна включает в себя следующие основные операции: теребление льна с расстилом соломки в ленты на льнице, подбор лент льна с очесом коробочек, оборачивание лент и их вспушивание, подбор и прессование льнотресты, погрузка рулонов в поле и транспортировка их к месту складирования.

Как видно из рисунка, обеспеченность областей Республики Беларусь льноуборочной техникой отличается не только по количеству, но и по своей структуре.

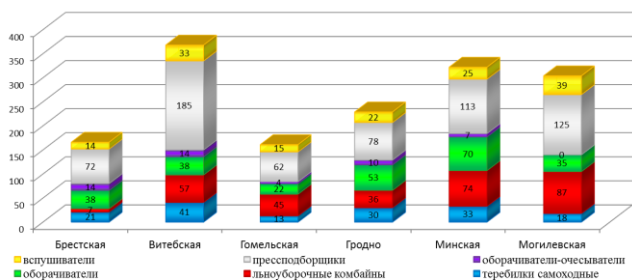


Рис. Обеспеченность льноуборочной техникой по областям

Обеспеченность Брестской области 14-ю оборачивателями-очесывателями и всего семью льноуборочными комбайнами свидетельствует о преимущественном использовании раздельной технологии уборки льна. Брестская область имеет наибольший показатель по числу оборачивателей-очесывателей на 100 га – 0,23, а обеспеченность льноуборочными комбайнами самый низкий – 0,11 шт./100 га. При акценте на раздельную технологию немаловажную роль играет обеспеченность льносеющих хозяйств теребилками. Количество теребилок у льносеющих хозяйств Брестской области составляет 21 шт., что составляет 0,34 шт./100 га. Возможность проведения однократного оборачивания лент льна обеспечивается на 100 % за счет оборачивателей-очесывателей и оборачивателей. Анализ обеспеченности вспушвателями показал, что при численности 14 шт. (0,23 шт./100 га) льнозаводы Брестской области могут выполнить вспушивание до 65 % убираемых площадей. Обеспеченность пресподборщиками составляет 72 шт. или 1,16 шт./100 га, что является наименьшим показателем среди областей.

Витебская область насчитывает 57 ед. льноуборочных комбайнов, что составляет 0,52 шт./100 га. Имеется 14 оборачивателей-очесывателей, что составляет 0,13 шт./100 га. Обеспеченность теребилками составляет 41 шт. или 0,37 шт./100 га, а пресподборщиками – 185 шт. или 1,67 шт./100 га. Высокая обеспеченность пресподборщиками позволяет произвести рулонирование 11,1 тыс. га за 4,7–12,5 дней.

На двух льнозаводах Гомельской области имеется всего 4 оборачивателя-очесывателя (0,09 шт./100 га) и 45 льноуборочных комбайнов (1,05 шт./100 га), что свидетельствует о преимущественном использовании комбайновой технологии уборки. Обеспеченность теребилками составляет 13 шт. или 0,3 шт./100 га. Обеспеченность пресподборщиками составляет 72 шт. или 1,44 шт./100 га.

Гродненская область имеет 36 шт. льноуборочных комбайнов (0,56 шт./100 га) и 10 оборачивателей-очесывателей (0,15 шт./100 га). Обеспеченность теребилками составляет 30 шт. или 0,46 шт./100 га, что позволяет вытеребить посевные площади за 11–15 дней. Несмотря на высокий уровень обеспеченности оборачивателями лент льна (0,82 шт./100 га), их практическое применение сдерживается косо-рым рельефом местности, что особенно характерно для Новогрудского района. В таких случаях возрастает потребность в проведении вспушивания. Показатель обеспеченности льнозаводов Гродненской области вспушивателями составляет 0,34 шт./100 га. Количество пресподборщиков – 78 шт. или 1,2 шт./100 га, что для рулонирования 4,3 тыс. га потребуется от 6 до 15 дней.

На четырех льнозаводах Минской области сконцентрировано 74 льноуборочных комбайна (1,17 шт./100 га). Уровень обеспеченности теребилками составляет 0,52 шт./100 га (33 шт.). Наряду с высокой обеспеченностью теребилками, которые преимущественно используются для раздельной технологии, у льнозаводов Минской области всего 7 оборачивателей-очесывателей, что составляет 0,11 шт./100 га. Минская область практически на 100 % обеспечена оборачивателями и вспушивателями. Имеющиеся 133 пресподборщика обеспечивают лидерство по их количеству на 100 га (1,78 шт./100 га) среди областей республики.

Отсутствие оборачивателей-очесывателей у льнозаводов Могилевской области свидетельствует об неиспользовании раздельной технологии. Обеспеченность льноуборочными комбайнами составляет 1,23 шт./100 га, среди областей нашей республики это самый высокий показатель. Обеспеченность теребилками 0,25 шт./100 га, а количество пресподборщиков 125 шт. (1,77 шт./100 га). При невысоком уровне обеспеченности Могилевской области оборачивателями (0,49 шт. на 100 га), достаточно высокий уровень обеспеченности вспушивателями лент льна (0,55 шт./100 га). При производительности вспушивателей льна 2,53–3,1 га/ч льносеющие хозяйства Могилевской области способны произвести 2-х–3-х разовое вспушивание льна. Для рулонирования льнотресты насчитывается 125 пресподборщиков (1,77 шт./100 га) способные произвести рулонирование 7,1 тыс. га посевов за 5–12 дней.

**Заключение.** Анализ обеспеченности льнозаводов льноуборочной техникой в разрезе территориально-административных единиц показал, что обеспеченность областей Республики Беларусь льноуборочной техникой отличается не только по количеству, но и по своей структуре.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ и классификация способов и средств для отделения семенной части от стеблей льна / А. В. Шик [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 174–176.
2. Анализ исследований физико-механических и технологических характеристик стеблей и лент льна / А. В. Чайчиц [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 162–167.
3. Анализ механизированных технологий уборки и первичной переработки льна / В. А. Шаршунов [и др.] // Вестник БГСХА. – 2017. – № 2. – С. 137–141.
4. Анализ теоретических и экспериментальных исследований устройств для отделения семенной части от стеблей льна / М. В. Цайц [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 156–161.
5. Булаткин, А. Д. Анализ обеспеченности льносеющих хозяйств Могилевской области техническими средствами для уборки льна-долгунца / А. Д. Булаткин, М. В. Цайц // Научный поиск молодежи XXI века. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 288–290.
6. Обзор и анализ механизированных технологий уборки и переработки льна / В. А. Левчук [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 137–140.
7. Обоснование продольного угла наклона боковой поверхности бича к плоскости диска роторно-бильного обмолачивающего аппарата / М. В. Цайц [и др.] // Вестник БГСХА. – 2024. – № 1. – С. 149–153.
8. Повышение эффективности получения семян льна-долгунца при комбайновой уборке / В. А. Шаршунов [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 7 (146). – С. 44–59.
9. Поисквые эксперименты процесса выделения минеральных примесей из вороха льнокустры транспортером с волнообразной колеблющейся сетчатой лентой / В. А. Шаршунов [и др.] // Агропанорама. – 2023. – № 3 (157). – С. 8–13.
10. Результаты производственных испытания и экономическая оценка применения роторного бильно-вычесывающего устройства на льноуборочном комбайне / В. А. Шаршунов [и др.] // Весці НАН Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2023. – Т. 61, № 4. – С. 324–336.
11. Техничко-экономические аспекты применения роторно-бильного аппарата в льноуборочном комбайне / М. В. Цайц [и др.] // Вестник БГСХА. – 2023. – № 4. – С. 112–117.
12. Цайц, М. В. Анализ состояния уборки льна-долгунца в Республике Беларусь / М. В. Цайц, А. С. Алексеенко // Аграрная наука – сельскому хозяйству. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2018. – С. 202–203.
13. Шаршунов, В. А. Анализ обеспеченности льносеющих хозяйств Республики Беларусь техническими средствами для уборки льна-долгунца / В. А. Шаршунов, В. А. Кожановский, М. В. Цайц // Вестник БГСХА. – 2022. – № 4. – С. 150–156.
14. Шаршунов, В. А. Состояние льноводческой отрасли Республики Беларусь и пути повышения ее эффективности / В. А. Шаршунов, А. С. Алексеенко, М. В. Цайц // Вестник БГСХА. – 2019. – № 2. – С. 267–271.
15. Шик, А. В. Коцептуальная схема прицепного льноуборочного комбайна / А. В. Шик, М. В. Цайц // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 81–84.

УДК 631.31

УЛИНОВИЧ Д. М.

**МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ПОЛОСОВОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ**

*Научный руководитель – КОЦУБА В. И., канд. техн. наук, доцент*  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** В настоящее время самым распространенным способом обработки почвы является отвальная вспашка, постоянное применение которой приводит к уплотнению почвы и образованию плужной подошвы. Уплотненный подпахотный слой создает помехи для проникновения корней растений в более глубокие слои почвы, где они могли бы иметь дополнительный источник влаги и питательных элементов, а также затрудняет поступление грунтовой воды в пахотный горизонт.

Атмосферные осадки, концентрируясь в пахотном горизонте, приводят к излишнему переувлажнению, а иногда и затоплению корнеобитаемого маломощного слоя почвы. Учитывая малую мощность пахотного слоя – 15–20 см, вода быстро испаряется, уплотненный подпахотный горизонт при этом препятствует поднятию грунтовых вод к корневой системе растений. В результате растения оказываются в условиях дефицита влаги, продолжая угнетаться уже от недостатка водного и минерального питания. В течение вегетативного периода такие колебания могут происходить неоднократно, что приводит к значительному снижению урожая [2, 3].

Для снижения уплотнения почвы перспективной сберегающей технологией обработки почвы является полосовая обработка почвы, которая содержит в себе большой потенциал и активно применяется за рубежом. Ее целесообразно применять при коротком вегетационном периоде, засоренности и низком плодородии почв с недостаточным содержанием органики, а также в засушливых регионах и почвах подверженных ветровой эрозии.

Технология полосовой обработки заключается в рыхлении полосы почвы на определенную глубину, внесении удобрений и посеве семян в обработанные полосы. В результате около 70% поля остаются необработанными, а удобрения сосредотачиваются в прикорневой зоне растений. Посев в обработанную полосу выполняется сеялками точно го посева [1, 4].

**Цель работы** – определить методику экспериментальных исследований машин для полосовой обработки почвы.

**Материалы и методика исследований.** Основные факторы, характеризующие процесс работы рабочего органа для полосовой обработки почвы можно разделить на контролируемые и управляемые.

Контролируемые факторы не подлежат изменению при проведении экспериментальных исследований, однако они могут влиять на результаты опытов, поэтому их нужно учитывать при анализе результатов эксперимента. Для почвообрабатывающих машин такими факторами являются тип почвы, ее плотность, влажность, твердость, угол естественного откоса, усилие сдвига и др.

Управляемые факторы изменяются исследователем и подлежат следующей оптимизации. К ним относятся конструктивные параметры рабочего органа и технологические параметры его работы (скорость движения, глубина обработки).

Выходные параметры бывают количественные – производительность и качественные – качество обработки и тяговое сопротивление. При создании новых рабочих органов, как правило, требуется решать компромиссную задачу между количественными и качественными параметрами. В этом случае задаются минимальным допустимым значением качественного параметра, например, качества обработки, и определяют соответствующее этому качественному параметру максимальное значение количественного параметра, например, производительности или рабочей скорости.

**Результаты исследований и их обсуждение.** При проведении экспериментальных исследований определяются параметры почвы как объекта обработки. К ним относятся угол естественного откоса почвы, твердость почвы, сопротивление сдвигу, влажность и др.

Угол естественного откоса показывает коэффициент внутреннего трения почвы и определяется как угол при основании конуса, образующегося при свободном высыпании материала на горизонтальную поверхность. Для определения угла естественного откоса почвы используется приспособление, включающее цилиндрический бункер и круглую пластину со стержнем в центре. На стержень нанесена измерительная шкала. Пластина устанавливается на дно бункера и сверху на нее насыпается почва. Затем пластина медленно поднимается, и почва ссыпается с края пластины, образуя конус, высота которого определяются по шкале на стержне.

Угол естественного откоса почвы  $\varphi_{\text{вн}}$  и коэффициент внутреннего трения  $f$  определяется по формуле

$$f = \operatorname{tg} \varphi_{\text{вн}} = \frac{H}{R}, \quad (1)$$



где  $H$  – высота конуса, определяемая по шкале стержня, мм;  $R$  – радиус пластины, м.

Твердость почвы определяется с помощью ручного пенетromетра или твердомера. Пенетromетр состоит из рукоятки с пружинным динамометром, индикатора часового типа, конусов и переходной штанги. Рукоятку с пружинным динамометром закрепляют на переходной штанге, конус закрепляют в нижней части штанги. На рукоятке устанавливают индикатор часового типа. Начинают вдавливание пенетromетра в грунт с постоянной скоростью. В процессе вдавливания, по индикатору снимают отсчеты через равные интервалы по глубине. По мере продвижения конуса штангу наращивают [5].

Твердомер имеет основание, в котором через направляющую проходит шток с наконечником. На верхнем конце штока свободно посажена рукоятка, ниже которой вставлена пружина. Давление рук через пружину и шток передается наконечнику. Значение силы давления и глубина погружения записываются самописцем на миллиметровой бумаге в виде диаграммы.

Прочностные характеристики почв оцениваются их сопротивлением сдвигу или касательным напряжениям. При увеличении касательного напряжения происходит сдвиг части почвы по поверхности скольжения. Сопротивление сдвигу определяется по формуле

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \varphi, \quad (2)$$

где  $\sigma$  – нормальное напряжение на плоскости сдвига (скольжения), МПа;  $\operatorname{tg} \varphi$  – коэффициент трения.

Испытания почвенных образцов для определения их сопротивления сдвигу проводятся прибором прямого (одноплоскостного) среза. Образец почвы помещается в обойму прибора, состоящую из подвижной и неподвижной части. К подвижной части обоймы прикладывается вертикальная нагрузка сжимающая образец почвы. Затем к подвижной части прикладывается постепенно увеличивающаяся горизонтальная нагрузка. Увеличение нагрузки производят, если деформация сдвига от предыдущей нагрузки не превышает 0,01 мм за 2 мин.

Начало сдвига определяют по резкому нарастанию деформации сдвига или при достижении суммарной деформации сдвига 4 мм. В качестве предельной нагрузки сдвига принимается нагрузка, предшествующая началу разрушения почвенного образца.

Измерение влажности почвы производится влагомером. Влажность почвы определяется на глубину обработки для каждого почвенного слоя с интервалом 5 см. Замеры проводятся в трехкратной повторности.

Определение глубины обработки почвы производится щуп-линейкой по следу прохода стоек рабочих органов, погружая ее в почву до необработанного слоя. Измерения проводят по следу рабочего органа с интервалом 1 м по ходу движения машины. Число измерений на каждом учетном проходе не менее 50. Допускается определять глубину обработки методом поперечного и продольного профилирования [5].

Глубину обработки можно определять также путем измерения расстояния от основания рабочего органа до линии погружения его в почву.

При полосовой обработке почвы пожнивные остатки необходимо перемешать с почвой и распределить равномерно на всю ширину обрабатываемой полосы. Междуурядье обработке не подвергается.

Высоту растительных и пожнивных остатков измеряют от поверхности почвы до их верхней части на пяти учетных площадках размером 1×1 м, расположенных по диагонали участка. На каждой учетной площадке проводят не менее 10 измерений.

Энергетические показатели почвообрабатывающих рабочих органов определяются с помощью тензодатчиков.

**Заключение.** Технология полосовой обработки заключается в рыхлении полосы почвы на определенную глубину, внесении удобрений и посеве семян в обработанные полосы.

Основные факторы, характеризующие процесс работы рабочего органа для полосовой обработки почвы можно разделить на контролируемые и управляемые. К контролируемым относятся параметры почвы как объекта обработки – угол естественного откоса почвы, твердость почвы, сопротивление сдвигу, влажность и др. Управляемые факторы включают конструктивные параметры рабочего органа и технологические параметры его работы – скорость движения, глубину обработки, перемешивание в зоне обрабатываемой полосы пожнивных остатков.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Агротехнические особенности использования Strip-till технологии в растениеводстве (рекомендации производству) / Х. М. Сафин [и др.]. – Уфа, 2017. – 44 с.
2. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: ИНФРА-М, 2016. – 336 с.
3. Надточаев, Н. Ф. Кукуруза на полях Беларуси / Н. Ф. Надточаев. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 411 с.
4. Сафин, Х. М. Технология Strip-Till в системе сберегающего земледелия: теория и практика внедрения / Х. М. Сафин. – Уфа, 2013. – 72 с.
5. Сельскохозяйственная техника. Машины почвообрабатывающие. Правила установления показателей назначения: ТКП 079-2007 (02150) (СТО АИСТ 10 4.6-2003). – Введ. 10.10.2007. – Минск: БелГИСС, 2007. – 12 с.

УДК 633.521

ШИК А. В., БУЛАТКИН А. А.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЛИНЕНИЯ СТЕБЛЕЙ В ЛЕНТЕ ЛЬНА ПРИ ОТДЕЛЕНИИ СЕМЕННОЙ ЧАСТИ УРОЖАЯ**

*Научный руководитель – ЦАЙЦ М. В., магистр техн. наук*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Для получения семенного материала высоких посевных кондиций в Республике Беларусь основной технологией уборки льна-долгунца является комбайновая. Процесс отделения семенного материала от стеблей в льнокомбайнах осуществляется гребневыми очесывающими устройствами, главными и серьезными недостатками которых являются повышенные повреждения и отход стеблей в путанину, что снижает качество получаемого волокна. Работа самого гребневого аппарата сопряжена с частыми технологическими остановками на обслуживание.

Для отделения семенных коробочек со стеблей зажимной транспортер направляет растения льна под воздействие рабочих органов очесывающего (обмолачивающего) устройства. Основное требование к работе очесывающего (обмолачивающего) устройства – обеспечение полного отделения семенных коробочек со стеблей при минимально возможном повреждении семенных коробочек и стеблей. Для этого необходимо обеспечить попадание участка стеблей льна с семенными коробочками в активную зону очесывающего (обмолачивающего) устройства. Если зона расположения семенных коробочек будет больше ширины активной зоны аппарата, то участок ленты стеблей льна, выходящий за пределы активной зоны не будет обрабатываться [2–4].

**Цель работы** – определения удлинения стеблей  $\Delta_l$  в ленте льна под действием рабочих органов очесывающего устройства.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Коэффициент, учитывающий удлинение стеблей в ленте льна к определяли из выражения

$$k = \frac{L_{об} + \Delta_l}{L_{об}}, \quad (1)$$

где  $L_{об}$  – длина стебля льна от места зажима до вершины, м;

$\Delta_l$  – величина, на которую вытянулся стебель льна под действием груза, м.

Для определения величины  $k$  были изготовлены опытные образцы свежетытеребленного льна на полях льнозавода ОАО «Горкилен». Исследуемые образцы стеблей льна имели влажность 43–55 %, значения диаметров стеблей находились в пределах  $(0,48–2,37) \cdot 10^{-3}$  м, а их средняя длина – 0,69–1,09 м.

В результате исследований получено 140 значений величины  $\Delta_l$  и 140 расчетных значений  $k$  при различных значениях  $L_{об}$ . Практические наблюдения в процессе проведения эксперимента позволили установить основные факторы, влияющие на параметр  $\Delta_l$ . К ним относятся перекося стеблей в ленте, кривизна самого стебля и относительное удлинение стебля под действием приложенной силы.

Влияние длины участка ленты льна  $L_{об}$  на  $\Delta_l$  и  $k$  обосновывается связью между перекосям стеблей в ленте и работой делителей, теребильного аппарата и скоростного режима льноуборочного комбайна [1, 2].

Статистическую обработку полученных данных проводили в Microsoft Excel с помощью надстройки «Анализ данных», «Однофакторный дисперсионный анализ» [5]. В результате оценки установлена доля влияния фактора ( $L_1$ ) на величины  $\Delta_l$  и  $\Delta_{ст}$  соответственно: при величине  $L_{об} = 0,46$  м – 33,07 и 68,98 %;  $L_{об} = 0,55$  м – 48,62 и 35,40 %;  $L_{об} = 0,64$  м – 76,99 и 17,72 %;  $L_{об} = 0,73$  м – 90,01 и 2,67 %. Снижение доли влияния параметра  $L_1$  на величины  $\Delta_l$  и  $\Delta_{ст}$  может объясняться наличием относительного сдвига стеблей в ленте льна.

Средние значения показателей величины  $\Delta_l$  и коэффициента  $k$  для различных величин  $L_{об}$  сведем в таблицу.

**Результаты оценки влияния величины  $L_{об}$  на  $\Delta_l$  и  $k$**

Наименование параметра	Величина $L_{об}$ , м			
	0,46	0,55	0,64	0,73
Среднее значение величины удлинения стебля льна $\Delta_l$ , м	0,020	0,030	0,039	0,047
Значение коэффициента удлинения стеблей в ленте льна $k$	1,053	1,063	1,069	1,071

Расчитанный коэффициент корреляции между показателями  $L_{об}$  и  $\Delta_l$  составил 0,998, а между показателями  $L_{об}$  и  $\Delta_{ст}$  составил 0,987 что свидетельствует о сильной прямой связи между ними и при проведении расчетов можно воспользоваться одним из них. Также следует отметить, что изменение параметров  $k$  в зависимости от величины  $L_{об}$  не линейно.

Графики зависимостей длины участка  $\Delta_l$  и  $\kappa$  от длины участка стебля льна  $L_{об}$  от места зажима до вершины приведены на рисунке.

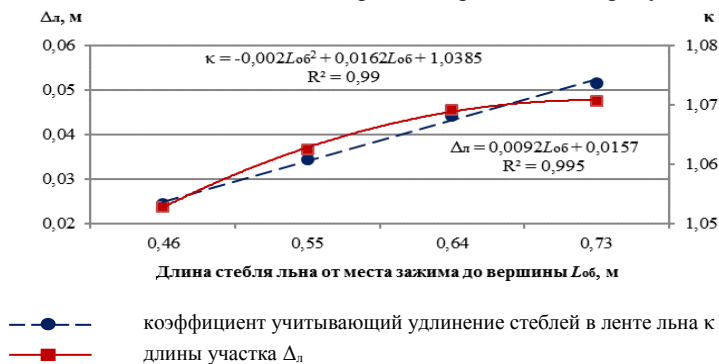


Рис. Графики зависимости  $\Delta_l$  и  $\kappa$  от длины участка льна в зоне обмола

Из рисунка видно, что коэффициент  $\kappa$  хорошо описывается степенной функцией

$$\kappa = -0,002 \cdot L_{об}^2 + 0,0162 \cdot L_{об} + 1,0385 \quad (3)$$

с коэффициент детерминации равным 0,99.

**Заключение.** Для определения длинна обрабатываемого участка стебля с учетом действия сил, возникающих при обработке льна введен показатель относительного удлинения  $\kappa$ . Получены эмпирические закономерности изменения величины удлинения стебля льна  $\Delta_l$  и коэффициента удлинения стеблей в ленте льна  $\kappa$  от ширины участка стеблей льна находящегося в зоне обмола.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Астахов, В. С. Анализ формирования растянутости ленты льна-долгунца при уборке комбайновой технологией / В. С. Астахов, С. В. Курзенков, О. В. Гордеенко // Вестник БГСХА. – 2022. – № 2. – С. 180–186.
2. Зинцов, А. Н. О взаимном расположении ленты растений льна-долгунца и очесывающего аппарата при раздельной уборке / А. Н. Зинцов // Тракторы и сельхозмашины. – 2020. – № 3. – С. 75–80.
3. Ковалев, М. М. Исследование сопротивления стеблей льна отгибу / М. М. Ковалев, А. В. Галкин, В. И. Дмитриев // Проблемы повышения технологического качества льна-долгунца. – Торжок: ООО "Фирма Вариант", 2005. – С. 224–229.
4. Повышение эффективности получения семян льна-долгунца при комбайновой уборке / В. А. Шаршунов [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 7 (146). – С. 44–59.
5. Применение математических методов и ЭВМ. Планирование и обработка результатов эксперимента / А. Н. Останин [и др.]. – Минск: Высшэйшая школа, 1989. – 218 с.

Секция. **Механизация животноводства и электрификация  
сельскохозяйственного производства**

УДК 662.997

АСРОРОВ С. А., РАФИКОВ С. А.

**ОТОПЛЕНИЕ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ  
С ПОМОЩЬЮ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ**

*Научный руководитель – САДЫКОВ Ж. Д., ст. преподаватель.*

Каршинский инженерно-экономический институт,

Карши, Республика Узбекистан

**Введение.** Современный уровень развития сельскохозяйственной отрасли и состояние ее сырьевой базы требуют принципиально нового подхода к решению проблемы ее энергообеспечения, в том числе за счет использования традиционных и возобновляемых источников энергии. Использование энергии возобновляемых источников позволит экономить традиционные дефицитные энергоресурсы и улучшить экологию производства [3].

В условиях возрастающего роста потребления энергии во всем мире и дефицита топливно-энергетических ресурсов, связанных с невозможностью органического топлива, ограниченными возможностями его добычи, экологическими причинами (в последние годы весьма остро встал вопрос о защите окружающей среды), исследования с целью применения в будущем новых методов получения и преобразования энергии, а также привлечения в топливно-энергетический баланс и расширение масштабов использования возобновляемых источников энергии, в том числе солнечной энергетики, приобретает особую актуальность.

В современных сельскохозяйственных сооружениях для отопления применяют печное, газовое и электрическое отопление. Самое распространенным видом отопления является водяное отопление. В некоторых местах по климатическим зонам и с учетом продолжительности отопительного сезона в сельскохозяйственных сооружениях предпочтение отдают воздушному отоплению, совмещенному с приточной вентиляцией. Для водяных и паровых калориферов сооружают котельные, что не всегда экономически выгодно [6, 7].

**Материалы и методика исследования.** В основе многих солнечных энергетических систем лежит применение солнечных коллекторов. Коллектор поглощает световую энергию Солнца и преобразует ее в тепло, которое передается теплоносителю и затем используется для обогрева зданий, нагрева воды и т. п. Солнечные коллекторы могут

применяться практически во всех процессах, использующих тепло. Солнечный коллектор теряет тепло различными способами. Коэффициент потерь через прозрачную изоляцию зависит от температуры поглощающей пластины (поверхности коллектора), числа и материала прозрачных покрытий, температуры окружающей среды и скорости ветра.

Нанесение на теплоприемную (лучепоглощающую) поверхность солнечного коллектора поглощающих селективных покрытий, обладающих высокой поглощательной способностью солнечного излучения и низкой степенью черноты в спектральной области собственного излучения поверхности при рабочей температуре, является одним из действенных способов повышения эффективности коллектора. Эксперименты и расчеты [7] показывают, что применение в плоских солнечных коллекторах селективных покрытий увеличивает производительность коллектора, начиная с температуры теплоносителя 50 °С, а при средней температуре 70 °С он оказывается в 1,5 и более раз эффективнее, чем неселективный. Для солнечных коллекторов лучше всего подходят селективные черные поглощающие краски, чем высокой стоимости селективных покрытий. Селективные краски получают из прозрачных в инфракрасное излучение - области полупроводников в виде мелкого порошка с большой порозностью для снижения эффективного коэффициента отражения поверхности.

В пассивных системах роль солнечного коллектора и аккумулятора теплоты обычно выполняют сами ограждающие конструкции здания, а движение теплоносителя (воздуха) осуществляется за счет естественной конвекции без применения вентилятора. Отсутствие расходов на оборудование и незначительное удорожание здания с пассивной системой солнечного отопления по сравнению с обычным зданием делает эти системы весьма перспективными и конкурентоспособными. Поэтому в ряде стран интенсивно развивается направление, связанное с применением так называемых пассивных систем солнечного отопления.

Одним из наиболее часто встречающихся недостатков конструкции теплоаккумулирующей стенки в проектируемых сооружениях с солнечным теплоснабжением является использование стенки малой аккумуляющей способности при большом ее термическом сопротивлении. Следствием этого становится значительное повышение температуры наружной поверхности стенки, ведущее к увеличению тепловых потерь через остекление [1, 5, 8, 9].

Для расширения масштабов применения пассивных систем солнечного отопления с теплоаккумулирующей стенкой в практике теплоснабжения, в первую очередь, необходимо устранить указанные недостатки, сохранив при этом все перечисленные преимущества. В пред-

ложенном варианте конструкции [10] эти потери снижаются за интенсификации отвода тепла от тепловоспринимающей зачерненной и остекленной поверхности внутрь материала стенки. Кроме того, стенка может использоваться как вентиляционное устройство с естественной или принудительной подачей воздуха. В работе [2] приведены результаты расчетных исследований по определению зависимости коэффициента замещения отопительной нагрузки пассивных систем солнечного отопления от термического сопротивления теплоаккумулирующей стенки, что применение дополнительных приспособлений для уменьшения тепловых потерь с наружной поверхности теплоаккумулирующей стенки позволяет повысить коэффициент замещения отопительной нагрузки рассматриваемой системы.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Методика расчета и теоретические исследования пассивных систем весьма сложны, что затрудняет обоснованное проектирование сооружений с такими системами. В ряде работ отечественных и зарубежных авторов предлагались математические модели с разной степенью приближения для определения текущих значений искомых параметров. Эти модели весьма сложны и громоздки, так как должны учитывать изменяющиеся внешние условия, теплоусвоение сооружения и условия его теплообмена с внешней средой, теплообмен внутри помещений, условия облучения теплоаккумулирующей стенки и т. п.

Для сплошной однородной стенки при отсутствии циркуляции воздуха оно будет иметь вид:

$$Q = [\alpha_{\Sigma} (T_3 - T_2) + \alpha_1 (T_3 - T_1)] \Delta t \quad (1)$$

где:  $Q$  – тепло поглощенное наружной поверхностью теплоаккумулирующей стенки, осредненное за длительный промежуток времени, в течении времени  $\Delta t$ ;

$T_1$  – температура окружающей здание среды (осредненные значения);  $T_2$  – температура внутри помещения;  $T_3$  – температура наружной поверхности теплоаккумулирующей стенки;

$\alpha_{\Sigma}$  и  $\alpha_1$  – соответственно суммарные коэффициенты теплопередачи от наружной поверхности теплоаккумулирующей стенке в помещении и к внешней среде.

$$\alpha_{\Sigma} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta}{\lambda}} \quad (2)$$

где:  $\alpha_2$  – коэффициент теплопередачи от внутренней поверхности теплоаккумулирующей стенки к воздуху в помещение;

$\delta, \lambda$  – толщина и коэффициент теплопроводности стенки.



Из уравнений (2) следует, что эффективность стенки будет возрастать при увеличении  $\alpha_{\Sigma}$ , уменьшении  $\alpha_1$  и  $T_3$ .  $\alpha_{\Sigma}$  будет увеличиваться с увеличением  $\alpha_2$  и при уменьшении  $\delta/\lambda$ . На основе этого провели анализ эффективности отопления сооружений с теплоаккумулирующей стенкой из материала с различной теплопроводностью, но с одинаковой плотностью и теплоемкостью. В этом случае для соблюдения подобия или условия одинакового запаздывания тепловой волны, чтобы максимум повышения температуры внутренней поверхности теплоаккумулирующей стенке приходился на определенное время суток, необходимо соблюдать равенство безразмерного времени или критерия Фурье. Это требование относится к долгосрочным осредненным значениям при изменении температуры в стенке в течении суток.

**Заключение.** Применяя методику [4] определили эффективную теплопроводность композиционного материала с металлическим волокном. Эффективная теплопроводность композиционного материала превышает теплопроводность основного материала теплоаккумулирующей стенки. Для бетона и металла добавка десяти процентов по объему ( $n = 0,1$ ) металла увеличивает теплопроводность композиционного материала по крайней мере на порядок. Для теплоаккумулирующей стенки выгодно использовать более теплопроводный материал. В этом случае уменьшается внешний коэффициент теплопередачи и средняя температура наружной поверхности стенки, что снижает потери в окружающую среду.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аvezов Р. Р., Орлов А. Ю. Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения / Р. Р. Аvezов, А. Ю. Орлов. – Ташкент: Фан. 1988. – 288 с.
2. Аvezова Н. Р., Садыков Ж. Д. Гелиотехника. – 2012. – № 1. – С. 47–53.
3. Босак В. Н., Ковалевич З. С. Безопасность жизнедеятельности человека. – Минск: РИВШ, 2023. – 404 с.
4. Васильев Л. Л., Фрайман Ю. Е. Теплофизические свойства плохих проводников тепла. – Минск: Наука и техника, 1967. – 176 с.
5. Даффи Дж. А., Бекман У. А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии. – Москва: Мир, 1977. – 420 с.
6. Зволинский В. П., Шагаилов М. М., Булахтина Г. К. Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2011. – № 2. – С. 23–25.
7. Промышленность строительных материалов. Сер.10. Промышленность отопительного и санитарно-технического оборудования. Солнечное теплоснабжение. – Москва: ВНИИЭСМ. 1991. – Вып.1. – С. 1–56.
8. Садыков Ж. Д., Ким В. Д., Садыков Ж. Ж. Гелиотехника. – 2003. – № 3. – С. 57–61.
9. Чакалев К. Н., Садыков Ж. Д. Гелиотехника. – 1992. – № 4. – С. 54–56.
10. Чакалев К. Н., Садыков Ж. Д. Гелиотехника. – 1994. – № 1. – С. 53–56.

УДК 345.67

БАЛАН В. Д.

## **НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВОК**

*Научный руководитель – ПУЗЕВИЧ К. Л., канд. техн. наук, доцент*  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Фермер заинтересован в получении максимального количества молока от своих коров. Улучшение удойности поголовья – процесс долгий и требующий специальных знаний. Оптимальный способ – это формирование стада из коров молочных пород с высокой продуктивностью и длительной лактацией. Такие животные требуют нормированного рациона питания, своевременного проведения ветеринарных мероприятий и бережного доения. Автоматизация процесса отдачи молока позволяет сэкономить силы человека и сохраняет здоровье вымени. Применение доильного аппарата для коров дает возможность снизить уровень стресса у животного и увеличить качество получаемой продукции [1–6].

**Цель работы.** Стационарные доильные установки используются для доения коров и первичной обработки полученного молока. Работа доильной установки основана на действии вакуумного насоса, который приводится в действие электродвигателем.

В настоящее время для доения коров используются различные доильные установки, которые классифицируются по конструктивным и технологическим параметрам:

По типу доильных станков – с индивидуальными станками (проходного типа «Тандем», «Карусель», «Юнилактор»); с групповыми станками («Елочка», «Полигон», «Карусель»);

По месту доения – стационарные для доения коров в стойлах (с переносными доильными ведрами и транспортировкой молока в процессе доения по молокопроводу); передвижные для доения коров на пастбищах.

По величине вакуума в системе – низковакуумные (при вакууме в системе 33–40 кПа, высоковакуумные (54–80 кПа);

По размещению линий молокопровода – с верхним расположением молокопровода (выше вымени коровы на 1–2 м); с нижним расположением молокопровода (ниже вымени), обеспечивающим меньше колебания вакуума в подсосковых камерах и в процессе доения.

На комплексах и молочных фермах целесообразно использовать однотипные доильные установки как для основного стада, так и для животных, находящихся в родильных помещениях. Это позволяет снизить потери молока при переводе коров из одной технологической группы в другую.

**Материалы и методика исследований.** Отечественной промышленностью выпускаются следующие типы доильных установок: ДАС-2Б и АД-100А – для доения коров в стойлах на привязи, со сбором молока в переносные ведра; АДМ-8 для доения коров в стойлах на привязи, с транспортировкой молока по молокопроводу в молочное отделение; «Тандем» УДТ-8 и УДА-8 для доения коров в индивидуальных станках в доильных залах; «Елочка» УДЕ-8А и УДА-16 для доения коров в групповых стойках в доильных залах; УДА-100 – конвейерные; УДС-3А – с проходными станками для доения коров в летних лагерях и на пастбищах. В ряде хозяйств используются также импортные доильные установки «Импульс» (Германия) и «АльфаЛаваль» (Швеция). Большинство доильных установок оснащены средствами автоматизации и механизации. Полностью автоматизирована промывка, кормораздача с полуавтоматическим дозированием корма. Имеются системы санитарной обработки вымени, машинного додаивания и снятия доильных аппаратов.

Наиболее широко применяются доильные установки типа «Тандем» и «Елочка». Однако они имеют ряд недостатков, например, непрочность и частый отказ в работе линий раздачи концентратов, отсутствие индивидуального дозирования концентратов. Групповое дозирование концентратов, трудности в формировании коров по продуктивности и физиологическому состоянию приводят к тому, что одни животные жиреют, другие, как правило, высокопродуктивные – тощат.

Объединение коров по показателям величины суточного удоя вызывает необходимость постоянного перемещения животных из одних групп в другие после каждой контрольной дойки, что приводит к стрессам, снижает сроки использования скота, не говоря о дополнительных затратах труда. Из-за несовершенства линии раздачи концентратов на УДТ-16 и УДЕ-8 их раздают вручную. В результате оператор машинного доения, отвлекаясь от основной работы на три и более минут, вынужден нарушать режим и технологию доения.

Нерешенной проблемой доильных установок до настоящего времени является конструктивное несовершенство счетчиков молока УЗМ-1, которые имеют высокий процент погрешности (5–8 %), создают резкие

колебания вакуума в системе (11,3–24,9 кПа), часто выходят из строя и не могут ежедневно использоваться, так как сложны в работе и увеличивают продолжительность доения коров на 1–1,5 ч.

Более широкому применению доильных установок в хозяйствах препятствуют недостатки, присущие доильным аппаратам. Медленное выдаивание, несовершенство конструкций затрудняют использование их в различного типа установках. Одной из важнейших проблем является создание аппарата, не требующего машинного додаивания.

В настоящее время на фермах и комплексах доильные установки комплектуются аппаратами нескольких марок.

**Результаты исследования и их обсуждение.** В настоящее время в связи с созданием некрупных фермерских хозяйств необходима разработка малогабаритных доильных установок на четыре (типа «Тандем») и на шесть (типа «Елочка») станков. Такие установки в состоянии обслуживать один оператор, производительность труда которого может достигать 35–40 коров в 1 час. Доильные установки требуют дальнейшей автоматизации процесса доения. Санитарная обработка должна обеспечивать чистоту молочного оборудования и долговечность эксплуатации резинотехнических изделий.

**Заключение.** Машинное доение коров требует строгого контроля над силой вакуумных насосов и частотой их пульсации. Создание сильного вакуумного давления в аппарате у целой группы животных может вызвать болевые ощущения и прекращение отдачи молока, а слабое давление произведет некачественную дойку, при которой часть молока останется в вымени коровы. При этом будет недополучена продукция и животные подвергнутся риску заболевания маститом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – 97 с.
2. Гупало, Д. К. Обоснование объема молочной камеры коллектора доильного аппарата / Д. К. Гупало, П. Ю. Крупенин // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2019. – С. 27–29.
3. Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства / В. Р. Петровец [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – 270 с.
4. Китун, А. В. Машины и оборудование в животноводстве / А. В. Китун, В. И. Передня, Н. Н. Романюк. – Минск: БГАТУ, 2019. – 504 с.
5. Рошка, Т. Б. Производственные технологии / Т. Б. Рошка, В. Н. Босак, О. В. Нилова. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 102 с.
6. Техническое обеспечение производства молока. Современное оборудование для доения: практическое пособие / Ю. Т. Вагин [и др.]. – Минск: Эволайн, 2012. – 208 с.

УДК 628.385

БАРТОШ П. А.

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ ПОЛУЧЕНИЯ БИОГАЗА**

*Научный руководитель – ОСТРЕЙКО А. А., ст. преподаватель*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Увеличение производительности биогазовых установок невозможно без понимания технологических этапов получения биогаза и анализа различных факторов, влияющих на этот процесс [1–6].

**Цель работы.** Целью работы является выявление основных этапов в технологии производства биогаза и увеличение его выхода путем соблюдения оптимальных режимов работы биогазовой установки.

**Материалы и методика исследований.** Изучение и анализ публикаций, затрагивающие проблему получения биогаза.

**Результаты исследования и их обсуждение.** В мире известно около 60 разновидностей различных биогазовых технологий. Наиболее эффективно они используются для переработки отходов животноводческих и птицеводческих ферм, предприятий АПК и сточных вод. Он образуется в результате разложения тремя различными видами бактерий органического сырья в анаэробных условиях. В цепочке питания бактерии одного вида питаются продуктами жизнедеятельности бактерий другого вида.

Первый вид – бактерии гидролизные, второй – кислотообразующие, третий – метанообразующие. В производстве биогаза участвуют все три вида.

Состоящее преимущественно из воды, белка, жира, углеводов и минеральных веществ органическое сырье разлагается на первичные составляющие – углекислый газ, минералы и воду. Процесс разложения можно разделить на 4 этапа, в каждом из которых, принимают участие несколько разных групп бактерий:

1. На первом этапе аэробные бактерии перестраивают высокомолекулярные органические субстанции (белок, углеводы, жиры, целлюлозу) с помощью ферментов на низкомолекулярные соединения, такие как сахар, аминокислоты, жирные кислоты и воду. Этот процесс, получивший название гидролиз, зависит от внеклеточных ферментов (амилазы, протеазы и липазы), уровня pH (4,5–6) и времени пребывания в ферментаторе.

2. На втором этапе расщеплением занимаются кислотообразующие бактерии. Отдельные молекулы проникают в клетки бактерий, где они продолжают разлагаться. При уровне рН 6–7,5 вырабатываются в первую очередь нестойкие жирные кислоты (карбоновые кислоты - уксусная, муравьиная, масляная, пропионовая кислоты), низкомолекулярные спирты – этанол и газы – двуокись углерода, углерод, сероводород и аммиак. Этот этап называют фазой окисления при снижении уровня рН.

3. Далее кислотообразующие бактерии из органических кислот создают исходные продукты для образования метана, а именно: уксусную кислоту, двуокись углерода и углерод. Эти бактерии, снижающие количество углерода, очень чувствительны к температуре. Образование на этом этапе уксусной кислоты является фактором, определяющим скорость образования метана.

4. На заключительном этапе образуется метан, двуокись углерода и вода, как продукт жизнедеятельности метановых бактерий из уксусной и муравьиной кислоты. Десятки процентов всего метана вырабатывается в анаэробных условиях именно на этом этапе. Оптимальный уровень рН составляет 7, однако амплитуда его колебаний находится в пределах 6,6–8.

Различные виды анаэробных бактерий максимально эффективно работают при определенной температуре. В связи с этим различают психрофильный, мезофильный и термофильный температурные режимы брожения.

Психрофильные бактерии эффективно работают в диапазоне +5...+20 °С и поэтому данный режим не требует дополнительного подогрева и проходит без дополнительного контроля за температурой, и используется в соответствующих климатических зонах с показателями среднегодовой температуры, составляющими не менее 18–20 °С. При дальнейшем повышении температуры развиваются мезофильные бактерии, их рабочий диапазон +30...+42 °С. А при еще более высокой температуре (50–56 °С) проявляется действие уже термофильных бактерий.

На практике используются в основном два режима: мезофильный и термофильный. Они требуют наличия внешнего источника тепла и строгого контроля за температурой. В термофильном режиме реакция идет в два раза быстрее, и соответственно в два раза быстрее выделяется биогаз. В этом режиме уничтожаются почти полностью все болезнетворные микроорганизмы, однако он требует больших энергоза-

трат на поддержание необходимой температуры реакции, а также большей точности поддержания температуры.

Мезофильный режим предъявляет менее строгие требования к точности поддержания температуры, но не всегда может подходить с точки зрения экологии.

Еще одним важным моментом обеспечения жизнедеятельности анаэробного биоценоза при производстве биогаза является определение оптимального времени сбраживания для используемого биологического субстрата. При недостаточном сроке сбраживания бактерии не успевают восстанавливать свою численность, что может привести к полной остановке процесса. В тоже время превышение оптимального времени экономически не выгодно, так как при этом значительно снижается выход биогаза. Выбор времени зависит как от температурного режима, так и свойств перерабатываемых биологических отходов. Для психрофильного режима средний срок сбраживания составляет тридцать-сорок суток, для мезофильного находится в пределах от десяти до двадцати, а для термофильного – от пяти до десяти суток. Быстрее всего перерабатывается свиной навоз – от 9 до 12 дней, для навоза крупного рогатого скота и куриного помета требуется уже от 10 до 15 дней, а при смешении их с растительным биосырьем может понадобиться от 40 до 80 дней.

**Заключение.** Проведен анализ этапов получения биогаза в результате разложения тремя различными видами бактерий органического сырья в анаэробных условиях. Определены температурные режимы и оптимальное время сбраживания, способствующие повышению выхода биогаза.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Баадер, В. Биогаз: теория и практика / В. Баадер, Е. Доне, М. Бренндерфер. – Москва: Колос, 1982. – 148 с.
2. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак, З. С. Ковалевич. – Минск: РИВШ, 2023. – 404 с.
3. Острейко, А. А. Методы интенсификации процесса метанового брожения / А. А. Острейко // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – Вып. 8. – С. 214–217.
4. Острейко, А. А. Факторы, влияющие на повышение выхода биогаза / А. А. Острейко // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 208–212.
5. Челноков, А. А. Безопасность жизнедеятельности / А. А. Челноков, В. Н. Босак, Л. Ф. Ющенко. – Минск: Вышэйшая школа, 2023. – 407 с.
6. Эдер, Б. Биогазовые установки: практическое пособие / Б. Эдер, Х. Шульц. – Москва, 2006. – 238 с.

УДК 637.116.4

ВАСИЛЬЕВ И. А.

## **ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВАКУУМНОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ**

*Научный руководитель – КРУПЕНИН П. Ю., канд. техн. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Животноводство является важнейшим звеном агропромышленного комплекса. Рост производства продукции животноводства, снижение затрат кормов и труда на единицу продукции немалозначимы без рационального использования средств механизации технологических процессов на животноводческом предприятии [1, 2, 5–7].

К сожалению, в ряде сельскохозяйственных предприятий все еще сохраняется поверхностный подход к средствам механизации животноводческих ферм и комплексов [4]. Решению этой проблемы может содействовать расширение практики диагностирования доильного оборудования с использованием специализированного оборудования [3].

**Цель работы.** Целью диагностирования вакуумной насосной станции доильной установки является оценка показателей ее работы на предмет соответствия требованиям нормативно-технической документации.

**Материалы и методика исследований.** Для определения подачи вакуумного насоса могут применяться как простейшие расходомеры, например, индикатор производительности вакуумных насосов КИ-4840, так и современные диагностические комплексы. Из отечественных образцов диагностического оборудования следует отметить прибор проверки доильных установок ППДУ-01, включенный в Государственный реестр средств измерений Республики Беларусь. Прибор состоит из блока измерительного функционального БИФ-01, датчика расхода воздуха ДРВ-01, датчика частоты вращения ДСВ-01, комплекта принадлежностей и пластикового кейса.

**Результаты исследования и их обсуждение.** В связи с тем, что объем воздуха, как и любого другого газа, зависит от температуры и давления, измеренные значения расхода должны быть приведены к некоторым стандартным условиям. В технических характеристиках вакуумных насосных станций производства стран СНГ подача приводится для стандартных условий по ГОСТ 2939-63 «Газы. Условия для



определения объема», иностранного производства – по международному стандарту ISO 6690:2007 «Установки доильные. Механические испытания» [2].

Вычислительный блок прибора проверки доильных установок ППДУ-01 осуществляет приведение измеренного расхода воздуха к стандартным условиям по ГОСТ 2939-63 или ISO 6690:2007.

Согласно технической характеристики насосной станции СН-60А максимально развиваемое ею вакуумметрическое давление  $[p]$  составляет  $-80$  кПа [3]. Фактическое значение разрежения  $p$  может быть ниже допускаемого  $[p]$  из-за утечек воздуха, которые подразделяются на внешние и внутренние.

При внешней утечке воздух поступает внутрь насоса через неплотности всасывающего патрубка, изношенное торцевое уплотнение ротора или негерметичные соединения подпиточной трубки.

Внутренняя утечка обусловлена перетеканием воздуха внутри корпуса насоса из выходного патрубка во всасывающий патрубок вследствие увеличенного зазора между ротором и торцевой крышкой с выходным и всасывающим окнами. Утечка также происходит в случае нарушений герметичности отдельных полостей, образующихся между лопастями вращающегося ротора и поверхностью водяного кольца. Ее причинами могут являться как механические повреждения ротора (облом, трещины, сколы лопастей), так и недостаточная толщина водяного кольца вследствие засорения подпиточной трубки или недостаточного уровня воды в баке насосной станции.

Номинальная подача насосной станции СН-60А при вакуумметрическом давлении  $-50$  кПа составляет  $(65 \pm 5)$  м<sup>3</sup>/ч. Проверка фактической подачи осуществляется при проведении технического обслуживания ТО-2, выполняемого через каждые 1200 часов работы. Вакуумная станция считается технически исправной, если фактическое значение подачи  $Q$  составляет не менее 80 % от номинального, т. е. не менее 48 м<sup>3</sup>/ч или 800 л/мин [4].

Образование толстого слоя накипи на лопастях ротора водокольцевого вакуумного насоса происходит по причине высокой концентрации солей кальция и магния в воде. Чем больше этих солей, тем более «жесткой» является вода. Крупные отложения накипи сокращают полезный объем полостей между лопастями ротора. Покрытый накипью ротор за один оборот перемещает меньший объем воздуха, что закономерно приводит к снижению подачи вакуумного насоса в целом.

Также негативное влияние на подачу водокольцевого вакуумного насоса оказывает повышение температуры воды в баке насосной станции. Увеличение температуры водяного кольца приводит к большему нагреву воздуха внутри насоса, что, в соответствии с законами термодинамики, влечет за собой увеличение его объема. Тепловое расширение воздуха внутри вакуумного насоса неизбежно приводит к снижению эффективности его работы. Например, подача вакуумной насосной станции СН-60А снижается на 20 % при повышении температуры воды в ее баке с 20 до 50 °С.

**Заключение.** Применение современных диагностических комплексов обеспечивает комплексную оценку технического состояния вакуумных насосных станций доильных установок, что позволяет на раннем этапе выявлять возможные неисправности и продлевать срок службы оборудования. Однако, ввиду различий в нормативно-технической документации стран СНГ и дальнего зарубежья, при анализе результатов диагностирования доильного оборудования, и особенно вакуумных насосных станций с частотным регулированием величины создаваемого разрежения, следует использовать соответствующие методы интерпретации получаемых экспериментальных данных.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства / В. В. Гусаров [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 165 с.
2. Китун, А. В. Методика анализа результатов диагностирования вакуумных насосных станций доильных установок / А. В. Китун, П. Ю. Крупенин // Вестник БГСХА. – 2021. – № 3. – С. 136–140.
3. Крупенин, П. Ю. Анализ фазового портрета пульсаций доильного аппарата / П. Ю. Крупенин // Вестник Барановичского государственного университета. Серия: Технические науки. – 2021. – № 2 (10). – С. 102–107.
4. Крупенин, Ю. А. Диагностирование параметров водокольцевого вакуумного насоса доильной установки / Ю. А. Крупенин, П. Ю. Крупенин // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. – Брянск: Брянский ГАУ, 2022. – Вып. 1 (21). – С. 109–117.
5. Крупенин, Ю. А. Критерии физиологического режима работы доильного аппарата / Ю. А. Крупенин, П. Ю. Крупенин // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – Вып. 8. – С. 24–28.
6. Крупенин, Ю. А. Оптимизация параметров пульсаций сосковой резины для физиологического процесса доения коров / Ю. А. Крупенин, П. Ю. Крупенин // Передовые достижения науки в молочной отрасли. – Ч. 1. – Вологда-Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2023. – С. 385–389.
7. Рошка, Т. Б. Производственные технологии / Т. Б. Рошка, В. Н. Босак, О. В. Нилова. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 102 с.

УДК 631.363:636.085

ЕРМОЛИК М. И.

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОМБИКОРМОВ НА ОСНОВЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

*Научный руководитель – КОЗЛОВ С. И., канд. техн. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Повышение эффективности животноводства напрямую связано с созданием прочной кормовой базы. Главная роль в этом отводится комбикормовой промышленности, которая обязана обеспечивать животноводство высококачественными, высокоэффективными комбикормами [6].

На протяжении последних лет обеспеченность Беларуси в собственном зерновом сырье не превышала 55 %. Наряду с этим, доля зернового сырья в структуре комбикормов достаточно высока и достигает 75–80 %, в то время как в наиболее развитых странах Западной Европы в результате использования отходов производства этот показатель не превышает 65 %. Известно, что в зависимости от вида зерна усвояемость всех его питательных веществ пищеварительными системами животных и птицы составляет не более 60 %.

**Цель работы.** Получение высококачественных комбикормов и снижение их себестоимости решается комплексом задач, среди которых основными являются следующие:

- увеличение доли традиционно выращиваемых культур – ржи, ячменя, рапса, люпина в рецептуре комбикормов;
- повышение питательной ценности зерна за счет более полного использования его природного потенциала;
- использование вторичных сырьевых ресурсов, имеющих кормовую ценность.

**Материалы и методика исследования.** Традиционные технологии производства комбикормов на большинстве предприятий основаны на процессах механического измельчения исходного растительного сырья, смешивания различных компонентов и, в лучшем случае, гранулирования кормовой смеси. Они не отвечают критериям максимальной эффективности производства кормов. Поэтому для решения поставленных задач необходимы технологии, позволяющие изменять свойства кормового сырья в сторону улучшения его качества.

Ведущие западные фирмы и предприятия комбикормовой промышленности стран СНГ ищут способы эффективного преодоления барьеров, установленных природой для защиты запасов питательных веществ, накопленных в семенах и зернах зерновых и бобовых культур. Выбор методов эффективного разрушения таких барьеров и использования кормового потенциала потенциала фуражного зерна был проанализирован в работах [1–5, 7–11]. В результате исследований биохимических и биофизических особенностей отдельных видов исходного сырья для производства комбикормов выделены технологии, удовлетворяющие данным требованиям. К таким технологиям относятся: термодекстринизация зерна в скоростном потоке теплоносителя; и кондиционирование, экспандирование и экструзия.

**Результаты исследования и их обсуждение.** В УО БГСХА на кафедре механизации животноводства и электрификации сельскохозяйственного производства проводилась работа по совершенствованию технологий обработки зернового сырья в высокотемпературном потоке теплоносителя и шнековом экспандере.

Интенсивная тепловая обработка в высокотемпературном потоке теплоносителя обеспечивает “взрывное” испарение внутренней влаги, в результате чего зерно вспучивается (увеличивается в объеме), приобретая пористую структуру.

В шнековом экспандере материал проходит несколько условных зон, где под действием температуры и давления происходят его физико-механические и биохимические изменения.

Экспандер состоит из питателя с загрузочным бункером, смесителя-дозатора, бункера-накопителя, рабочего органа (шнека), формирующего устройства (матрицы), кольцевых нагревательных устройств элементного типа, закрепленных на корпусе шнека, ворошителя, приводов: шнека, смесителя-дозатора, питателя, ворошителя и редуктора на верхней части которого и смонтированы все узлы и механизмы.

При выходе из матрицы вязкопластичная масса имеет форму поперечного сечения отверстия матрицы. Объем массы получаемого продукта увеличивается из-за резкого падения давления из-за упругих деформаций, возникающих внутри обрабатываемого материала. В результате изделия приобретают набухшую, пористую структуру.

Получаемый продукт является стерильным, обеспечивая тем самым полную безопасность корма. Входящий в состав зерна крахмал превращается в легкоусвояемую форму – декстрины (до 80 %).

Особый интерес представляет обработка зерна ржи и бобовых

культур (соя, рапс, вика и др.), которые имеют в своем составе антипитательные вещества – ингибиторы трипсина и уреазы. Данные технологии позволяют на 90–100% снизить активность ингибиторов и обеспечить тем самым неограниченный ввод их в рацион кормления.

Преимущества данных технологий: а) стерильность корма; б) улучшенная структура корма (пористая структура); в) уничтожение антипитательных веществ; г) возможность ввода большого количества жидких компонентов (масла, жира, мелассы и др.); д) высокая степень декстринизации крахмала.

**Заключение.** Эти технологии используются при: а) производстве стартовых комбикормов; б) производстве жировых концентратов; в) производстве обогащенного зерна для молодняка животных и птицы; г) производстве полножирной сои с дальнейшим ее использованием в производстве комбикормов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Биохимические и биофизические предпосылки для внедрения технологий углубленной переработки сырья при производстве комбикормов / В. А. Шаршунов [и др.] // Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь. – 2001. – № 3. – С. 75–79.
2. Масайло, Е. В. Прогрессивные технологии и машины для обработки фуражного зерна / Е. В. Масайло, С. И. Козлов // Ресурсосбережение и экология в сельском хозяйстве. – Горки, 2005 – Ч.1. – С. 176–179.
3. Новые технологии углубленной обработки зерна при производстве комбикормов / В. А. Шаршунов [и др.] // Достижение науки и техники в АПК. – 1999. – № 5. – С. 45–59.
4. Обоснование параметров тормозного устройства – завихрителя потока / В. В. Кузьмичев [и др.] // Актуальные проблемы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки, 2001. – Ч. 1. – С. 264–268.
5. Питатель для термообработки фуражного зерна / В. А. Шаршунов [и др.] // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2001. – № 5. – С. 39–40.
6. Рошка, Т. Б. Производственные технологии / Т. Б. Рошка, В. Н. Босак, О. В. Нилова. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 102 с.
7. Синькевич, В. В. Инновационные технологии и машины для обработки фуражного зерна / В. В. Синькевич, С. И. Козлов // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 98–100.
8. Технологические основы расчета и экспериментальные исследования процесса экспандирования / В. А. Шаршунов [и др.] // Агропанорама. – 2000. – № 4. – С. 7–12.
9. Червяков, А. В. Вертикальный кондиционер с фонтанирующими слоями / А. В. Червяков, А. В. Талалуев. – Tartu, 2001. – С. 36–38.
10. Шаршунов, В. А. Выбор параметров скоростного кондиционера для обработки зернового сырья / В. А. Шаршунов, А. В. Червяков, А. В. Талалуев // Агропанорама. – 2001. – № 3. – С. 4–7.
11. Шаршунов, В. А. Использование тормозного устройства в прямоточном сушильном аппарате / В. А. Шаршунов, А. В. Червяков, С. В. Курзенков // Аграрная энергетика в XXI веке. – Минск: Технопринт, 2001. – С. 136–138.

УДК 631.361.24

КУХАРЕВ Н. П.

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ  
ПОДСТИЛОЧНОГО МАТЕРИАЛА,  
ИСПОЛЬЗУЕМОГО В ВИДЕ СОЛОМЫ**

*Научный руководитель – МЕЛЕХОВ А. В., ст. преподаватель*  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Назначение подстилки – препятствовать отдаче тепла животного полу, поглощать влагу и создавать сухое и мягкое ложе. Из подстилочных материалов выбирают такие, которые обладают малой теплопроводностью, большой теплоемкостью, влагопроницаемостью, гигроскопичностью, газопоглотительными свойствами. Вместе с тем подстилка не должна приставать к волосяному покрову животных, содержать вредные и ядовитые растения и их семена, не быть пораженной плесневыми грибами, не пылить. Важно, чтобы подстилочный материал после его использования не терял ценность как удобрение.

Солому считают традиционным подстилочным материалом, обладающим малой теплопроводностью и высокой влагоемкостью, однако у нее отсутствуют бактериостатичность и бактерицидность. Для увеличения влаго- и потопоглотительных свойств солому режут на частицы длиной 20–30 см. Солома должна быть сухой, без примеси вредных и ядовитых растений, не пораженной плесневыми грибами. Солома бобовых – грубая, ломкая, быстро разлагается.

**Цель работы** – усовершенствование измельчающего аппарат машины ИРК-145.

**Материалы и методика исследований.** Измельчитель-раздатчик грубых кормов ИРК-145 предназначен для самозагрузки, транспортировки и измельчения грубых кормов и подстилочного материала в рулонах цилиндрической формы в стационарном режиме с выгрузкой измельченных кормов и подстилочного материала в транспортное средство или в навал, а также имеет возможность применения в животноводческих помещениях для подачи измельченного сена в кормушки или на кормовой стол, а подстилочного материала в логово помещения при беспривязном содержании животных на глубокой подстилке. Цифры в марках обозначают размер диаметра рулона в сантиметрах [1–6].

Измельчитель-раздатчик кормов ИРК-145 состоит из: шасси, барабана, рамы, ролика опорного, ролика верхнего, трансмиссии, ротора, стяжки, манипулятора загрузки, короба продувания, желоба выгрузного, гидросистемы, электрооборудования, гидромотора.

Измельчитель-раздатчик грубых кормов ИРК-145 может применяться в животноводческих помещениях с шириной проезда не менее 2600 мм и высотой не менее 2700 мм при ширине кормового прохода не менее 2100 мм.

Измельчитель агрегируется с колесными тракторами класса 1,4 имеющими выходы гидросистемы ВОМ, розетку для подключения электрооборудования и тягово-сцепное устройство ТСУ-1Ж (скоба).

**Результаты исследования и их обсуждение.** В ходе анализа существующих машин и их измельчающих аппаратов было выявлено ряд недостатков в их конструкции.

При взаимодействии режущего элемента (ножа) и измельчаемого материала в большей степени происходит не процесс резания, а процесс рубки, что в свою очередь влияет на качество измельченного материала (часть измельченного материала разбивается в пыль).

Поэтому нами предлагается установить по всей периферии ротора сегментные ножи, которые выполнены с двойной заточкой.

В центре ротора рекомендовано установить три прямоугольных ножа, скрепленных между собой болтовым соединением.

Прямоугольному ножу придадим форму части линии логарифмической спирали, материал, попавший на лезвие, будет двигаться со скольжением под одним и тем же углом. Если лезвию ножа придать вогнутую сложную форму с впадинами, имеющими форму части линии спирали, каждая впадина будет представлять собой отдельный нож и длина его лезвия будет больше, чем при прямолинейном лезвии.

Процесс измельчения соломы заключается в следующем: при загруженном в барабан рулоне, происходит его вращение вместе с барабаном. Далее включается измельчающий ротор вращение которого осуществляется в противоположную сторону. Ножами различной формы и размеров происходит процесс резания, далее измельченные частицы попадают в пространство между ротором и лопатками, которыми придается ускорение измельченному материалу. За счет создаваемого лопатками воздушного напора материал устремляется по выгрузному желобу в сторону регулируемого направления.

Установка ножей на роторе такова, что угол скольжения, охарактеризованный выше, будет находиться в таких пределах, что на резание потребуется затратить минимальное количество энергии.

Данные изменения позволят повысить производительность измельчителя, что в свою очередь позволит уменьшить время, затрачиваемое на выполнение всего процесса.

Так же применение соответствующих типов ножей увеличит срок эксплуатации как режущих элементов, так и ротора в целом.

**Заключение.** Основными показателями экономической эффективности новой технологии, новой системы машин или отдельной машины являются экономия живого труда, эксплуатационных издержек и срок окупаемости вложений. В ходе проведенных нами предлагается: а) установить по всей периферии ротора сегментные ножи, которые выполнены с двойной заточкой, б) в центре ротора рекомендовано установить три прямоугольных ножа, скрепленных между собой болтовым соединением, в) прямоугольному ножу придать форму части линии логарифмической спирали, материал, попавший на лезвие, будет двигаться со скольжением под одним и тем же углом. Если лезвие ножа придать вогнутую сложную форму с впадинами, имеющими форму части линии спирали, каждая впадина будет представлять собой отдельный нож и длина его лезвия будет больше, чем при прямолинейном лезвии

Данные изменения позволят повысить производительность измельчителя, что в свою очередь позволит сократить время на выполнение данного процесса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Беляев, Н. М. Комплексная механизация в животноводстве / Н. М. Беляев // Достижение науки и техники в АПК. – 2014. – № 5. – С. 50–53.
2. Беляничков, Н. Н. Механизация животноводства и кормоприготовления / Н. Н. Беляничков, А. И. Смирнов. – Москва: Агропромиздат, 2015. – 432 с.
3. Вагин, Ю. Т. Технологии и техническое обеспечение производства продукции животноводства / Ю. Т. Вагин, А. С. Добышев, П. А. Курдеко. – Минск: ИВЦ Минфина, 2012. – 640 с.
4. Завражных, А. И. Механизация приготовления и хранения кормов / А. И. Завражных, Д. И. Николаев. – Минск, 1990 – 336 с.
5. Рошка, Т. Б. Производственные технологии / Т. Б. Рошка, В. Н. Босак, О. В. Нилова. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 102 с.
6. Техническое обеспечение процессов в животноводстве / В. К. Гриб [и др.]. – Минск: Белорусская наука, 2004 – 831 с.



УДК 621.628

ПОЛЕЕВ А. Р.

## **ИЗУЧЕНИЕ ДОСТОИНСТВ И НЕДОСТАТКОВ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В КАЧЕСТВЕ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ**

*Научный руководитель – ПОНТАЛЕВ О. В., канд. техн. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Тепловые насосы – это энергоэффективные системы, которые используются для обеспечения теплоснабжения в зданиях. Они позволяют получать тепло из низкотемпературных источников, таких как воздух, грунт или вода, и передавать его в помещения с высокой эффективностью. Главным принципом классификации тепловых насосов является источник тепла, с которого они получают энергию. Возможны три основных типа тепловых насосов: воздух-воздух, воздух-вода и грунт-вода.

Также стоит отметить, что тепловые насосы могут быть классифицированы по их способности обеспечивать не только обогрев, но и охлаждение помещений. Такие системы, называемые тепловыми насосами с обратным циклом, обеспечивают двусторонний теплообмен, что позволяет использовать их как в зимнее, так и летнее время [2, 3].

Однако, как и любая технология, тепловые насосы имеют свои достоинства и недостатки, которые следует учитывать при выборе системы отопления.

**Цель работы.** Как и любая другая технология, тепловые насосы нуждаются в систематической оценке своей эффективности, чтобы определить их реальную производительность и возможность экономии энергии. Оценка эффективности работы теплового насоса включает в себя несколько ключевых аспектов, которые следует учитывать при проведении соответствующих исследований.

**Материалы и методика исследования.** Важными факторами являются коэффициент эффективности (COP), сезонная энергоэффективность (SEER) и сезонный коэффициент производительности (SCOP).

Коэффициент эффективности (COP) является показателем энергетической эффективности системы и определяет, сколько единиц тепла может быть получено при использовании одной единицы энергии. Чем выше значение COP, тем более эффективным является тепловой насос.

COP рассчитывается путем деления теплового выхода на электрический вход.

Сезонная энергоэффективность (SEER) является средним значением эффективности теплового насоса в течение всего отопительного сезона. Этот показатель учитывает изменение внешних погодных условий и позволяет более точно определить потенциал энергосбережения и экономии [1].

Сезонный коэффициент производительности (SCOP) представляет собой эквивалентное значение сезонной энергоэффективности, но для систем обратного цикла. Такие системы функционируют для охлаждения помещения летом и осуществляют отопление зимой. SCOP учитывает как режим отопления, так и режим охлаждения, что позволяет более полно оценить эффективность работы теплового насоса.

Дополнительные параметры, такие как степень нагрева, степень охлаждения и температурный индекс частичной нагрузки (PLF) также могут использоваться для более подробной оценки эффективности работы теплового насоса.

Для проведения оценки эффективности работы теплового насоса требуется установка датчиков для измерения энергопотребления, температурных параметров на входе и выходе системы, а также проведение тестовых циклов в течение определенного периода времени. Данные, полученные в результате этих измерений, позволяют более точно определить фактическую эффективность работы системы и выявить возможные проблемы или неисправности.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Одним из основных недостатков тепловых насосов является их высокая стоимость. Приобретение и установка теплового насоса требует значительных инвестиций, что может существенно повлиять на бюджет автономного дома или малого предприятия. Кроме того, стоимость регулярного технического обслуживания и ремонта теплового насоса также не является незначительной, что может увеличивать его эксплуатационные расходы.

Так же значимым недостатком тепловых насосов является их зависимость от температуры окружающей среды. Тепловые насосы используют энергию, извлекаемую из окружающего воздуха, почвы или воды. В холодные климатические условия или в случае загрязнения окружающей среды, работоспособность теплового насоса может существенно снижаться. Это может приводить к неполадкам системы отоп-

ления или производственного процесса, а также требовать дополнительного использования дополнительных источников энергии.

Следующим важным недостатком тепловых насосов является ограниченная дальность передачи тепла. В зависимости от модели теплового насоса и его установки, максимальная дальность передачи тепла может быть ограничена. Если требуется поддерживать стабильную теплоту на большой площади или в отдаленных помещениях, может потребоваться использование дополнительных насосов или электрических подогревателей. Это может значительно увеличить расходы на энергию и снизить эффективность системы.

Необходимость систематического обслуживания и регулярной очистки теплового насоса - еще один важный недостаток. Тепловые насосы требуют своевременного удаления накопившегося загрязнения или наледи на своих элементах и трубопроводах. Несоблюдение правил эксплуатации и недостаточный уход за тепловым насосом может привести к его поломке, а также снижению эффективности и долговечности работы системы.

**Заключение.** Тепловые насосы являются уникальным решением для обеспечения теплоснабжения с минимальными затратами энергии и низкими экологическими показателями. Несмотря на некоторые недостатки, их многочисленные преимущества делают их привлекательным выбором для многих потребителей.

Однако, при выборе и эксплуатации теплового насоса необходимо учитывать их некоторые недостатки, такие как высокая стоимость, зависимость от окружающей среды, ограниченная дальность передачи тепла и необходимость регулярного обслуживания. Только учитывая все эти факторы можно определить, насколько тепловой насос подходит для конкретного климатического региона и потребностей потребителя.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Жидович, И. С. Применение тепловых насосов в системах теплоснабжения и горячего водоснабжения многоквартирного жилого фонда на принципах энергосбережения: программа развития ООН в Республике Беларусь / И. С. Жидович. – Минск: Энергосбережение, 2014. – 27 с.

2. Понталёв, О. В. Использование тепловых насосов для аккумулирования теплоты при хранении навоза / О. В. Понталёв // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 213–216.

3. Понталёв, О. В. От цикла Карно к тепловым насосам / О. В. Понталёв. – Барановичи: БарГУ, 2022 – 73 с.

УДК 631.53.01:533.9.082.74

СЕМУХА А. Ю.

**ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ  
НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕМЕННОГО  
МАТЕРИАЛА ПРИ ЕГО СТИМУЛИРОВАНИИ СВЧ ПОЛЕМ**

*Научный руководитель – СИМЧЕНКОВ А. С., ассистент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Повышение урожайности сельскохозяйственных культур – одна из важнейших задач, которую вместе с селекционерами и агрономами в последние годы успешно решают физики, биофизики и инженеры [4].

**Цель работы.** Изучить воздействие электромагнитных полей на семенной материал.

**Материалы и методика исследований.** Материалом для опытов служил ячмень «Гонар» кондиционной влажности 14 %. Для проведения опытов разработана и изготовлена лабораторная установка на основе конструкции микроволновой печи Samsung M1712NR с рупором, разработанным ООО НПП «Белама плюс».

**Результаты исследования и их обсуждение.** Воздействие электромагнитных полей на семенной материал может приводить к различным эффектам, проявление которых зависит в основном от частоты, мощности излучения и времени воздействия. К таким эффектам можно отнести: стимуляцию семян; их возбуждение или подавление [1, 5]. В режиме стимуляции происходит небольшая прибавка по проценту всхожести семян (порядка 2,5 %) и более быстрое их развитие. В режиме возбуждения происходит максимальная прибавка по проценту всхожести, а в режиме подавления процент всхожести ниже контрольного, и растения развиваются медленнее, или вообще не развиваются.

Обработка зернового материала сверхвысокими частотами (СВЧ) приводит к стимуляции метаболизма биоклеток семян: повышению активности ферментов (в частности амилазы), активизации всхожести, энергии прорастания и силы роста. С увеличением доз вначале наблюдаются стрессовые явления в биоклетках, а затем их агония и некроз (гибель) [6].

Установлено, что нагрев семян в ЭМП СВЧ до 35–45 °С не приводит к снижению их посевных качеств [3]. Дальнейшее увеличение температуры нагрева семян влечет уменьшение этих показателей, при-

чем особенно резко в области температур свыше 50–60 °С. Первое явление объясняется термоактивацией биологических процессов в семенах, второе – необратимыми температурными изменениями (денатурацией) белков.

Установлено, что технологический процесс обработки семян определяется совокупностью следующих параметров: частота, мощность (или энергия) на единицу массы, время обработки, время отлеживания и температура нагрева [2].

Исследования, которым посвящена данная статья, направлены на изучение влияния температуры нагрева семян при СВЧ-обработке зернового материала на качественные показатели посевного материала: активизацию всхожести, энергию прорастания и силу роста.

С целью изучения влияния температуры нагрева зернового материала был изготовлен специальный прямоугольный контейнер размером (2,0×2,0×30 см), который заполнялся зерновым материалом и помещался в лабораторную установку. Контейнер разделялся на 8 секций. Температура контролировалась с помощью термодпары. После обработки проба извлекалась для проведения всхожести, энергии прорастания и силы роста.

Анализ таблицы 1 показывает, что наибольшее энергии прорастания наблюдается в диапазоне изменения температуры 30–40 °С, увеличение всхожести наблюдается в диапазоне температур 30–42 °С. Дальнейшее увеличение температуры приводит к снижению всхожести и энергии прорастания, что связано с денатурацией белка и подтверждается в работе [3].

Таблица 1. Энергия прорастания и всхожесть семян (средние значения по 4-м повторностям)

Вариант опыта	Количество зерен, проросших через 3 суток, шт.	Энергия прорастания, %	Количество зерен, проросших через 7 суток, шт.	Всхожесть, %
Контроль (без обработки)	34	34	46	46
Режим ( $t_{M_2}$ , - 30°C)	42	42	52	52
Режим ( $t_{K_{max}}$ , - 34°C)	43	43	52	52
Режим ( $t_{K_{opt}}$ , - 37°C)	43	43	53	53
Режим ( $t_{O_2}$ , - 40°C)	41	41	48	48
Режим ( $t_{K_{O_2}}$ , - 42°C)	38	38	43	43
Режим ( $t_{K_{O11}}$ , - 49°C)	34	34	36	36
Режим ( $t_{max}$ , - 52°C)	33	33	35	35
Режим ( $t_{maxH}$ , - 56°C)	32	32	35	35

Таблица 2. **Всхожесть семян и интенсивность роста корешков и проростков**  
(средние значения по 4-м повторностям)

Вариант	Всхожесть, %	Интенсивность роста, см / 7 дней		
		проросток	главный корешок	другие корешки
Контроль (без обработки)	46	6,24	8,98	6,71
Режим (t <sub>к0</sub> , - 30 °С)	52	8,54	11,90	8,46
Режим (t <sub>к0</sub> , - 34 °С)	52	10,11	12,90	8,79
Режим (и <sub>1</sub> , - 37 °С)	53	9,92	13,88	10,32
Режим (U, - 40 °С)	48	9,76	12,60	9,35
Режим (t <sub>к0</sub> , - 42 °С)	43	9,52	11,46	8,42
Режим (t <sub>м0</sub> , - 49 °С)	36	7,15	9,38	6,88
Режим (t <sub>м0</sub> , - 52 °С)	35	6,73	9,23	6,57
Режим (t <sub>п0</sub> , - 56 °С)	35	6,70	9,14	7,01

Анализ таблицы 2 показывает, что наибольшая интенсивность роста проростков, главного корешка и других корешков наблюдается в диапазоне температур 30–42 °С. Дальнейшее увеличение температуры приводит к снижению интенсивности роста.

**Заключение.** Исследованы температурные режимы обработки семенного материала СВЧ полем в результате которых определен диапазон рабочих температур при предпосевной обработке семян 30–45 °С. Анализ экспериментальных исследований показывает, что наблюдаются режимы стимуляции, активизации и угнетения при обработке СВЧ полем в зависимости от конечной температуры обработки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Барышев, М. Г. Воздействие электромагнитных полей на биохимические процессы в семенах растений / М. Г. Барышев, Г. И. Касьянов // Известия вузов. Пищевая технология. – 2002. – № 1. – С. 21–23.
2. Изаков, Ф. Я. Направления и результаты исследований по использованию энергии СВЧ в сельскохозяйственном производстве / Ф. Я. Изаков. – Зериоград: ВНИПТИМЭСХ, 1989 – С. 14–18.
3. Ионова, Е. В. Влияние электромагнитного поля сверхвысокой частоты на посевные, биохимические и физиологические качества семян сорго и других культур: автореф. дис ... канд. с.-х. наук / Е. В. Ионова; Дон. зон. НИИСХ. – Рассвет, 2003. – 26 с.
4. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: ИНФРА-М, 2016. – 336 с.
5. Кондратьева, Н. П. Предпосевная обработка семян зерновых культур / Н. П. Кондратьева // МЭСХ. – 2002. – № 8. – С. 9–10.
6. Пахомов, В. И. Активизация посевных свойств семян СВЧ-обработкой / В. И. Пахомов, Е. В. Ионова // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2004. – № 4. – С. 5–6.

УДК 631.3

СИМЧЕНКОВ А. С.

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА  
ПТИЧНИКА В ЗИМНИЙ ПЕРИОД И СИСТЕМЫ  
АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ  
ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА**

*Научный руководитель – ПУЗЕВИЧ К. Л., канд. техн. наук, доцент*  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** С подорожанием энергетических ресурсов вопрос уменьшения энергозатрат приобрел особую остроту. Мощным средством резкого повышения уровня управления производством является внедрение автоматизированных систем управления (АСУ), базирующихся на современных научных достижениях в области теории адаптации, оптимального управления, применении экономико-математических методов, использовании средств вычислительной техники, охватывающих сферу организационного управления, технологические процессы и производство. Процесс создания микроклимата является наиболее энергоемким в структуре энергозатрат промышленного птичника мясного направления [1–8].

**Цель работы.** Целью работы является исследование параметров микроклимата птичника в зимний период и усовершенствование системы автоматического регулирования температуры воздуха.

**Материалы и методика исследований.** Основу птицеводства мясного направления составляют крупные птицефабрики промышленного типа, удельный вес которых в производстве мяса превышает 60%. На сегодняшний день значительный процент промышленного мяса производится в птичниках напольного содержания птицы (около 50%). Напольное содержание является значительно более выгодным с экономической точки зрения по сравнению с другими видами содержания. Тем не менее, с технологической точки зрения, птичник напольного содержания является чрезвычайно сложным объектом. Высокая концентрация птицы, средств производства, наличие агрессивной среды, технологические особенности производства – все это влияет на качество управления. Эффективное управление значительными мощностями традиционными методами является чрезвычайно сложной задачей, а иногда и вообще неразрешимой. Построить адекватную математическую модель процессов, протекающих в птичнике в процессе

функционирования, в таких условиях чрезвычайно трудно. Построить управление таким объектом на основе моделей, учитывающих все его особенности, на технической базе предприятия еще труднее.

Перерасход энергоресурсов, при поддержании заданного уровня температуры, напрямую зависит от качества управления. Управление энергетическими потоками, поддерживающими заданную температуру в птичнике, происходит по определенным законам. Именно от выбранного закона управления, полноты информации о текущих процессах зависят качество управления.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Промышленный птичник мясного направления является сложным объектом регулирования со многими неопределенными связями. Соответственно, при разработке АСУ, организации и проведении экспериментальных исследований объекта регулирования необходимо отводить важное место. Анализ объекта регулирования осложняется также тем, что технологические процессы в птичнике, которые обеспечивают получение планового количества мяса, проходят не при постоянных режимах, что объясняется наличием значительного количества случайных возмущений. При этом необходимо также отметить, что для такого объекта регулирования общее число параметров, принимаемое во внимание при расчете управляющих сигналов, достаточно велико.

Объектом регулирования является сложная биотехническая система, на которую действуют три группы факторов: технологические операции (кормление и т. д.); совокупность параметров микроклимата (температура, влажность, загазованность, освещенность и др.); физиологические факторы (возраст птицы, порода, продуктивность, стресс и т. д.). Кроме того, на объект действуют постоянные случайные возмущения, каждое из которых существенно влияет на качество исходной величины. Действие параметров среды на биологический объект осуществляется, в частности, через технический объект. Из экспериментальных исследований и исследований физиологов установлено, что биологический объект нелинейный, многомерный, нестационарный, обладает многосвязностью. Технический объект, то есть промышленный зал, имеет большую пространственную распределенность, пространственные поля с разнообразными параметрами микроклимата, инерционный, многосвязный. Изменение большинства факторов, действующих на такую биотехническую систему, носит случайный характер. В частности, температурные режимы в техническом объекте, в различных пространственных полях.



Процессы, протекающие в промышленных птичниках, конечно, описываются нелинейными дифференциальными уравнениями, параметры которых зависят от входных и выходных воздействий. Как правило, для большинства процессов отсутствует полное априорное математическое описание, что существенно усложняет управление процессом и требует решения задачи идентификации. Применение нелинейных моделей в системах управления ограничено, из-за трудности реализации их на ЭВМ.

Поддержание санитарно-гигиенических норм воздушной среды на птицеферме невозможно без организации общей вентиляции. При создании математической модели вентиляции в птичнике начнем с составления материального баланса вредных веществ в птичнике. Важным фактором этого является расход воздуха, поступающий в помещение птичника для вентиляции. Этот параметр используется не только по каналу регулирования температуры, но и по каналу регулирования частоты воздуха в помещении. И здесь он является параметром управления. Расход воздуха рассчитывается в зависимости от многих вредных факторов, поступающих в воздух: влаги, углекислого газа, метана и др., но для регулирования выбирают тот фактор, который дает наибольшее значение воздухообмену. Таким параметром является влагосодержание воздуха в помещении.

С помощью математической модели, построенной в среде Simulink, получена зависимость затрат энергоресурсов от возраста биологического объекта и от природных факторов.

Из полученных результатов мы можем проследить как меняется расход вентиляционного воздуха в зависимости от возраста бройлеров.

Проведя ряд исследований с изменением возраста бройлеров в промежутке от 1-го до 45-ти дней можно сделать вывод, что с возрастом биологический объект набирает вес, и при увеличении веса увеличивается его тепловыделение, также увеличивается влажное выделение. В этом случае уменьшаются затраты на дополнительный нагрев, но увеличивается объем вентиляционного воздуха, но с этим увеличением объема увеличиваются потери тепла.

Проанализировав полученные данные, можно прийти к выводу: чтобы уменьшить затраты на нагрев и минимизировать потери, целесообразным будет использование теплообменника. Принцип его действия будет заключаться в том, что теплый воздух, который выдувается из птичника, будет использоваться для нагрева воздуха, поступающего с улицы, что снизит затраты на использование энергоресурсов.

**Заключение.** Проведено исследование птичника мясного направления как объекта управления температурным режимом, разработана математическая модель птичника как теплового объекта, из которой получена передаточная функция. Для экономии энергоресурсов была разработана математическая модель рекуператора, которая показала свою эффективность.

Для реализации системы автоматического управления температурным режимом в птичнике предложены функционально-технологическая и функционально-структурная схемы САУ, обоснован выбор современного КТЗ автоматики, в частности выбрано промышленное устройство частотного регулирования серии s100/200, и разработана электрическая принципиальная схема системы управления на базе микроконтроллера ICP CON 8837, разработанное программное обеспечение. Предложен энергосберегающий алгоритм работы тепло-вентиляционного оборудования в зависимости от температуры окружающей среды. При исследовании показателей качества работы САУ установлено, что система является устойчивой, время регулирования составляет 275 С. Расчет экономической эффективности показал, что внедрение разработанной системы является целесообразным, себестоимость продукции снизится на 4,76 %.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бабаханов, Ю. М. Оборудование и пути снижения энергопотребления систем микроклимата / Ю. М. Бабаханов, Н. А. Степанова. – Москва, 1986. – 232 с.
2. Гармаза, А. К. Микроклимат в животноводческих помещениях – важный резерв увеличения продуктивности сельскохозяйственного производства / А. К. Гармаза, И. Т. Ермак, В. Н. Босак // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции. – Минск: БГАТУ, 2019. – С. 272–274.
3. Иванов, Р. А. Адаптивные системы управления с моделями / Р. А. Иванов, М. Р. Шапировский // Техническая кибернетика. – 1985. – Т. 18. – С. 210–240.
4. Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства / В. В. Гусаров [и др.]. – Горки: БГСХА, 2023. – Вып. 8. – 371 с.
5. Изерман, Р. Цифровые системы управления / Р. Изерман. – Москва: Мир, 1984. – 541 с.
6. Пчелкин, Ю. Н. Устройства и оборудование для регулирования микроклимата в животноводческих помещениях / Ю. Н. Пчелкин, А. И. Сорокин. – Москва: Россельхозиздат, 1977. – 216 с.
7. Рошка, Т. Б. Производственные технологии / Т. Б. Рошка, В. Н. Босак, О. В. Нилова. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 102 с.
8. Симченков, А. С. Исследование параметров микроклимата птичника в зимний период и усовершенствование системы автоматического регулирования температуры воздуха / А. С. Симченков // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 222–227.

УДК 662

ШАРИФОВ Р. Р.

**ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ  
С ПАССИВНОЙ СИСТЕМОЙ СОЛНЕЧНОГО ОТОПЛЕНИЯ  
ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ЖИВОТНЫХ**

*Научный руководитель – САДЫКОВ Ж. Д., ст. преподаватель*

Каршинский инженерно-экономический институт,

Карши, Республика Узбекистан

**Введение.** Животноводство сегодня выступает как мощный энергопотребитель. Существенная доля энергозатрат приходится на поддержание оптимальных параметров микроклимата на фермах, что способствует повышению продуктивности. Температура и влажность воздуха в помещении является основным фактором в процессе обеспечения нормального физиологического состояния животных. Оптимальные параметры воздуха в животноводческих помещениях, температура +12–16 °С, относительная влажность 60–70 %. От стабильности температуры среды зависит стабильность теплового равновесия организма животного. При поддержании требуемой температуры в сочетании с другими необходимыми параметрами помещений выход продукции может повыситься на 30 %. Поэтому животноводческие помещения оборудуют эффективной системой вентиляции и отопления [2, 3].

**Основная часть.** Одним из основных элементов при создании необходимого микроклимата в помещениях сельскохозяйственных сооружений является вентиляция. Наличие неорганизованного притока холодного воздуха в отапливаемое помещение приводит к необходимости дополнительного расходования 40–62 кДж теплоты на 1 м<sup>3</sup> холодного воздуха.

Самое распространенным видом отопления в животноводстве является водяное отопление. В некоторых местах по климатическим зонам и с учетом продолжительности отопительного сезона в сельскохозяйственных сооружениях предпочтение отдают воздушному отоплению, совмещенному с приточной вентиляцией. Для водяных и паровых caloriferов сооружают котельные, что не всегда экономически выгодно. В условиях возрастающего роста потребления энергии во всем мире и дефицита топливно-энергетических ресурсов, использование возобновляемых источников энергии, в том числе солнечной энергетики, приобретает особую актуальность [1].

Солнечная энергия обладает практически неограниченными ресурсами и установки на ее основе являются экологически более чистыми, чем другие источники энергии. Они не связаны с проблемами загрязнения окружающей среды.

В мировой практике научные и конструкторские работы преимущественно ведутся в направлении разработки и создании пассивных систем солнечного отопления, отличающиеся от активных систем своей простотой и дешевизной. Простота конструктивных решений пассивных систем солнечного отопления не требуют больших дополнительных капитальных, эксплуатационных и ремонтных затрат.

В пассивных системах роль солнечного коллектора и аккумулятора теплоты обычно выполняют сами ограждающие конструкции здания, а движение теплоносителя (воздуха) осуществляется за счет естественной конвекции без применения вентилятора. Отсутствие расходов на оборудование и незначительное удорожание здания с пассивной системой солнечного отопления по сравнению с обычным зданием делает эти системы весьма перспективными и конкурентоспособными. Поэтому в ряде стран интенсивно развивается направление, связанное с применением так называемых пассивных систем солнечного отопления. Эффективность пассивных систем основывается на их сравнительно низкой стоимости, возможности использовать как прямую, так и рассеянную солнечную радиацию, приток которой в зимние месяцы на горизонтальную поверхность может составлять более половины от суммарной. Из этого следует, что эффективность пассивной системы удобно определять отношением тепла, поступающего от солнца к общей величине тепла необходимого для создания комфортных условий в помещении или к отопительной нагрузке.

**Заключение.** Для сокращения потребления энергии, расходуемой на отопление и вентиляции, необходимо целенаправленно расширять проектирование и возведение сельскохозяйственных сооружений не только с качественной тепловой изоляцией строительных конструкций, но и системами пассивного солнечного отопления с теплоаккумулирующей стенкой.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак, З. С. Ковалевич. – Минск: РИВШ, 2023. – 404 с.
2. Севернев, М. М. Энергосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве / М. М. Севернев. – Москва: Колос, 1992. – 190 с.
3. Шпаков, Л. И. Водоснабжение, канализация и вентиляция на животноводческих фермах / Л. И. Шпаков, В. В. Юнаш. – Москва: Агропромиздат. 1987. – 146 с.

УДК 621.432.3

ГНЕВАШЕВ П. В., СМОЛЬНИКОВ М. В.

**БЕЗМОТОРНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ЦИКЛА ПРИ РАБОТЕ ДИЗЕЛЯ**

*Научный руководитель – ПЛОТНИКОВ С. А., доктор техн. наук, профессор*

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»,

Киров, Российская Федерация

**Введение.** Показатель преломления света (или коэффициент рефракции) чаще всего определяется при 20°C ( $n_D^{20}$ ). Он постоянен для каждого углеводорода при данной температуре. При постоянной температуре значение этого показателя увеличивается в гомологическом ряду с ростом молекулярного веса углеводорода. Исключение составляют алкилароматические углеводороды, показатель преломления которых может уменьшаться с удлинением боковых цепей и увеличением их числа [2].

Смиттенберг предложил простые, достаточно точные формулы для определения расчетным путем показателя преломления углеводородов некоторых гомологических рядов по числу углеродных атомов в молекуле или по молекулярному весу углеводородов.

**Основная часть.** По значению удельной рефракции  $sR$  топлива можно условно судить об энергии и скорости активации его частиц в одинаковых условиях реакции окисления. Влияние свойств топлива на процесс сгорания в цилиндре дизеля следует рассматривать в связи с показателями характеристик топлива. Потенциальная энергия активации частиц топлива может нам характеризовать сравнительную величину максимального давления цикла  $P_z$  в цилиндре дизеля при его сгорании в заданных условия. Анализ исходных данных подтвердил, что имеет место сильная корреляционная связь между удельной рефракцией  $sR$  и максимальным давлением в цилиндре  $P_z$ . Однако, отсутствие теоретической модели, которая позволила бы нам установить функциональный вид зависимости давления от показателя преломления, вынуждает пользоваться моделью линейной регрессии. Тогда для различных видов топлив значения  $P_z$  будут считаться следующим образом.

1. Для состава АТ с добавлением сурепного масла формула для расчёта примет следующий вид:

$$P_z = -8,679 + 43,983sR. \quad (1)$$

Коэффициент корреляции между переменными составляет  $R = 0,9729$ ; коэффициент детерминации:  $R^2 = 0,946$ . При увеличении содержания сурепного масла в смеси уменьшаются, как показатель преломления, так и максимальное давление; связь между ними, таким образом, оказывается прямой. Соответственно можно посчитать  $P_z$  через концентрацию добавочного топлива  $C$ , и такая регрессия будет иметь вид:

$$P_z = 10,628 - 0,01425C. \quad (2)$$

Коэффициент корреляции между переменными составляет  $R = -0,9914$ ; коэффициент детерминации  $R^2 = 0,983$ .

2. Для состава АТ с добавлением РМ формула для расчёта  $P_z$  получается такой:

$$P_z = -6,7313 + 52,149sR. \quad (3)$$

Коэффициент корреляции между переменными составляет  $R = 0,9905$ ; коэффициент детерминации  $R^2 = 0,981$ .

Связь между давлением  $P_z$  и концентрацией  $C$  представлена ниже:

$$P_z = 10,613 - 0,01464C. \quad (4)$$

Коэффициент корреляции между переменными составляет  $R = -0,9923$ ; коэффициент детерминации  $R^2 = 0,985$ .

Безусловно, показатель – низшая теплота сгорания - является одной из важнейших характеристик топлива: по его величине оценивают энергетические возможности топлива, его влияние на экономическую эффективность. Проводя анализ между всеми ранее рассмотренными показателями можно сказать, что относительная удельная рефракция связана с молекулярной рефракцией, а та, в свою очередь, с низшей теплотой сгорания топлива [1]. От низшей теплоты сгорания  $Q_n$  зависят такие параметры работы двигателя, как максимальное давление цикла  $P_z$ , скорость нарастания давления  $(dp/d\varphi)_{max}$  и т. д.

**Заключение.** Предложенные математические модели были использованы в дальнейшем при расчетно-теоретическом определении значений максимального давления цикла при работе дизеля на жидких топливах в номинальном режиме.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Двигатели внутреннего сгорания: Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей / В. П. Алексеев [и др.]. – Москва: Машиностроение, 1980. – 288 с.
2. Иоффе, Б. Ф. Рефрактометрические методы химии / Б. Ф. Иоффе. – Ленинград: Химия, 1983. – 352 с.

УДК 621.4

ЗАЙЦЕВА Е. С.

## **АНАЛИЗ СИСТЕМ ВПРЫСКА БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

*Научный руководитель – КОЦУБА В. И., канд. техн. наук, доцент*  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** В бензиновом двигателе воспламенение топливно-воздушной смеси в цилиндрах осуществляется принудительно при помощи электрической искры, а в качестве топлива используется бензин. Управление мощностью в бензиновых двигателях происходит посредством регулирования потока подаваемого в цилиндры воздуха с помощью дроссельной заслонки. Управление дроссельной заслонкой происходит с места водителя с помощью педали [5].

Из-за ужесточения экологических стандартов на чистоту отработавших газов, автомобильные производители перешли от классических карбюраторных двигателей к инжекторным, а также установить современные нейтрализаторы выхлопных газов [1, 3, 7].

Для функционирования катализатора необходим постоянный состав выхлопного газа, который поддерживается системой впрыска топлива. Обязательной составляющей катализатора является датчик содержания кислорода, благодаря которому отслеживается точное соотношение кислорода, недоокисленных продуктов сгорания топлива и оксидов азота, которые сможет нейтрализовать катализатор [6].

**Цель работы** – выполнить анализ систем впрыска бензиновых двигателей и определить направления совершенствования методов их диагностирования.

**Материалы и методика исследований.** Электронный впрыск топлива позволяет обеспечить управление составом топливно-воздушной смеси на всех рабочих режимах двигателя. Оптимальным составом для полного сгорания топливно-воздушной смеси и максимально эффективной нейтрализации каталитическим нейтрализатором токсичных компонентов отработавших газов является отношение воздуха к топливу (14,6–14,7):1. Такая точность дозирования топливно-воздушной смеси обеспечивается системой электронного впрыска топлива [5, 6].

Современная система впрыска топлива не требует регулировок и поддерживает оптимальную эффективность нейтрализатора отработавших газов и, следовательно, соответствует экологическим требова-

ниям. Дополнительными преимуществами системы электронного впрыска топлива являются уменьшение расхода топлива, фактическое улучшение динамических показателей двигателя.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Конструкция системы центрального впрыска является развитием карбюраторной системы, в которой карбюратор заменен форсункой. Регулятор давления поддерживает давление в системе центрального впрыска не менее 0,1 МПа [2, 4].

Благодаря датчикам блок управления получает информацию об объеме или массе воздуха, подаваемого в цилиндры двигателя, режиме работы двигателя и степени нажатия педали газа. На основе поступающих от датчиков данных блок управления определяет момент подачи топлива и его объем, в результате чего образуется воздушно-топливная смесь с оптимальным соотношением составляющих бензина и воздуха.

Недостатком данной системы впрыска является низкая, на данный момент, экологичность. Связано это с конденсацией бензина на стенках впускного коллектора и неравномерным распределением топливно-воздушной смеси по цилиндрам. Система центрального впрыска перестала использоваться после появления экологического стандарта Евро-3, требующего от автопроизводителей оснащать каждый цилиндр индивидуальной форсункой.

В системе распределенного впрыска топлива топливные форсунки устанавливаются перед впускными клапанами каждого цилиндра двигателя. Таким образом, в отличие от моновпрыска, удается добиться равномерного распределения топливно-воздушной смеси по цилиндрам, а также более точной ее дозировки.

В зависимости от того, в каком порядке происходит активация форсунок различают три варианта впрыска: одновременный, попарно-параллельный и фазированный.

При одновременном впрыске бензина все форсунки открываются одномоментно, и происходит это за один полный рабочий цикл двигателя. При попарно-параллельном впрыске процесс одновременно выполняют впрыск только две форсунки – цилиндров, которые переходят в такты впуска и выпуска.

Недостатком одновременного и попарно-параллельного впрыска является лишний впрыск, например, в такте выпуска. Однако это помогает при запуске двигателя в аварийном режиме.

Фазированный впрыск топлива предусматривает включение каждой форсунки непосредственно перед тактом впуска соответствующе-



го ей цилиндра. С ужесточением экологических норм, автопроизводителям пришлось продолжить усовершенствование впрыска.

При непосредственном впрыске топливо впрыскивается непосредственно в камеру сгорания. Непосредственный впрыск более точен, подаваемое давление топливной смеси выше, чем у распределенного впрыска, что позволило достичь экономии топлива до 20 % и обеспечить более полное сгорание топлива [4].

Преимуществом непосредственного впрыска является адаптация воздушно-топливной смеси к различным условиям работы двигателя. При работе двигателя без нагрузки можно добиться существенного обеднения воздушно-топливной смеси. При впрыске бензина во впускной коллектор, когда он уже в виде воздушно-топливной смеси при открытии клапана попадает в цилиндр при сильном обеднении смеси до 22:1 она перестает воспламеняться. При непосредственном впрыске, за счет подачи топлива в цилиндр под большим давлением и в точно выверенный момент времени, двигатель нормально работает даже при соотношениях воздуха и бензина до 40:1.

Непосредственный впрыск топлива позволяет реализовать различные варианты образования топливно-воздушной смеси: гомогенный, стехиометрический гомогенный и послойный.

При гомогенном виде смесеобразования образуется бедная гомогенная смесь с коэффициентом избытка воздуха около 1,5. Гомогенная стехиометрическая смесь обеспечивает коэффициент избытка воздуха около 1. Происходит максимальное сгорание топливно-воздушной смеси и двигатель выдает максимальную мощность.

При послойном виде смесеобразования впрыск происходит в зону свечи зажигания. При это в зоне свечи зажигания образуется топливно-воздушная смесь с коэффициентом избытка воздуха 1,5–3. За пределами свечи остается много чистого воздуха, который выступает в роли теплоизолятора.

Недостатком системы непосредственного впрыска являются повышенные требования к форсункам и топливному насосу высокого давления, что ведет к удорожанию и усложнению топливоподающей аппаратуры. Кроме того, двигатели, оснащенные непосредственным впрыском, более требовательны к качеству бензина и моторного масла.

Следующим недостатком непосредственного впрыска является то, что при определенных режимах работы двигатель выбрасывают в атмосферу много твердых частиц (сажи).

Для устранения этого недостатка была разработана комбинированная система впрыска TFSI в которой объединен распределенный и

непосредственный впрыск. Процессом подачи топлива и активации той или иной подсистемы форсунок управляет электронный блок управления двигателем.

ТНВД подает одновременно топливо в контур форсунок непосредственного впрыска, которому требуется высокое давление до 20 МПа, и контур распределенного впрыска, где давление топлива меньше.

Оптимальные показатели экологичности и эффективности у элементов, работающих по системе непосредственного впрыска, будут наблюдаться при запуске и прогреве мотора, а также при максимальной нагрузке на двигатель. На не прогретом двигателе обеспечивается один впрыск за цикл (за два оборота коленчатого вала) на такте впуска, а при полной мощности происходит два впрыска – один на такте впуска, второй – на такте сжатия.

При работе двигателя на средних режимах по системе распределенного впрыска форсунки в цилиндрах также периодически включаются, чтобы их сопла не засорились продуктами горения.

**Заключение.** Для обеспечения высоких экологических показателей двигателя необходимо объединение системы непосредственного и распределенного впрыска. По системе непосредственного впрыска двигатель работает при прогреве и в режиме максимальной нагрузки, а по системе распределенного впрыска – на остальных режимах работы двигателя.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Леоненко, В. В. Условия работы и направления развития систем зажигания бензиновых двигателей / В. В. Леоненко, А. В. Рудковский, В. И. Коцуба // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 100–103.
2. Методы впрыска [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://injectorservice.com.ua/>. – Дата доступа: 11.10.2023.
3. Рудковский, А. В. Теоретические основы работы систем зажигания / А. В. Рудковский, В. В. Леоненко, В. И. Коцуба // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 118–121.
4. Системы управления бензиновым двигателем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://injectorservice.com.ua/>. – Дата доступа: 05.11.2023.
5. Соснин, Д. А. Автотроника. Электрооборудование и системы бортовой автоматики современных легковых автомобилей / Д. А. Соснин. – Москва, 2001. – 272 с.
6. Соснин, Д. А. Новейшие автомобильные электронные системы / Д. А. Соснин, В. Ф. Яковлев. – Москва, 2005. – 240 с.
7. Челноков, А. А. Безопасность жизнедеятельности / А. А. Челноков, В. Н. Босак, Л. Ф. Ющенко. – Минск: Вышэйшая школа, 2023. – 407 с.

УДК 621.9.2

КЛУОНИС А. С.

## **ПРОБЛЕМЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ С ПОВЕРХНОСТНЫМ ПОКРЫТИЕМ**

*Научный руководитель – ПЛОТНИКОВ С. А., доктор техн. наук, профессор  
ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»,  
Киров, Российская Федерация*

**Введение.** В рамках отечественного машиностроения при механической обработке большое применение нашли инструменты зарубежного производства. Данная практика является не новой и обширно задействована во многих государствах мира. Однако, это приводит к зависимости от импортных поставщиков и сдерживает развитие отечественного инструментального производства, особенно это коснулось технологий нанесения износостойких покрытий режущего инструмента [1].

В мировой практике основными методами нанесения поверхностных покрытий режущего инструмента являются процессы химического осаждения из газовой фазы CVD (chemical vapor deposition) и физического осаждений из газовой фазы PVD (physical vapor deposition) [2–4]. Главное различие между технологиями являются исходные материалы (твердые и газовые) и процесс протекания (при низком давлении в PVD и атмосферном или в вакууме при CVD).

На данной этапе развития производства существует большое количество различных инструментов с поверхностным покрытием, которые нашли применение при обработке различных материалов, чаще всего подбор инструмента с определенными параметрами износостойкого покрытия и геометрии является определяющим при планировании производства [5–6].

**Цель работы** – обобщение факторов, и в какой мере они повлияли на отрасль нанесения покрытий на режущий инструмент.

**Материалы и методика исследования.** Методом исследования является анализ научной и технической литературы, направленный на выявление основных проблем производства инструментов с поверхностным покрытием в РФ.

**Результаты исследования и их обсуждение.** В 1980-х годах разработкой оборудования и методов CVD для получения поверхностных покрытий режущих пластин из твердого сплава проводились ФГУП

«ВНИИТС»). Разработок по изготовлению отечественных установок для нанесения покрытий на инструмент на данный момент нет.

Компании, занимающиеся разработкой средств нанесения покрытий методом PVD, приведены в таблице.

**Фирмы, выпускающие оборудование для нанесения покрытий PVD**

Наименование	Страна
ОАО «СИБЭЛЕКТРОТЕРМ»	Российская Федерация
ОАО «ВНИИИНСТРУМЕНТ»	
ОАО «ЦНИИТМАШ»	
ООО НПФ «ЭЛАН-ПРАКТИК»	
МГТУ «СТАНКИН»	
SULZER METAPLAS GmbH	Германия
PLATIT AG	Швейцария
IONBOND AG OLTEN	Швейцария
HAUZER TECHNO COATING	Нидерланды
OC OERLIKON BALZERS AG	Лихтенштейн

Стоит отметить, что на отечественных предприятиях имеется тенденция к закупке сложного импортного оборудования. Это накладывает дополнительные затраты на приобретение дорогостоящих зарубежных материалов, изнашиваемых элементов и расходных материалов, обслуживание зарубежными специалистами.

Очень часто поверхностные покрытия разрабатываются индивидуально для обработки определенных материалов с определенными режимами резания. Зарубежные компании не раскрывают данных о составе и точных характеристиках покрытий. В данной области Россия отстает на мировом рынке. Это вызвано с развалом и ликвидацией отечественных исследовательских институтов и предприятий, отъездом ученых и специалистов. Низкое развитие в данной области также связано с отсутствием государственной поддержки, минимальными научными разработками в данной области. Помимо этого, машиностроительные предприятия не занимаются производством новых инструментов, а используют дешевый массовый инструмент, разработанный еще в Советском Союзе.

В Российской Федерации отечественный инструмент с покрытием занимает минимальную часть рынка. При приобретении инструмента машиностроительные предприятия выбирают более дешевый инструмент без износостойкого покрытия, что также замедляет развитие отечественных разработок в области нанесения износостойких покрытий на режущий инструмент.

Доля инструмента, который производится отечественными инструментальными машиностроительными предприятиями составляет от 20–25 до 80–85 в различных сферах. Доля покупного инструмента составляет порядка 60 % от всего объема, в основном это Sandvik (Швеция), Kennametal (США). В тоже время предприятия США и Западной Европы используют инструмент, который производится на специализированных предприятиях, доля импортного инструмента составляет не более 10 % от всего объема технологического используемого для обработки резанием [7].

**Заключение.** Основными причинами, вызвавшими сокращение развития сферы нанесения износостойких покрытий, в отечественной промышленности являются:

1. Ориентация машиностроительных предприятий на устаревшие и дешевые решения. Медленная модернизация.

2. Сокращение и закрытие исследовательских институтов, уход квалифицированных кадров.

3. Старение основных фондов оборудования и минимальное финансирование на разработку новых методов и средств для нанесения износостойких покрытий.

В связи с уходом зарубежных компаний с российского рынка разработки в области инструментального машиностроения как никогда актуальны.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Памфилов, Е. А. К вопросу импортозамещения твердых сплавов для изготовления режущего инструмента / Е. А. Памфилов, А. М. Буглаев, А. Н. Толстяков // Новые материалы и технологии в машиностроении. – 2017. – № 26. – С. 55–61.

2. Handbook of Hard Coatings, Deposition Technologies, Properties and Applications Edited by Rointan F. Bunshah, 2001.

3. Handbook of Thin Film Materials. By Hari Singh Nalwa. Contributor Hari Singh Nalwa Published by Academic Press, 2002.

4. Mattox D. M. Handbook of Physical Vapor Deposition (PVD) Processing. 1998.

5. Клуонис, А. С. Технология изготовления мелкоразмерных профильных деталей с использованием перемычек / А. С. Клуонис, Д. Г. Сергеев, Е. В. Козлов // Компьютерно-интегрированные технологии в машиностроении: проблемы и перспективы. – Ярославль: Ярославский государственный технический университет, 2022. – С. 19–21.

6. Клуонис, А. С. Комбинированный метод получения комплектов мелкоразмерных профильных деталей / А. С. Клуонис, Д. Г. Сергеев, Е. В. Козлов // Общество. Наука. Инновации (НПК-2022). – Том 2. – Киров: Вятский государственный университет, 2022. – С. 341–344.

7. Стратегия развития станкоинструментальной промышленности России до 2015 г. – Москва, 2006.

УДК 631.362.2

МАЖУГА Д. В.

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ТОКАРНОГО СТАНКА 16К20  
ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ПАТРОНА**

*Научный руководитель – ЛЕВЧУК В. А., канд. техн. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Стремительное развитие металлообрабатывающего комплекса сложно представить без постоянного совершенствования станочного оборудования. Оно определяет скорость заточки деталей, соблюдение их геометрии, качество обработки поверхности [2, 5, 7].

Для прочной фиксации заготовки используется патрон для токарного станка, обеспечивающий необходимое зажимное усилие и точность центрирования [1].

Токарные патроны-еще их называют зажимными устройствами, предназначаются для установки на передний конец шпинделя токарных станков. Конструкция токарного патрона обеспечивает большое усилие зажима обрабатываемой детали, обеспечивает точность центрирования и перпендикулярность поверхностей оси обработки.

Патроны токарные устанавливаются на универсальных и специальных станках и используются для крепления деталей на оси шпинделя. Благодаря их применению достигается надежная фиксация и увеличивается зажимное усилие при большом крутящем моменте. Деталь не срывается, сохраняет правильное положение при работе, снижая риск поломки резца и обеспечивая высокую скорость изготовления изделия [6].

Патроны для токарных станков производятся из закаленной стали, реже – чугуна, и отличаются друг от друга конструкцией и назначением [4].

Все используемые токарные патроны условно делятся на две группы: кулачковые и цанговые. Первые состоят из нескольких подвижных сегментов (кулачков), за счет которых и происходит фиксация детали. Они применяются для большинства операций и отличаются друг от друга особенностями конструкции и назначением. Цанговые патроны выпускаются с выдвигной, неподвижной или втягиваемой цангой, закрепляющей деталь в нужном положении.

Патрон токарный также классифицируется по:

- количеству кулачков (от двух до шести);
- особенностям крепления (по внешней или внутренней поверхности);
- специфике исполнения (цельные, сборные или накладные кулачки);
- используемому приводу (ручной или механический) [3].

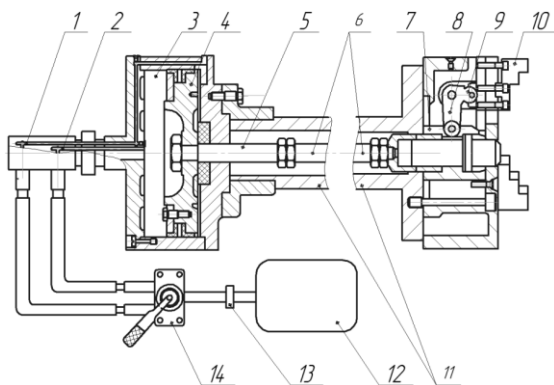
Каждый вид устройства имеет свои преимущества, особенности использования и предназначен для определенных функций.

**Цель работы.** Предложить модернизацию токарного станка 16К20 путем замены трехкулачкового самоцентрирующего патрона с ручным приводом на пневматический патрон.

**Материалы и методика исследований.** В данной статье предлагается механизировать закрепление заготовок путем замены трехкулачкового самоцентрирующего патрона с ручным приводом на пневматический патрон.

Привод пневматического патрона по сравнению с приводами других типов отличаются высоким быстродействием и обеспечивают регулирование и контроль силы зажима. Управление пневмоприводом удобно и не требует больших физических усилий.

Схема механизации установки деталей на токарном станке и конструкция привода пневматического патрона показана на рисунке.



- 1, 2 – центральные каналы; 3 – полость цилиндра корпуса; 4 – поршень;  
 5 – шток; 6 – штанга; 7 – ползун; 8 – длинные плечи; 9 – короткие плечи;  
 10 – зажимные кулачки; 11 – шпиндель; 12 – компрессор;  
 13 – маслопоглотитель; 14 – кран

Рис. Схема механизации установки деталей

На левом конце шпинделя 11 закреплен пневмоцилиндр, внутри которого имеется поршень 4. Сжатый воздух по трубкам воздушной системы поступает в центральные каналы 1 и 2, откуда направляется в правую или левую полость цилиндра корпуса 3. Если сжатый воздух поступает по каналу 1 в левую полость цилиндра, то поршень вытесняет воздух из правой полости цилиндра по каналу 2, и наоборот. Поршень связан со штоком 5, соединенным со штангой 6 и ползуном 7, который действует на длинные плечи 8 коленчатых рычагов, короткие плечи 9 которых перемещают зажимные кулачки 10 патрона. Длина хода кулачков 3–5 мм, поэтому при изменении диаметра обрабатываемых деталей кулачки приходится переставлять или менять.

Давление воздуха в системе должно быть 0,4–0,5 МПа. Для приведения в действие пневматического цилиндра на корпусе коробки скоростей устанавливается распределительный кран 14. Воздух, подаваемый от компрессора 12, должен очищаться через масловлагопоглотитель 13, снабжены набором специальных фильтров.

**Заключение.** Данная пневматическая установка позволит сократить вспомогательное время на установку деталей в патрон токарного станка, а также гарантирует быстрое и надежное закрепление и исключение вылета детали, следовательно увеличивает производительность труда и обеспечивает безопасность рабочему, за счет чего сокращает число несчастных случаев.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Богдасарова, Т. А. Токарь-универсал / Т. А. Богдасарова. – Москва: Академия, 2004. – 288 с.
2. Босинзон, М. А. Перспективы создания и применения мехатронных модулей линейных и вращательных перемещений металлорежущих станков / М. А. Босинзон. – Москва: МГОУ, 2002. – 198 с.
3. Вереина, Л. И. Металлообрабатывающие станки / Л. И. Вереина. – Москва: ИНФРА-М, 2016. – 440 с.
4. Власов, С. Н. Устройство, наладка и обслуживание металлообрабатывающих станков и автоматических линий / С. Н. Власов, Г. М. Годович, Б. И. Черпаков. – Москва: Машиностроение, 1995. – 464 с.
5. Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства / В. Р. Петровец (ред.) [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – 270 с.
6. Малышева, Г. В. Расчет силы и момента затяжки резьбовых соединений, собранных с использованием анаэробных материалов / Г. В. Малышева, О. А. Ряховский // Клеи. Герметики. Технологии. – 2014. – № 4. – С. 29–32.
7. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем / А. С. Проников [и др.]. – Москва, 2000. – 1714 с.



УДК 631.316.4

ШУМСКИЙ В. В.

## **АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ УСТРОЙСТВ РАСКАТКИ ОСТОВОВ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ПРОПАШНЫХ ТРАКТОРОВ**

*Научный руководитель – ЦАЙЦ М. В., магистр техн. наук*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Раскатка трактора – важный процесс, который позволяет разъединить моторную часть от корпуса силовой передачи для замены, ремонта или регулировки механизма сцепления.

В специализированных ремонтных мастерских используют подъёмные тали и кран-балки. Однако в некоторых случаях нет возможности для использования данных механизмов. Тогда можно применить самодельные приспособления или подручные средства.

Применяемые при этом устройства и оборудование должны обеспечить надежность выполнения технологического процесса и его безопасность [1–3].

**Цель работы.** Проанализировать конструкции устройств для раскатки остовов универсальных пропашных тракторов с точки зрения надежности выполнения процесса и обеспечения условий безопасности работников в условиях сельскохозяйственной организации.

**Материалы и методика исследований.** В структуре парка тракторов Республики Беларусь тракторы класса 5–6 мощностью 250 и более л. с. составляют 18,2 % (около 7,2 тыс. ед.), класса 3–4 мощностью от 150 до 180 л. с. – 3,3 % (1,3 тыс. ед.), класса 2 мощностью 120–130 л. с. – 21,9 % (около 8,7 тыс. ед.) и класса 0,6–1,4 мощностью от 30 до 100 л. с. – 56,6 % (22,4 тыс. ед.). Парк тракторов отечественного производства, в основном, ОАО «Минский тракторный завод», составляет около 94,8 % (37,4 тыс. ед.), стран ближнего зарубежья (АО «Санкт-Петербургский тракторный завод», Россия) – 2,7 % (1,1 тыс. ед.) и дальнего зарубежья – («Джон Дир», «Фендт» и «Нью Холанд») только 2,5 % (около 1,0 тыс. ед.). В последние годы поступления в село тракторов по сравнению с их выбытием уменьшилось на 38,7%, однако, при этом, закупка энергонасыщенных тракторов увеличилась на 56,7 %. Вместе с тем, около 74 % парка тракторов (29,3 тыс. ед.) эксплуатируется свыше нормативного срока (8–10 и более лет), в том числе класса 5–6 – 75 %. При этом,

обеспеченность тракторами этого класса составляет только 65,6 % от технологической потребности в них (10,9 тыс. ед.) [2].

Одним из вариантов устройств раскатки остонов тракторов является домкрат в сочетании со сварными подставками из профильного металла и деревянные подкладки для регулировки высоты (рис. 1). Раскатку осуществляют вручную, поступательно проворачивая передние или задние колёса трактора. При этом для выхода промежуточной части из сочленения с плитой дизеля можно использовать подручный рычаг из трубы или бревна длиной 4,5–5 метров, вставленный под корпус заднего моста и упёртый в поперечный тяговый брус задней навески.



Рис. 1. Устройство раскатки из гидравлического домкрата и сварной рамы

Для сохранения горизонтального положения обеих разъединённых половин трактора, под внутренние края предварительно подставляют подставки (рис. 2). В моторной части это может быть внутренний край дизеля или брусья рамы, а в части трансмиссии с кабиной – корпус промежутки.



Рис. 2. Устройство раскатки из гидравлического домкрата и сварной рамы

При отсутствии подходящего оборудования и приспособлений используются доступные инструменты и материалы, чтобы успешно выполнить раскатку трактора. Таковыми могут быть стойка смонтированная на колесе с отверстиями под болтовые крепления к полураме трактора и транспортная тележка (рис. 3).

Гидравлические домкраты (рис. 4) обеспечивают более удобный и плавный подъем. Возможно размещение домкрата под передней или задней частью трактора, чтобы разъединить его на две части. При этом следует обращать внимание на безопасность и правильное распределение нагрузки.



Рис. 3. Приспособления из подручных средств

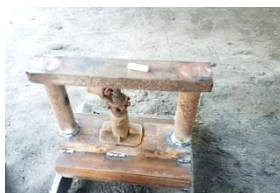


Рис. 4. Гидравлические домкраты

В некоторых случаях можно использовать специальные стойки и балки (рис. 5), предназначенные специально для разъединения тракторов. Они обеспечивают стабильную поддержку и позволяют безопасно провести раскатку.

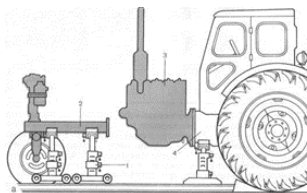


Рис. 5. Специализированные стойки и балки

При отсутствии доступа к специализированным инструментам, можно воспользоваться подручными материалами (рис. 6). Например, деревянные бруски, кирпичи или даже камни можно использовать в качестве подставок для разъединения трактора.

Одним из вариантов раскатки остовов тракторов может выступить рычажный механизм (рис. 7) из металлоконструкции. Преимуществом такой конструкции является освобожденное пространство вблизи обслуживаемого элемента конструкции трактора. Вместе с тем такая конструкция при вывешивании части трактора имеет смещенное направление оси действия вывешивающих сил и возможное зажатие валов и осей при раскатке.



Рис. 6. Подручные материалы



Рис. 7. Самодельные рычаги и тяги

**Заключение.** Практика применения различных конструкций устройств для раскатки остовов тракторов достаточно обширна и разнообразна. На наш взгляд наиболее целесообразно применение специализированных приспособлений, обеспечивающих надежность и качественное выполнение технологического процесса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства / В. В. Гусаров [и др.]. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – 322 с.
2. Совершенствование структуры парка сельскохозяйственных машин для реализации инновационных технологий растениеводства в Республике Беларусь / Н. Г. Бакач [и др.] // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве. – Минск: БГАТУ, 2019. – С. 263–267.
3. Хитрюк, В. А. Надежность и ремонт сельскохозяйственной техники. Выявление неисправностей в элементах систем зажигания двигателей при ремонте / В. А. Хитрюк, В. И. Коцуба. – Горки: БГСХА, 2020. – 40 с.

УДК 631.3

ШУМСКИЙ В. В.

**ОЦЕНКА НЕОБХОДИМЫМ РАЗРАБОТКИ КОНСТРУКЦИИ  
УСТРОЙСТВА ДЛЯ РАСКАТКИ ОСТОВОВ УНИВЕРСАЛЬНО-  
ПРОПАШНЫХ ТРАКТОРОВ В ОРГАНИЗАЦИИ АПК**

*Научный руководитель – ПУЗЕВИЧ В. В., ассистент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Необходимым условием разработки конструкции устройства для раскатки остовов универсально-пропашных тракторов является проведение глубокого анализа работы устройства, конструкций тележек для снятия коробок передач грузовых автомобилей и тракторов, отечественных и зарубежных производителей и разработанных патентов [1–4].

**Цель работы** – провести оценку целесообразности разработки конструкции устройства для раскатки остовов колесных тракторов в условиях сельскохозяйственной организации.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Проведение достоверной оценки качества технологического оборудования возможно только с учетом всей системы групп показателей качества. Для этого требуется разработка формальных правил проведения данной оценки.

В том случае, если определенные единичные показатели качества  $P_i$  могут быть выражены количественными значениями, то их можно соотнести с базовым показателем  $P_{i0}$ , который обычно отражает значение показателя качества оборудования, соответствующее современным требованиям и хорошо зарекомендовавшим себя на рынке. Если рост абсолютного значения показателя качества  $Y_i$  ведет к улучшению качества, то уровень качества данного оборудования выражается следующим отношением:

$$Y_i = \frac{P_i}{P_{i0}}. \quad (1)$$

где  $P_{i0}$  – базовый показатель: занимаемая площадь, грузоподъемность и пр. (см. табл.);

$P_i$  – единичный показатель качества.

Иначе, если при увеличении показателя ухудшается качество оборудования, то уровень качества определяется обратным отношением:

$$Y_i = \frac{P_{i0}}{P_i}. \quad (2)$$

Таким образом, улучшение качества всегда приводит к росту уровня качества по рассматриваемому показателю.

В качестве оцениваемых конструкций принимаем:

– устройство раскатки из гидравлического домкрата и сварной рамы ( $x_1$ );

– приспособления из подручных средств ( $x_2$ );

– гидравлические домкраты ( $x_3$ );

– специализированные стойки и балки ( $x_4$ );

– самодельные рычаги и тяги ( $x_5$ ).

Определяем показатели качества, характеризующие конструкцию устройства для раскатки остовов колесных тракторов в организациях АПК: занимаемая площадь в плане, грузоподъемность, максимальная высота подъема, масса устройства, стоимость (себестоимость), безопасность выполнения процесса, функциональные возможности.

Для выбранных показателей качества определяем  $Y_i$  и заносим в таблицу.

**Сравнительная характеристика аналогов**

Показатель	Модель сравниваемого оборудования				
	( $x_1$ )	( $x_2$ )	( $x_3$ )	( $x_4$ )	( $x_5$ )
Занимаемая площадь в плане, м <sup>2</sup> $P_{i0} = 0,44 \text{ м}^2$	0,58	0,58	0,27	0,94	0,9
$Y_i =$	0,47	0,47	1	0,29	0,3
Грузоподъемность, $P_{i0} = 2500 \text{ кг}$	2000	500	1500	2500	450
$Y_i =$	0,8	0,2	0,6	1	0,18
Максимальная высота подъема, мм $P_{i0} = 1500 \text{ мм}$	750	600	400	1500	1500
$Y_i =$	0,5	0,4	0,27	1	1
Масса оборудования, кг $P_{i0} = 15 \text{ кг}$	60	35	15	500	65
$Y_i =$	0,25	0,43	1	0,03	0,23
Стоимость, рублей $P_{i0} = 500 \text{ рублей}$	2100	500	1000	28000	650
$Y_i =$	0,24	1	0,5	0,018	0,77
Функциональные возможности $P_{i0} = 10 \text{ баллов}$	9	1	3	10	5
$Y_i =$	0,9	0,1	0,3	1	0,5
Безопасность процесса $P_{i0} = 10 \text{ баллов}$	9	1	6	10	1
$Y_i =$	0,9	0,1	0,6	1	0,1
Итого ( $\sum Y_i$ ):	3,15	2,59	3,67	3,34	2,98

Показатели функциональных возможностей устройства или приспособления, а также параметры безопасности выполнения процесса оценивали с учетом априорного ранжирования.

По данным таблицы видно, что наибольший суммарный показатель качества имеют гидравлические домкраты (показатель качества 3,67) и специализированные стойки и балки (показатель качества 3,34) для раскатки остовов тракторов. Также с небольшим отставанием (показатель качества 3,15) устройство раскатки из гидравлического домкрата и сварной рамы. Приведенные устройства имеют высокий функционал использования и хорошие эргономические показатели, а также достаточно высокий уровень безопасности выполнения процесса раскатки остова трактора. Из этого можно заключить, что в настоящее время в условиях организаций АПК при наличии квалифицированных инженерных кадров и специалистов ремонтно-обслуживающей базы целесообразно изготовления приспособления для раскатки остовов трактором выполненной по трем приведенным вариантам.

**Заключение.** Применение модернизированного оборудования, приспособлений, для проведения технического обслуживания сельскохозяйственной техники, позволит значительно улучшить условия труда специалистов в этой сфере обслуживания и повысить производительность труда, а также снизить затраты на ремонт техники и себестоимость выпускаемой продукции. Поэтому залогом исправного состояния техники является развитая ремонтно-обслуживающая база.

Разработку конструкции устройства для раскатки остовов универсально-пропашных тракторов в организации АПК целесообразно выполнять в виде устройства раскатки из гидравлического домкрата и сварной рамы гидравлического домкрата или специализированных стойки и балки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства / В. В. Гусаров [и др.]. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – 322 с.
2. Коцуба, В. И. Основы научных исследований. НИРС. Планирование и обработка результатов многофакторного эксперимента / В. И. Коцуба, И. И. Гаврилов, И. В. Гусаров. – Горки: БГСХА, 2019. – 14 с.
3. Черноиванов, В. И. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве / В. И. Черноиванов. – Москва-Челябинск, 2003. – 992 с.
4. Юдин, М. И. Организация ремонтно-обслуживающего производства в сельском хозяйстве / М. И. Юдин, Н. И. Стукопин, О. Г. Ширай. – Краснодар: КГАУ, 2004 – 267 с.

УДК 631.462.1

ЮЦОВ М. С.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПЕСКОСТРУЙНОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ МЕТАЛЛОВ**

*Научный руководитель – ЛЕВЧУК В. А., канд. техн. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,

Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Пескоструйная обработка металла – это технология, позволяющая с высокой эффективностью выполнять его очистку с помощью абразива. Ее можно также использовать для изделий и конструкций из любых других материалов. Такая обработка помогает очистить поверхности не только от различных загрязнений, но также от следов коррозии, масляных пятен, остатков формовочных смесей.

Стоимость выполнения пескоструйной обработки с каждым годом только снижается. Объясняется эта тенденция тем, что данная технология и пескоструйное оборудование постоянно совершенствуются и предполагают использование новых, более эффективных и безопасных расходных материалов [1, 4].

**Цель работы.** Проанализировать конструкции пескоструйных устройств для очистки металлов, позволяющих увеличивать производительность труда и повышать экономичность и уровень безопасности оборудования.

**Основная часть.** Пескоструйная очистка металлоконструкций и поверхностей из других материалов не теряет своей актуальности уже на протяжении длительного времени. Используя данный метод, выполняют качественную очистку не только металлоконструкций, которые необходимо подготовить к дальнейшему окрашиванию, но и фасадов зданий, элементы мостов и других конструкций.

Легкая очистка, для выполнения которой используется абразивный материал, предполагает, что с поверхности в процессе обработки удалены явные следы коррозии и отслоившаяся окалина. При поверхностном осмотре конструкции, подвергнутые обработке с такой степенью, выглядят относительно чистыми. Очистка средней степени предполагает более тщательную обработку поверхностей. После ее выполнения на достаточно чистых поверхностях все же можно обнаружить незначительные следы окисления и пятна коррозии. Глубокая пескоструйная обработка в полном соответствии со своим определением позволяет



идеально очистить поверхности от пятен и загрязнений различной природы.

Абразивно-струйная очистка позволяет не только удалить с различных поверхностей загрязнения, окалину и ржавчину, но и эффективно обезжирить их. Абразивно-струйная очистка является менее энергоемкой и более дешевой, чем другие технологии. Этот метод позволяет за короткий промежуток времени обработать поверхности с большой площадью [2].

Существует несколько разновидностей пескоструйных аппаратов, основным отличием которых является мощность и тип действия.

Пескоструйные аппараты емкостью 200 литров и более относятся к наиболее мощным устройствам, которые используют в профессиональном строительстве. Аппараты применяются, как правило, стационарно и используются для очистки большой площади.

Аппараты средней мощности, вмещающие от 50 до 140 литров материалов, могут непрерывно работать в течение 30 минут. Они довольно мобильные и не требуют мощного компрессора, что позволяет их использовать в небольших производствах.

Пескоструй небольшой мощности подходят для использования на любых объектах. Как правило, их емкость не превышает 30 литров, а время работы не отличается продолжительностью. Зато вес таких устройств небольшой, что позволяет проводить очистку на высоте и труднодоступных местах.

По типу действия аппараты подразделяются на напорные и инжекторные.

Основными видами пескоструйного оборудования являются установки следующих типов: инжекторный (эжекторный) пескоструй и напорный (нагнетательный) пескоструй.

Установки обоих видов имеют существенные конструктивные различия и достигают наибольшей результативности в различных сферах производства.

Основным отличием напорного пескоструйного оборудования от инжекторного является способ подачи абразивных материалов в рукав и сопло. В напорной установке воздушная масса и абразив под давлением подаются по одному рукаву. Кроме того, отличаются показатели скорости и давления. Аппарат напорного типа обладает значительно большей мощностью, нежели инжекторный агрегат. Поэтому, именно напорные пескоструи используются для больших поверхностей и бо-

лее глубокого очищения. Средняя производительность напорной установки составляет от 5 до 20 кв. метров в час.

В связи с воздействием на обрабатываемые частицы высокого давления, аппараты напорного типа в обязательном порядке оснащаются герметичными емкостями для абразива. Отличить внешне напорный дробеструйный аппарат от инжекторного можно с легкостью по единому объемному шлангу, по которому абразив вместе с воздухом подается от смесителя к соплу, а также задается форма струи и определяется направление движения дроби или песка.

Основной сферой применения напорных пескоструйных аппаратов являются масштабные очистные работы при строительстве или в обитаемых камерах в промышленности. Оборудование данного типа с легкостью устраняет массивные загрязнения, глубокую ржавчину, застарелые лакокрасочные покрытия и другие наслоения. При этом обработке подлежат как металлические конструкции, так и бетонные или состоящие из сплавов.

Высокой эффективности добиваются при использовании напорных установок при очищении конструкций мостов, строительных конструкций, в том числе фасадов, железнодорожных вагонов. Промышленные объекты также предусматривают пескоструйную очистку напорной установкой.

Напорный пескоструйный аппарат демонстрирует в работе высокие показатели производительности, поэтому очень быстро расходует абразив. Тщательно просчитывайте скорость расхода абразива в зависимости от диаметра сопла и мощности компрессора, и подбирайте соответствующий объем бака для абразива. Слишком маленький бак израсходуется менее, чем за 15 минут.

Конструктивная особенность инжекторной установки заключается в том, что подача воздуха и абразивного материала в соплодержатель осуществляется через разные рукава. Сам соплодержатель состоит из 2 сопел: воздушного и абразивного. После начала подачи воздушной массы по рукаву в момент разряжения между соплами начинается подсос абразивной смеси.

Отличается инжекторная установка и показателями мощности. Скорость, энергия и давление подачи абразива в инжекторном пескоструе значительно ниже, чем в аппарате напорного типа. Как следствие, сокращение объемов обработки и более низкая стоимость оборудования. Средняя производительность инжекторной пескоструйной

установки составляет от 1 до 3 кв. метров в час, что почти в 7 раз меньше, чем у напорной пескоструйной установки.

Инжекторный пескоструйный агрегат представляет собой устройство, внутри которого помещается абразивный материал, перемешивается там и под напором воздуха выталкивается через рукав и сопло-держатель наружу. Благодаря большой отталкивающей силе, частицы абразива, сталкиваясь с поверхностью, очищают ее от грязи, устаревших покрытий и ржавчины. Наиболее эффективна такая установка при обработке небольших поверхностей и малых, объемах работ [3].

Благодаря меньшему давлению, под которым подается абразив, инжекторные установки используются при деликатной обработке поверхностей. Например, при нанесении узоров, матировании стекла или зеркал, а также для обработки тонких листов металла или дерева

**Заключение.** При выборе способа очистки металла или подготовки перед окрашиванием, то пескоструйная обработка в большинстве случаев будет оптимальной. Благодаря высокой производительности и экономичности, пескоструйная обработка металла многие годы остается наиболее популярным методом очистки и подготовки перед нанесением защитных покрытий.

С развитием технологий совершенствуется ручной инструмент и появляются новые виды оборудования для очистки металлических поверхностей, возможно некоторые из них в будущем займут свою нишу и смогут конкурировать с пескоструйной очисткой. Однако, не стоит на месте и сама пескоструйная технология: появляются новые и совершенствуются старые технологические решения, позволяющие увеличивать производительность труда и повышать экономичность и уровень безопасности оборудования. Широкий выбор современных абразивов дает возможность подобрать оптимальные материалы для самых разнообразных задач.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Боровский, Г. В. Современные технологии обработки материалов / Г. В. Боровский. – Москва: Машиностроение, 2015. – 414 с.
2. Григорьев, С. Н. Высокоэффективные технологии обработки / С. Н. Григорьев. – Москва: Машиностроение, 2014. – 566 с.
3. Днестровский, Н. З. Краткий справочник по обработке цветных металлов и сплавов / Н. З. Днестровский, С. Н. Померанцев. – Москва: Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, 2014. – 216 с.
4. Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2024. – 253 с.

Секция. Тракторы, автомобили и машины  
для природообустройства

УДК 631.311.82

АНУФРЕЙЧУК Т. П.

**ПРИМЕНЕНИЕ БУЛЬДОЗЕРОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
И РЕМОНТЕ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ**

*Научный руководитель – КАЗАКОВ А. Л., канд. техн. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Бульдозеры являются одним из распространенных типов строительных машин, используемых для производства земляных работ в различных сферах строительства [4].

При эксплуатации мелиоративных систем возникает необходимость в разравнивании выносного грунта при очистке каналов, планировке бERM каналов, обратной засыпке шурфов при очистке и восстановлении дренажа, планировке поверхности грунта для обеспечения поверхностного стока, срезании кустарника и т. д. Как правило, перечисленные виды работ выполняют базовым отвалом, который имеет ограниченную функциональность. Для расширения сферы применения бульдозеров при восстановительных работах на мелиоративных системах возможно использовать конструкции, предлагаемые в патентных решениях по бульдозерному рабочему оборудованию различных авторов.

**Цель работы:** Обзор и анализ патентных решений бульдозерного рабочего оборудования, которое позволит расширить функционал бульдозера при эксплуатационно-ремонтных работах на мелиоративных системах.

**Материалы и методика исследований.** Для отбора применимых конструктивных решений бульдозерного оборудования нами использовался поиск и анализ патентов, проспектов производителей современной строительной техники, а также материалы выставок строительной техники. Нами предпочтительно отбирались решения, не требующие существенных изменений в конструкции бульдозерного оборудования, такие как быстросменные приспособления, устанавливаемые на бульдозерный отвал, либо дополнительное оборудование, используемое совместно с бульдозерным отвалом.

**Результаты исследования и их обсуждение.** В результате патентного поиска нами выявлены ряд подходящих конструкций бульдозерного рабочего оборудования [1–3]. Рассмотрим и проанализируем их особенности.

Бульдозерное оборудование по а. с. SU 1420120 А1 основной целью которого является повышение эргономических качеств оборудования (при использовании опорной лыжи возможно контролировать толщину срезаемой стружки грунта) [1].

Для расширения технологических возможностей бульдозера предложено бульдозерное оборудование по а. с. SU 1239222 А1 с двумя отвалами [2]. Основной целью данного патентного решения достигается за счет применения двойного отвала и возможности работы машины передним и задним ходом.

Также известно бульдозерное оборудование по а. с. SU 1647085 А1 основной целью которого является расширение эксплуатационных возможностей при работе на легких грунтах [3].

По нашему мнению, для ремонтно-эксплуатационных работ, выполняемых бульдозером, наиболее подходит рабочее оборудование по а. с. SU 1647085 А1. Такое рабочее оборудование, при соответствующем обосновании параметров, может быть использовано совместно с тракторами тягового класса 3–10 либо фронтальными погрузчиками.

**Заключение.** Рассмотренное рабочее оборудование бульдозера, является относительно простым по конструктивному исполнению и не требует кардинальных изменений существующих конструкций отвалов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бульдозерное оборудование: а. с. 1420120 А1 СССР, МПК Е 02F 3/76 / В. Ф. Амельченко, Л. В. Архипова; заявитель Сибирский автомобильно-дорожный институт им. В. В. Куйбышева, Омский институт инженеров железнодорожного транспорта – № 4152662/29-03; заявл. 26.11.1986; опубл. 30.08.1988 // Открытия. Изобретения. – 1988. – № 32.

2. Бульдозерное оборудование: а. с. 1239222 А1 СССР, МПК Е 02F 3/76 / В. А. Урих, В. Е. Щербаков, В. В. Беляев; заявитель В. А. Урих, В. Е. Щербаков, В. В. Беляев – № 3790824/29-03; заявл. 13.09.1984; опубл. 23.06.1986 // Открытия. Изобретения. – 1986. – № 23.

3. Бульдозерное оборудование: а. с. 1647085 А1 СССР, МПК Е 02F 3/76 / А. Б. Ермилов, М. А. Мирсадыков, В. В. Котов; заявитель Московский автомобильно-дорожный институт, Ташкентский автомобильно-дорожный институт – № 4411597/03; заявл. 10.03.1988; опубл. 07.05.1991 // Открытия. Изобрет. – 1991. – № 17.

4. Обеспечение охраны труда при проведении мелиоративных мероприятий / В. Н. Босак [и др.] // Тракторы, автомобили и машины для природообустройства. – Горки: БГСХА, 2018. – С. 99–100.

УДК 621.87.93

ЕРОЩЕНКО В. А.

## **ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОДНОКОВШОВЫХ ЭКСКАВАТОРОВ**

*Научный руководитель – РУБЕЦ С. Г., канд. техн. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,

Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Земляные работы по своему удельному весу в общих объемах строительных работ являются наиболее массовыми и трудоемкими, и поэтому с ними справиться ручными способами не представляется возможным [3]. При их выполнении крайне необходимы механизированные способы работ путем применения специальных машин. Наиболее распространенным видом землеройных машин являются одноковшовые гидравлические экскаваторы. Они служат для разработки грунтов I–IV категорий и разрыхленных мерзлых или скальных грунтов и перемещения их в отвал, или для погрузки в транспортные средства [2].

**Цель работы.** Учитывая большое число используемых в строительстве экскаваторов даже незначительное повышение их производительности, снижение стоимости, позволит получить существенный экономический эффект [1].

**Материалы и методика исследования.** В настоящее время, несмотря на разнообразие экскаваторов по назначению и виду выполняемых работ, проблемы, связанные с энергосбережением в процессе копания, остаются актуальными. Наряду с непрерывным ростом парка экскаваторов постоянно осуществляются качественные изменения их рабочего оборудования посредством создания и внедрения новых рациональных и технических решений [4].

Производительность машины в основном зависит от:

– конструкции машины (мощности двигателя, конструкции рабочего органа, скорости перемещения, системы управления, удобства ее обслуживания);

– производственных условий, которые могут быть общими для всех машин (тип сооружения, вид работы, атмосферные условия) и индивидуальными для отдельных машин (рельеф местности, группа грунта, высота забоя, дальность перемещения грунта и т. д.);

– организации и технологии производства работ (обеспечение машин фронтом работ, необходимыми материалами и т. д.).

**Результаты исследования и их обсуждение.** Повысить производительность машин можно за счет воздействия на все вышеперечисленные факторы, кроме конструкции машины.

Использование рабочих органов рациональных конструкций и параметров при эксплуатации одноковшовых экскаваторов может повысить производительность машин и оборудования для производства земляных работ, надежность и долговечность, снизить энергозатраты и себестоимость технологического процесса. Повышение эффективности одноковшовых экскаваторов заключается в модернизации технологического оборудования и совершенствовании технологических процессов.

Основной способ повышения производительности – увеличение коэффициента использования машины по времени. Оптимальное значение этого коэффициента – 0,9. Увеличение достигается обеспечением своевременного обслуживания, повышением квалификации рабочих, соблюдением трудовой дисциплины. Кроме того, для экскаваторов следует увеличивать коэффициент наполнения ковша. Для этого возможно осуществлять предварительное разрыхление грунта и повышение квалификации машинистов. Также для повышения производительности уменьшают время цикла для чего используют оптимальные схемы движения. Повышенная мощность и давление гидропривода обеспечивают значительное заглубление ковша в грунт, что дает возможность вести разработку грунта более толстыми пластами, тем самым повышать производительность экскаваторов.

**Заключение.** Повышению производительности экскаватора за счет снижения сопротивления копания способствует создание на поверхности отвала в зоне трения газовой смазки. Подача сжатого газа на поверхность рабочего органа, создающего воздушную подушку между грунтом и отвалом, существенно снижает силы сопротивления.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вавилов, А. В. Проектирование строительных и дорожных машин / А. В. Вавилов, А. А. Котлобай, А. Я. Котлобай. – Минск: БНТУ, 2013. – 392 с.
2. Довгяло, В. А. Машины для земляных работ / В. А. Довгяло, А. М. Щемелев, Ю. А. Шезбухов. – Гомель: БелГУТ, 2016. – 391 с.
3. Кудрявцев, А. Н. Безопасность труда при производстве земляных работ / А. Н. Кудрявцев, В. Н. Босак, А. С. Алексеенко // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2020. – Вып. 5. – С. 286–289.
4. Максименко, А. Н. Эксплуатация строительных и дорожных машин / А. Н. Максименко. – СПб.: БХВ-Петербург, 2015. – 400 с.

УДК 621.432.3

ЗАБОЛОТСКИХ Г. Э.

**СКОРОСТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАК СПОСОБ  
ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ  
ДИЗЕЛЯ НА БИОМИНЕРАЛЬНЫХ ТОПЛИВНЫХ СМЕСЯХ**

*Научный руководитель – ПЛОТНИКОВ С. А., доктор техн. наук, профессор  
ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»,  
Киров, Российская Федерация*

**Введение.** В последнее время большое внимание уделяется развитию альтернативных топлив для ДВС, включая его в ряд перспективных направлений для российской энергетики [1–7].

Среди представленных принципиальных типов ДВС в описанном ниже исследовании мы выделяем дизельные двигатели, поскольку их выгодно отличают от бензиновых большой КПД, ресурс, кроме того они устанавливаются на многие промышленные силовые агрегаты, такие как сельскохозяйственная техника, грузовой транспорт, генераторы больших мощностей, судовой транспорт и мн. др.

Возможность перевода автотракторного дизеля Д-245.5S2 на альтернативные смесевые топлива на базе ДТ с добавлением равных частей сурепного масла (СурМ) и этанола (Э) в разных концентрациях без существенных конструкторских изменений в конструкцию двигателя с возможностью сохранения эффективных показателей, а также снижению эмиссии вредных веществ в отработавших газах (ОГ) является основным направлением исследования.

Описываемые смеси получили название «биоминеральные топливные смеси» (БМТС). В ходе лабораторных испытаний удалось установить два типа БМТС: а) БМТС-10, состоящий из 10 % СурМ, 10 % Э и 80 % ДТ; б) БМТС-25, имеющий в своем составе увеличенное содержание биологического компонента: 25 % СурМ, 25 % Э и 50 % ДТ.

Данные смеси имеют близкие физико-химические свойства: плотность и кинематическую вязкость; также их отличает наибольшее время стабильности в сравнении с другими концентрациями компонентов.

В последующем БМТС были подвергнуты стендовым испытаниям на экспериментальной установке, состоящей из силового агрегата, представляющего собой дизель Д-245.5S2, оснащенный электродвигателем RAPIDO SAK N670 с балансировочной маятниковой машиной (производства Германия).



**Цель работы** - изучение характера и значений эффективных показателей дизельного двигателя при изменении скоростных режимов дизеля на номинальной нагрузке при использовании биоминеральных топливных смесей (БМТС) в сравнении с работой на ДТ.

**Материалы и методика исследования.** В качестве объекта исследования рассматриваются дизель Д-245.5S2, а также БМТС-10 и БМТС-25.

Проведение стендовых испытаний было реализовано на экспериментальной установке, состоящей из дизельного двигателя Д-245.5S2 и связанного с ним через маховик коленчатого вала ротором электро- тормозного устройства RAPIDO SAK N670 с балансировочной маятниковой машиной (производства Германии). Регулировка подачи топлива осуществлялась с помощью рычага управления регулятором через рейку ТНВД ЯЗДА-773-40.28.

Для фиксации показателей использовалось измерительное оборудование: тахометр AVL DISpeed492, расходомер АИР-50, весовой механизм SAK-N670.

В ходе проведенных исследований был определен характер изменения и значения эффективных показателей дизеля при изменении частоты вращения КВ при работе на БМТС в сравнении с работой на чистом ДТ. Руководствуясь ГОСТ 18509-88 «Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний».

**Результаты исследования и их обсуждение.** Анализ результатов исследования указывает на то, что с увеличением частоты вращения коленчатого вала (КВ) до номинального значения происходит увеличение часового расхода дизеля в связи с тем, что происходит рост циклов за временной промежутки. Обратную динамику имеют значения крутящего момента  $M_k$ , эффективной мощности  $N_e$  и эффективного КПД  $\eta_e$ , они стремятся к нулю, а удельный эффективный расход  $g_e$ , напротив, возрастает до бесконечности.

Максимальное значение крутящего момента достигается при частоте вращения  $n = 1400 \text{ мин}^{-1}$  и составляет:  $M_{k(ДТ)} = 401 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ,  $M_{k(БМТС)} = 388 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ,  $M_{k(ДТ)} = 375 \text{ Н}\cdot\text{м}$ . Данное обстоятельство говорит о том, что данная частота вращения КВ является частотой при максимальном крутящем моменте для Д-245.5S2.

Постепенный рост увеличения часового расхода исследуемых топлив наблюдается в диапазоне частот от  $n = 1400 \dots 1800 \text{ мин}^{-1}$ . При увеличении частоты вращения выше номинальной  $n > 1800 \text{ мин}^{-1}$  происходит постепенное снижение подачи топлива до значений, обеспечи-

вающих работу двигателя без нагрузки. Рост значений удельного эффективного расхода при увеличении содержания биологической составляющей замечен во всем диапазоне частот.

Эффективный КПД имеет тенденцию к увеличению, что связано с повышением частоты вращения КВ. Частота при максимальном крутящем моменте показывает следующие значения эффективного КПД:  $\eta_{e(ДТ)} = 33,2 \%$ ,  $\eta_{e(БМТС-10)} = 31,7 \%$ ,  $\eta_{e(БМТС-25)} = 30,5 \%$ .

Имеет место снижение эффективной мощности в режиме номинальной частоты вращения из-за увеличения циклового расхода топлива:  $N_{e(ДТ)} = 68,8$  кВт,  $N_{e(БМТС-10)} = 68,3$  кВт,  $N_{e(БМТС-25)} = 68,1$  кВт. Указанные показатели, при этом, соответствуют паспортному значению данного дизеля при номинальной частоте вращения коленчатого вала  $N_e = 70 \pm 2$  кВт.

**Заключение.** При работе дизеля на БМТС практически не изменяются эффективные показатели в сравнении с ДТ. При работе на БМТС наблюдается снижение часового расхода ДТ во всем диапазоне частот. Удельный эффективный расход топлива снижается с уменьшением частоты вращения КВ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние применения сжиженного углеводородного газа на регулировки, рабочий процесс и тепловыделение тракторного дизельного двигателя / П. Ю. Малышкин, А. Н. Карташевич, С. А. Плотников, Г. Э. Заболотских // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2023. – № 6. – С. 89–98.
2. Исследование свойств новых топлив для автотракторной техники / С. А. Плотников, Г. Э. Заболотских, П. Я. Кантор, М. Н. Втюрина // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2022. – Т. 14, №1. – С. 117–125.
3. Исследование тепловыделения в дизеле при работе на газовом топливе / П. Ю. Малышкин, А. Н. Карташевич, С. А. Плотников, Г. Э. Заболотских // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2023. – № 8. – С. 117–125.
4. Карташевич, А. Н. Влияние нагрузки при работе дизеля на биоминеральных топливных смесях / А. Н. Карташевич, С. А. Плотников, Г. Э. Заболотских // Вестник транспорта Поволжья. – 2023. – № 2. – С. 104–109.
5. Карташевич, А. Н. Применение методики планирования эксперимента в исследованиях свойств биотоплив / А. Н. Карташевич, С. А. Плотников // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 200–207.
6. Кульчицкий, А. Р. О новых требованиях к экологическим показателям сельскохозяйственных тракторов в таможенном союзе // Тракторы и сельхозмашины. – 2022. – Т. 89, № 3. – С. 167–174.
7. Плотников, С. А. Исследование составов и способов подачи новых топлив с добавками сурепного масла в дизель / С. А. Плотников, А. Н. Карташевич, Г. Э. Заболотских // Инженерные технологии и системы. – 2023. – Т. 33, № 1. – С. 100–113.

УДК 621.432.2

ЗЫКОВ Е. Г.

## **АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ УЛУЧШЕНИЯ ПУСКОВЫХ СВОЙСТВ ТОПЛИВА В ДИЗЕЛЕ**

*Научный руководитель – ПЛОТНИКОВ С. А., доктор техн. наук, профессор  
ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»,  
Киров, Российская Федерация*

**Введение.** Техника для сельского хозяйства объединяет обширный пласт устройств: как механических, так и полностью автоматических. Их используют агропромышленные предприятия, фермеры и другие участники рынка. Главные задачи агрегатов в данной сфере – ускорение, упрощение и увеличение эффективности различных процессов: посадки семян, сбора урожая, обработки почвы и т. д. Современные машины для сельского хозяйства отличаются универсальностью, повышенной мощностью и внедрением автоматики.

Для улучшения пусковых свойств топлива производители ДВС используют следующие мероприятия:

1. Средства подогрева воздуха на впуске: свечи подогрева впускного воздуха, электрофакельные подогреватели.
2. Средства колоризаторного воспламенения топлива: свечи накаливания.
3. Пусковые приспособления для впрыскивания легковоспламеняющихся пусковых жидкостей.
4. Средства улучшения пусковых качеств дизеля: декомпрессионный механизм, устройства, изменяющие степень сжатия, фазы газораспределения и угол опережения подачи топлива при пуске.
5. Пусковые устройства повышенной мощности: пусковые двигатели, устройства для подачи сжатого воздуха в цилиндры, патроны, молекулярные накопители энергии, электростартеры повышенной мощности и внешние источники электроэнергии.

**Цель работы** – ученые кафедры «Технология машиностроения» Вятского государственного университета (ВятГУ) прорабатывают вопрос о модернизации сельскохозяйственной техники, а именно улучшение пусковых свойств автотракторного дизеля путем подогрева топлива [1–4].

**Материалы и методика исследования.** Была собрана экспериментальная установка, позволяющая производить индуктивный нагрев топлива, проходящего через топливные трубки, непосредственно пе-

ред впрыскиванием в цилиндры двигателя, тем самым термически активировать используемые топлива (рисунок).

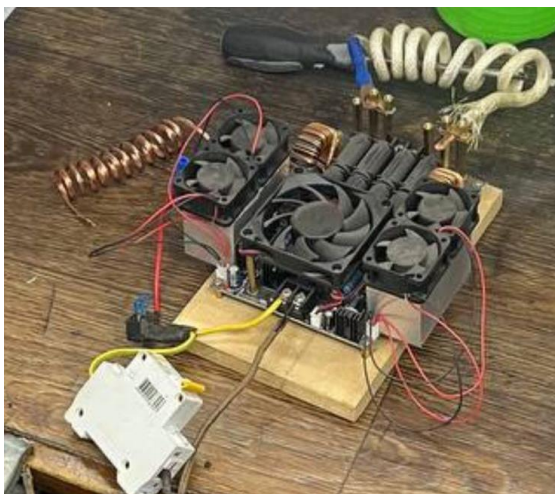


Рис. Индукционная установка для термического активирования топлива

**Заключение.** Дизель, даже современный менее зависим, чем искровой двигатель от размера потребления энергии вырабатываемой штатным электрогенератором. Соответственно избыток вырабатываемой энергии целесообразно использовать для подогрева жидкого топлива до температуры не выше 300°C в топливопроводах, исходя из свойств ДТ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Карташевич, А. Н. Оценка регулировочных показателей дизеля при высокотемпературном воздействии на ДТ / А. Н. Карташевич, С. А. Плотников, М. В. Мотовилова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2019. – Т. 4, № 44. – С. 131–136.
2. Плотников, С. А. Исследование экологических характеристик дизеля при работе на активированном топливе / С. А. Плотников, А. Н. Карташевич, М. В. Мотовилова // Известия МГТУ МАМИ. – 2021. – №1 (47). – С. 54–62.
3. Плотников, С. А. Исследование эффективных показателей тракторного дизеля при работе на активированном топливе / С. А. Плотников, А. Н. Карташевич, М. В. Мотовилова // Труды НГТУ им. Р. Е. Алексеева. – 2019. – №. 4 (127). – С. 179–186.
4. Плотников, С. А. Расчет характеристик впрыскивания при работе дизеля на активированном топливе / С. А. Плотников, П. Я. Кантор, М. В. Мотовилова // Двигателестроение. – 2020. – №. 2 (280). – С. 19–23.

УДК 621.892

ИЗАМОВ Ж. А., САНАМОВ О. О.

## **УВЕЛИЧЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ГАЗОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

*Научный руководитель – ФАЙЗУЛЛАЕВ И. М., ст. преподаватель*  
Каршинский инженерно-экономический институт,  
Карши, Узбекистан

**Введение.** Одной из важнейших составных частей процесса старения моторных масел, во многом определяющей работоспособность последних, является срабатываемость присадок, содержащихся в масле. Изменение концентрации, строения и эффективности присадок: три элемента одного общего явления, характеризуемого термином «срабатываемость». В связи с этим под срабатываемостью присадок к моторным маслам следует понимать уменьшение их концентрации в масле и потерю эффективности в результате разложения, взаимодействие с продуктами старения топлива и окисления масла, фильтрующими элементами деталями двигателя, соприкасающимися с маслом [1, 2]. Рассмотрим некоторые закономерности уменьшения концентрации моющих присадок в моторных маслах.

**Материалы и методика исследования.** Концентрация присадок в масле уменьшается неравномерно по времени: в первые часы работы двигателя этот процесс протекает особенно интенсивно, а в последующем постепенно затухает. Это объясняется тем, что в начальный период работы двигателя имеет место активное взаимодействие присадки с поверхностью его деталей, смазываемых маслом. Например, при работе двигателя в обогащенной кислородом атмосфере уменьшения концентрации моющих присадки в первые часы работы двигателя особенно значительно.

Большое влияние на уменьшение концентрации присадок при работе двигателя оказывает взаимодействие масла с продуктами сгорания топлива, прорывающими из камеры сгорания в картер; в результате этого щелочное число существенно изменяется. В этом случае первостепенное значение имеет разложение присадок под действием высокой температуры и нейтрализация щелочными присадками сильных кислот, в частности серной кислоты, образующейся в результате конденсации продуктов сгорания сернистых топлив. С увеличением содержания серы в топливе уменьшение концентрации щелочных присадок значительно интенсифицируется.

Адсорбируясь на продуктах окисления и загрязнения масла, моющие присадки расходуется также при удалении этих продуктов фильтрами и центробежными очистителями. Первоначальная концентрация моющей присадки в масле не оказывает влияние на интенсивность его уменьшения при работе двигателя. Высокая исходная щелочность масла еще не свидетельствует о его нейтрализующей способности. В связи с этим большое внимание уделяется приданию присадкам способности длительное время сохранять нейтрализующие свойства, что особенно важно для масел, предназначенных для длительной работы в двигателе.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Известно, что при тщательно подобранном сочетании моюще-диспергирующих присадок в моторных маслах можно добиться менее интенсивной срабатываемости этих присадок по щелочности, в частности, использование моторных маслах, наряду с металлосодержащими моющими присадками, беззольных дисперсантов, обладающих эффективным солюбилизирующим действием, позволяет существенно снизить скорость срабатывания щелочных присадок.

Установлено что моюще-диспергирующие присадки более устойчивы к структурным изменениям, чем ингибиторы окисления. Тем не менее в определенных сочетаниях последнее могут оказать благотворное влияние на устойчивость моюще-диспергирующих присадок к структурным изменениям при высокой температуре.

Особенный интерес представляют случаи, когда присадки, используемые в композиции, добавляемой к моторному маслу, влияют друг на друга, замедляя процессы деструкции каждой из них, а также повышая эффективность действия композиции в целом.

Существует мнение, что разложение присадок при работе масла в двигателе, основная причина потери их эффективности. Не умаляя значение этого фактора и его роли в процессе срабатываемости присадок в моторных маслах, отметим, что наблюдается и такие случаи, когда некоторые из продуктов, образующихся при разложении присадок под действием высоких температур в двигателе, являются основными носителями функциональных свойств, присущих той или иной присадке. Наиболее часто такие факторы наблюдаются при использовании противоизносных, противозадирных и антифрикционных присадок.

Сказанное является дополнительным свидетельством сложности процессов служащих причиной срабатывания присадок в моторных маслах и сопровождающих его. Несмотря на это, предпринимаются

попытки моделировать хотя бы частично, основные стадии процесса срабатывания присадок. При этом большое значение придается прогнозированию устойчивости присадок и их композиций против воздействия сильных кислот (в частности серной) и способности нейтрализовать последние, сохранит по возможности больший запас нейтрализующих свойств.

Для характеристики изменения эффективности действия моющих присадок при работе масла в двигателе определяет не только щелочное число масла, но и дисперсность нерастворимых примесей. По мере накопления в масле нерастворимых продуктов окисления и загрязнения, последующего их изменения под действием высоких температур, а также в связи с уменьшением концентрации моющей присадки в процессе работы двигателя дисперсность продуктов загрязнения масла уменьшается, они коагулируют, выпадают в осадок, забивают фильтрующие элементы. Это происходит из-за потери моющей присадкой диспергирующе-стабилизирующих свойств.

Считается, что в высококачественных моторных маслах к сроку их замены может содержаться около 6 % нерастворимых продуктов; моющее-диспергирующие присадки, добавляемые к моторным маслам, удерживают эти продукты в мелкодисперсном состоянии.

**Заключение.** При эксплуатации газовых двигателей процесс старения масла протекает медленно чем, при использовании дизельного топлива. Однако в составе газообразных топлив содержание серы больше чем, у дизельных топлив. Это явление влияет на повышение кислотного числа масла, что приводит к уменьшению щелочного числа. Существует много способов определения срабатываемости присадок, в результате срабатываемости присадок увеличится темп износа деталей двигателя. К срабатываемости присадок и влиянию срабатываемости к эксплуатационным свойствам моторных масел посвящено много работ. Самым перспективным способом поддержания состояния масла в нужном уровне является непрерывный ввод присадки в масла. Для этого необходимо разработать мероприятия по вводу присадок и знать, именно каких присадок требуется ввести в состав масла во время эксплуатации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Веньцель, С. В. Применение смазочных масел в двигателях внутреннего сгорания. – Москва: Химия, 1985.
2. Григорьев, М. А. Качества моторного масла и надежность двигателей / М. А. Григорьев, Б. М. Бунаков, В. А. Долицкий. – Москва, 1981 – 39 с.

УДК 621.879

КУРЛОВИЧ Е. В.

**ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ К ЭКСКАВАТОРУ ЭО-3223 ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МЕРЗЛЫХ И ПРОЧНЫХ ГРУНТОВ**

*Научный руководитель – СЕНТЮРОВ Н. С., ст. преподаватель*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Земляные работы являются составной частью строительства большинства инженерных сооружений. Машины для земляных работ являются одними из основных видов машин, с помощью которых осуществляется комплексная механизация в строительстве, на открытых разработках полезных ископаемых, при разработке строительных материалов, в черной и цветной металлургии, угольной промышленности, мелиорации сельского хозяйства и других отраслях. Около половины земляных работ в различных отраслях выполняют одноковшовыми гидравлическими экскаваторами [1, 2].

Трудоемкость извлечения мерзлого грунта крайне велика по причине его значительной механической прочности. К тому же замерзшее состояние грунта осложняет задачу по его выемке из-за невозможности задействования некоторых типов землеройных и землеройно-транспортных машин, снижению производительности и ускоренному износу рабочих частей оборудования. И все же одним достоинством мерзлый грунт обладает – рыть котлованы в нем можно без устройства откосов [3, 4].

**Цель работы.** При разработке мерзлых и прочных грунтов рабочее оборудование гидравлических одноковшовых экскаваторов часто выходит из строя, поэтому для повышения его производительности необходима модернизация.

**Материалы и методика исследований.** Анализ технической информации о новых научных исследованиях, технических предложениях, конструкциях и патентных решениях в области проектировании, создания и внедрения экскаваторов показывает, что в настоящее время нет рациональной конструкции рабочего оборудования одноковшового экскаватора, удовлетворяющего мелиоративному строительству.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Повышение производительности рабочего оборудования, является одной из основных задач



при создании новой машины, согласно современным требованиям, предъявляемым к гидравлическим одноковшовым экскаваторам.

Существует множество способов модернизации рабочего оборудования одноковшового гидравлического экскаватора. Нами проанализированы различные модернизации рабочего оборудования экскаватора, направленные на повышения производительности [5–9].

Рассмотренные конструкции рабочего оборудования для экскаватора ЭО-3223 имеют ряд недостатков, таких как: не удовлетворительная эффективность разработки мерзлых и прочных грунтов, сложность конструкции и металлоемкость. Эти недостатки в некоторой степени можно устранить применением конструкции рабочего оборудования по а. с. №1067156 [10]. Конструкция направлена на повышение производительности, которая достигается тем, что в рабочем оборудовании гидравлического экскаватора элементы поперечной фиксации рыхлительной стойки выполнены из смонтированных на стойке гидроцилиндров с двухсторонними штоками, из закрепленных на рукояти кронштейнов с отверстиями и из выполненных в боковых стенках ковша отверстий, при этом отверстия в боковых стенках ковша и кронштейнах расположены с возможностью совмещения их осей с осями штоков гидроцилиндров при крайних нерабочих положениях ковша и рыхлительной стойки. Конструкция рабочего оборудования представлена на рисунке.

Конструкция работает следующим образом. На рукояти 1 закреплены ковш 2 и рыхлительная стойка 3 с наконечником 4. Для соединения рыхлительной стойки 3 с рукоятью 1 на последней закреплены кронштейны 5 с отверстиями 6, а на нижней стороне стойки 3, обращенной к ковшу 2, закреплена вилка 7. На концах вилки 7 жестко укреплены корпуса гидроцилиндров 8, поршни 9 которых с обеих сторон оснащены штоками 10 и 11. С одной стороны, поршни 9 подпружинены пружинами 12, а с другой стороны внутренние полости корпусов гидроцилиндров 8 соединены трубопроводами 13 с системой управления. На рыхлительной стойке 3, снизу укреплен поперечный брус 14, для ее опоры на центральные зубья ковша 2. В отверстия 15 в боковых стенках верхнего пояса ковша 2 запрессованы втулки 16 под штоки 10. Ковш 2 посредством тяги 12 и рычага 18 связан с штоком 19 гидроцилиндра 20.



тельная стойка 3 отсоединяется от ковша 2 и соединяется с кронштейнами 5 рукояти 1.

**Заключение.** Применение выбранной конструкции рабочего оборудования одноковшового гидравлического экскаватора ЭО-3223 позволяет механизировать работы по смене рабочего оборудования без остановки машины и выхода оператора из кабины, а также улучшить условия работы оператора и повысить производительность экскаватора при разработке мерзлых грунтов поочередным рыхлением и копаньем.

Дальнейшее обоснование параметров профилировочного ковша, тяговые и статические расчеты экскаватора по существующей методике, будут выполнены нами в работе над дипломным проектом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рубец, С. Г. Машины для земляных работ / С. Г. Рубец, Е. И. Мажугин. – Горки: БГСХА, 2021. – 101 с.
2. Максименко, А. Н. Эксплуатация строительных и дорожных машин / А. Н. Максименко. – СПб.: БХВ-Петербург, 2015. – 400 с.
3. Рябов, Г. А. Мелиоративные и строительные машины / Г. А. Рябов, И. И. Мер, Г. Т. Прудников. – Москва: Колос, 1976. – 360 с.
4. Дроздов, Д. П. Обоснование конструкции модернизированного рабочего органа экскаватора ЕТ-14 для разработки мерзлых и прочных грунтов / Д. П. Дроздов, О. А. Шутова, Н. С. Сентюров // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 3–6.
5. Пат. SU 1043271 СССР, МПК E02F 3/28, E02F 5/30. Рабочее оборудование одноковшового экскаватора / Ю. Г. Юркин, В. П. Еремин; заявлен 1982-02-05; опубликован 1983-09-23, Бюл. № 35. – 2 с.
6. Пат. SU 1514877 СССР, МПК E02F 3/42(2006.01), E02F 3/28(2006.01). Рабочее оборудование гидравлического экскаватора / Л. А. Хмара, С. В. Шатов, В. И. Баловнев, Б. Н. Ладьженский, В. И. Курочка, № 4357633; заявлен 1988-01-04; опубликован 1989-10-15, Бюл. №38. – 5 с.
7. Пат. 2130528 РФ МПК E02F 3/40(1995.01). Рабочее оборудование гидравлического экскаватора / Ю. М. Гаврилов, Е. В. Курилов, Е. В. Гринев, № 97110488/03; заявлен 19.06.19997; опубл. 20.05.1999, Бюл. № 78. – 2 с.
8. Пат. SU 1294924 СССР, МПК E02F3/38. Рабочее оборудование одноковшового экскаватора / Ю. Г. Юркин, В. А. Партолога, В. П. Еремин, №3916543; заявлен 07.01.1975; опубликован 15.02.1979, Бюл. № 87. – 3 с.
9. Пат. SU1460124 СССР МПК E02F3/38. Рабочее оборудование одноковшового гидравлического экскаватора / И. А. Пятак, Б. А. Гречинников, А. А. Зайденберг, №4141680; заявлен 07.08.1986; опубликован 23.02.1989, Бюл. № 53. – 4 с.
10. Пат. SU1067156 СССР МПК E02F 3/28(2006.01), E02F 5/30(2006.01). Рабочее оборудование гидравлического экскаватора / А. С. Шипилов, В. К. Тимошенко, В. И. Прокофьев, № 3496498; заявлен 12.10.1982; опубликован 15.01.1984, Бюл. № 2. – 4 с.

МИРОНОВИЧ А. В.

**ПРИМЕНЕНИЕ БУЛЬДОЗЕРА «БЕЛАРУС 1502-01»  
С САМООЧИСТКОЙ ОТВАЛА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ  
РАБОТ В МЕЛИОРАТИВНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

*Научный руководитель – КАЗАКОВ А. Л., канд. техн. наук, доцент*  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Для выполнения землеройно-транспортных работ используют бульдозеры – строительные машины, состоящие из базового трактора с навешенным на нем бульдозерным отвалом. При работе бульдозера, его рабочий цикл включает в себя следующие операции: резание грунта с накоплением его перед отвалом, перемещение грунта с подрезанием, отсыпка в тело земляного сооружения, обратный холостой ход.

Конструктивное исполнение бульдозерного отвала, его форма и размеры влияют на размеры призмы грунта перед ним, и определяют производительность бульдозера [1–4].

Спецификой мелиоративного строительства является работа с легкими и влажными грунтами, например, разравнивание грунта, извлеченного каналоочистителем из русла канала, срезание и планировка грунта для организации поверхностного стока воды в канал, выравнивание грунта по линии движения дренаукладчика, обратная засыпка дренажных траншей. При проведении подобных работ желательно иметь конструкцию бульдозерного отвала с возможностью увеличения и уменьшения объема перемещаемой призмы волочения, а также с возможностью самоочистки от налипающего грунта.

**Цель работы.** Целью работы служит необходимость обоснования и описания возможных схем работы в мелиоративном строительстве бульдозера «БЕЛАРУС 1502-01» с модернизированным рабочим органом.

**Материалы и методика исследования.** Исходя из технологии выполняемых бульдозерных работ, параметров предложенного рабочего органа – бульдозерный отвал с самоочисткой, параметров объектов мелиоративного строительства, нами представлены и описаны возможные схемы работы бульдозера.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Нами обосновано применение конструкции бульдозерного оборудования с самоочисткой для бульдозера «БЕЛАРУС 1502-01» [3].

Данная машина выпускается Мозырским машиностроительным заводом на базе трактора «БЕЛАРУС 1502» и является одной из наиболее распространенных в машинно-тракторном парке мелиоративно-строительных организаций.

Для увеличения производительности бульдозера на легких грунтах в предложенном нами рабочем органе имеется возможность увеличения высоты основного отвала посредством перемещения по нему подвижного скребка. Скребок поднимается в верхнее положение и служит вспомогательным отвалом, увеличивая общую рабочую площадь бульдозерного отвала, а, следовательно, и объем перемещаемого грунта. При разработке влажных и липких грунтов, при перемещении скребка вниз по лобовому листу, производится очистка последнего от налипшего грунта.

Необходимость увеличения высоты отвала появляется при обратной засыпке дренажных траншей (рис. 1), когда бульдозер за один проход, двигаясь по челночной схеме (рис. 1, а), захватывает кавальер отвалом на всю его ширину  $B_{отв}$ . Высота отвала  $H_{от}$  при этом подстраивается под необходимую высоту кавальера  $H_{кав}$  (рис. 1, б).

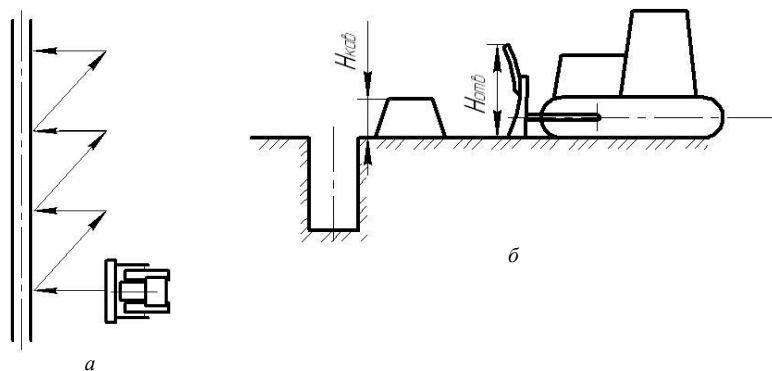


Рис. 1. Схема работы бульдозера с модернизированным рабочим органом при обратной засыпке дренажных траншей

Возможность самоочистки отвала реализуется при разравнивании выносного грунта при очистке каналов. Наносы в канале распределены неравномерно, поэтому объем грунта, удаляемый из канала ковшовым

каналоочистителем, также неравномерно укладывается на берме канала. Для того, чтобы не нарушался организованный поверхностный сток в канал необходимо убрать выносной грунт с бермы, при этом не повреждая растительный покров. Для этого предлагается не распределять грунт по всей берме, а собирать его за один, или несколько проходов с возможностью перемещения на определенное расстояние и последующей отсыпкой в имеющиеся естественные понижения рельефа (рис. 2).

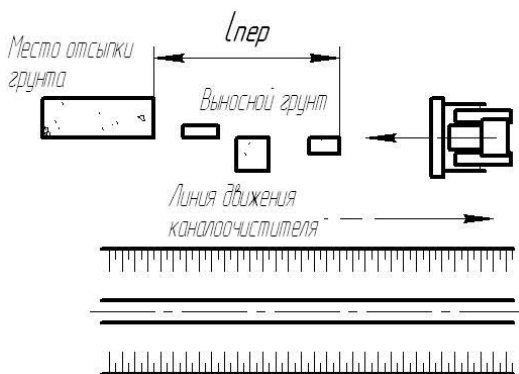


Рис. 2. Схема работы бульдозера с модернизированным рабочим органом при перемещении и отсыпке выносного грунта

**Заключение.** Предложенные схемы выполнения работ бульдозером «БЕЛАРУС 1502-01» оснащенного отвалом с самоочисткой позволят расширить его технологические возможности, повысить производительность и качество выполнения работ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства / В. В. Гусаров [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 94 с.
2. Казаков, А. Л. Землеройно-транспортные машины / А. Л. Казаков, С. Г. Рубец, С. Н. Сентюров. – Горки: БГСХА, 2020. – 40 с.
3. Миронович, А. В. Обоснование параметров бульдозерного отвала с самоочисткой к бульдозеру Беларусь 1502-01 / А. В. Миронович, А. Л. Казаков // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 29–31.
4. Мотянко, В. Д. Обоснование конструкции планировочного отвала к бульдозеру Беларусь 1502-01 / В. Д. Мотянко, А. Л. Казаков // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 33–35.

НОВОКШАНОВ Ф. А.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДЫ НА ВПУСКЕ В ДИЗЕЛЬНОМ ДВИГАТЕЛЕ**

*Научный руководитель – БИРЮКОВ А. Л., канд. техн. наук, доцент*

Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени  
Н. В. Верещагина, Вологда, Российская Федерация

Одним из способов повышения топливной экономичности двигателей внутреннего сгорания является использование воды в качестве добавки к углеводородному топливу [1–6].

Первый патент на использование воды в качестве добавки к основному топливу в двигателях внутреннего сгорания был получен более века назад родоначальником карбюраторного двигателя Н. Отто в 30-е годы прошлого века воду, как добавку к топливу, использовали для подавления детонации и для уменьшения тепловой напряженности авиационных двигателей. Испытания по впрыску воды непосредственно в цилиндр малоразмерного двигателя, проводимые в Центральном институте авиационного машиностроения (1936), показали значительный антидетонационный эффект воды и возможность увеличения наддува, а, следовательно, и мощности двигателя.

С конца 1941 года в СССР в опытах на одноцилиндровой установке и на целых моторах была установлена полная возможность и целесообразность применения впрыска воды как средства подавления детонации и повышения мощности моторов. В 1942 г. была разработана и применена при летных испытаниях вполне надежно работавшая система впрыска для авиационных моторов.

Любопытно, что в описании впрыска воды в авиационные двигатели в своей книге Н. Ф. Кайдаш опирается на факт применения воды для устранения перегрева тракторных керосиновых двигателей и повышения их мощности. Положительное влияние присутствия воды в камере сгорания обусловлено высокой теплоёмкостью воды. Капли испаряющейся в цилиндре воды, охлаждают его. Образующийся при этом пар, увеличивает давление в цилиндре, действует как антидетонатор и очищает полости камеры сгорания от нагара. В совокупности устраняются нежелательные критические точки.

В конце XX века и начале XXI века интерес к водной инъекции проявился вновь. Способствовало этому развитие микропроцессорной техники, позволяющей управлять рабочими процессами в ДВС.

На сегодняшний день известны следующие способы добавления воды к углеводородному топливу:

- 1) нерегулируемая подача неизменного количества воды, независимо от режима работы двигателя;
- 2) регулируемая подача воды, обеспечивающая ее определенную долю в топливной смеси;
- 3) регулируемая подача воды в соответствии с режимом работы двигателя;
- 4) использование водотопливных эмульсий (ВТЭ).

Исходя из результатов исследований ученых НИИАТ (Научно-исследовательского института автомобильного транспорта) для реального использования эмульгированного топлива требуется решение некоторых конструкторских задач:

- разработка относительно эффективной и надежной методики синтеза эмульгированного с водой топлива;
- разработка формул эффективных эмульгаторов, способных понижать поверхностное натяжение и создавать стабильные топливные эмульсии;
- разработка фильтров тонкой очистки от механических примесей эмульсий топлив;
- недопущение снижения надежности двигателей внутреннего сгорания и их узлов при переводе их на ВТЭ.

Другим эффективным способом подачи воды в ДВС является впрыск воды во впускной коллектор двигателя или непосредственно в цилиндры двигателя. Этот способ, по сравнению с использованием водных эмульсий, очень прост, надежен и обеспечивает регулируемую подачу воды для многих режимов работы двигателя в условиях, более чувствительных к качеству свежего заряда.

В настоящее время механизм действия воды на процесс сгорания в двигателе изучен далеко не полностью. Известно, что вне зависимости от способа добавления воды к топливу (впрыск в цилиндры или впускную систему, применение в виде водотопливной эмульсии), отмечается снижение содержания окислов азота на 8–10 % на каждые 10 % добавляемой воды и значительный антидетонационный эффект.

По мнению некоторых исследователей, уменьшение детонации при добавлении воды к топливу исходит из трех причин:

- охлаждения заряда рабочей смеси;
- охлаждения деталей камеры сгорания;



– действия водяного пара как инертной среды, регулирующей процесс сгорания.

Применительно к дизельным двигателям отмечается, что обводненное дизельное топливо характеризуется пониженным цетановым числом и большим периодом задержки воспламенения. Однако наличие «микровзрывов» капель эмульсии и воздействие воды на сгорание приводят к интенсификации тепловыделения, к сокращению продолжительности сгорания и к снижению расхода топлива. Удельный расход топлива может быть снижен на 2–6 %. В результате влияния водяных паров на процесс газификации углерода уменьшается дымность обработавших газов.

Очевидно, что резервы применения воды, как добавки к топливу, для ДВС зависят от особенностей конструкции конкретного двигателя. Рабочие процессы до конца не изучены. Несмотря на обилие исследований, до сих пор нет достоверного анализа результатов проведенных экспериментов.

Реализация исследований в данном направлении будет способствовать развитию уже имеющихся в эксплуатации дизелей. Следовательно, данное направление является актуальной научной проблемой.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Альтернативные виды топлива для двигателей / А. Н. Карташевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2013. – 376 с.
2. Арбузова, А. А. Обзор основных моторных альтернативных видов топлива / А. А. Арбузова, А. Л. Бирюков, П. Ю. Малышкин // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 254–258.
3. Карташевич, А. Н. Определение экономической эффективности системы защиты топливной аппаратуры дизелей от воды / А. Н. Карташевич, А. Е. Кондраль // Актуальные проблемы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2001. – С. 103–109.
4. Новокшанов, Ф. А. Исследование мощностных показателей дизельного двигателя при работе на рапсовом масле с подачей воды на впуске / Ф. А. Новокшанов, А. Л. Бирюков, П. Ю. Малышкин // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – Вып. 8. – С. 306–309.
5. Плотников, С. А. Разработка систем питания дизеля нетрадиционными топливами / С. А. Плотников, А. Н. Карташевич // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 299–304.
6. Разработка технологий применения нетрадиционных топлив в дизелях / С. А. Плотников, А. Н. Карташевич, Е. Г. Зыков, Н. Ю. Кутергин // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 2 (141). – С. 7–18.

УДК 621.879.34

СЕНЮТА Е. В.

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ  
КАНАЛООЧИСТИТЕЛЯ ОКН-05  
С ОЧИСТИТЕЛЬНО-УПЛОТНЯЮЩИМ КОВШОМ  
ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ**

*Научный руководитель – КАЗАКОВ А. Л., канд. техн. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** В процессе эксплуатации мелиоративных систем выполняются ремонтно-эксплуатационные работы, включающие в себя технический уход, текущий, капитальный и аварийные ремонты, агро-мелиоративные мероприятия и реконструкцию. Наиболее часто выполняют операции технического ухода, которые включают: устранение мелких повреждений, выполнение профилактических мероприятий в целях восстановления работоспособности элементов мелиоративных объектов. Эти работы требуют их механизации с применением не только общестроительных, но и специальных эксплуатационно-ремонтных машин, к которым относятся каналочистители.

К основным требованиям к каналочистителям относятся: достаточная проходимость, мобильность, способность очищать канал без доделочных работ, соблюдение требуемых параметров канала, способность удалять наносы от бровки канала и др. [1–3].

Наибольшее распространение для ремонтно-эксплуатационных работ на мелиоративных каналах в настоящее время получил многофункциональный каналочиститель циклического действия ОКН-05. Он полностью удовлетворяет вышеприведенным требованиям.

**Цель работы:** обоснование рекомендаций по использованию каналочистителя ОКН-05 с очистным ковшом, снабженным уплотнительным устройством при очистке мелиоративных каналов от наносов.

**Материалы и методика исследований.** Исходя из технологии производства работ по очистке русла канала от наносов, планировке откосов каналочистителем ОКН-05, параметров предлагаемого рабочего органа – очистительно-уплотняющий ковш, параметров очищаемых каналов, предложены новые технологические схемы работы.

**Результаты исследования и их обсуждение.** При работе по очистке каналов от наносов ОКН-05 располагается на берме канала, при этом выносная опора опущена, а противовес поднят. Удаляемый

очистным ковшом грунт отсыпается на берму позади машины посредством поворота рабочего оборудования в положение выгрузки.

После окончания очистки участка канала выносной грунт разравнивается бульдозерным оборудованием каналаочистителя.

Вследствие особенностей конструкции предлагаемого очистного ковша в процессе экскавации наносного грунта поворотом ковша происходит одновременное уплотнение грунта на участке откоса длиной  $l_1$  определяемой высотой наносов (рис. 1). При этом оставшаяся длина откоса  $l_1'$  не уплотняется. Одновременно, часть противоположного откоса  $l_2$ , занятая наносами, в процессе экскавации также не уплотняется.

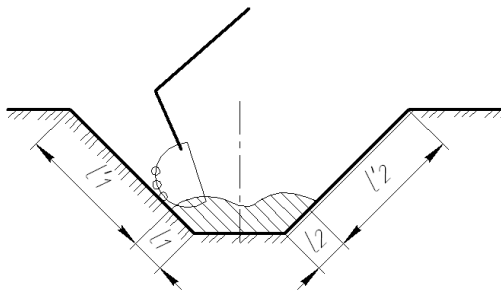


Рис. 1. Схема к обоснованию возможностей рабочего органа очистительно-уплотняющий ковш ОКН-05

Нами предлагается следующая технологическая схема работы ОКН-05 с модернизированным рабочим органом (рис. 2).

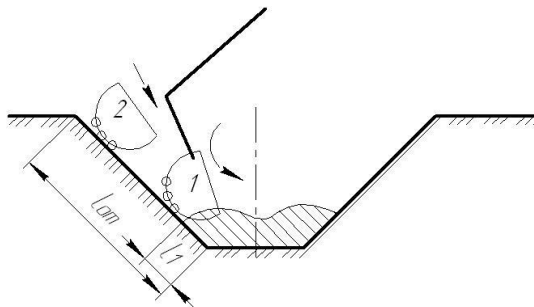


Рис. 2. Предлагаемая схема работы каналаочистителя ОКН-05

Мы считаем, что при очистке каналов от наносного грунта необходимо выполнять двойное перемещение ковша по противоположному

откосу включающее операцию 1: движение ковша при непосредственном удалении наносов, при котором происходит первичное уплотнение части откоса длиной  $l_1$ ; операцию 2, при которой ОКН-05 порожним ковшом в положении 2 (см. рис. 2) уплотняет откос по всей его длине  $l_{от}$ , при этом происходит дополнительное уплотнение участка откоса  $l_1$ , стабилизация всего откоса, а также удаление возможного перепада высот в точке А откоса.

Для стабилизации второго откоса требуется переезд каналаочистителя на противоположную сторону канала и повторение операции 2.

Имеется возможность с помощью модернизированного ковша дополнительно уплотнять выносной грунт, предварительно выровненный бульдозерным отвалом (рис. 3).

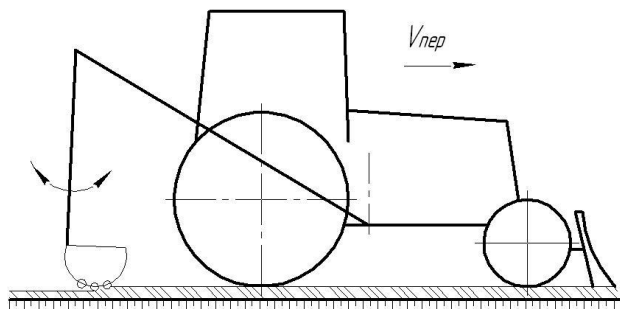


Рис. 3. Предлагаемая схема уплотнения слоя грунта на берме канала

**Закключение.** Предложенные технологические схемы работы каналаочистителя ОКН-05 с модернизированным ковшом позволят расширить его функциональность, повысят качество работ по очистке каналов от наносов, повысят срок эксплуатации каналов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мажугин, Е. И. Мелиоративные машины / Е. И. Мажугин, А. Л. Казаков, Е. А. Ворошко. – Минск: РИПО, 2018. – 311 с.
2. Сенюта, Е. В. Выбор основных параметров ковша с уплотнительным устройством к каналаочистителю ОКН-05 / Е. В. Сенюта, А. Л. Казаков // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 36–40.
3. Сенюта, Е. В. Особенности безопасной работы каналаочистителей циклического действия на мелиоративных каналах / Е. В. Сенюта, А. Л. Казаков // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 232–233.

УДК 631.372

ЧАЙКОВСКИЙ А. Н.

## **АНАЛИЗ СПОСОБОВ СНИЖЕНИЯ РАДИУСА ПОВОРОТА КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА**

*Научный руководитель – РУДАШКО А. А., канд. техн. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,

Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Величина радиуса поворота трактора оказывает существенное влияние на ширину поворотной полосы машинно-тракторного агрегата. Поворот тракторов классической компоновки с колесными формулами 4К2 и 4К4а осуществляется за счет поворота передних управляемых колес. При этом радиус поворота пропорционален углу поворота колес [1]. Для улучшения маневренности тракторов при выполнении сельскохозяйственных работ следует уменьшать радиус поворота.

**Цель работы** – провести анализ способов поворота колесных тракторов, направленных на увеличение маневренности.

**Материалы и методика исследования.** Для отбора применяемых конструктивных решений использовался анализ учебной и научной литературы, проспектов производителей тракторов и материалы выставок сельскохозяйственной техники.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Одним из эффективных способов улучшения маневренности колесного трактора является поворот передних и задних колес в противоположные стороны на одинаковый угол. При этом радиус поворота в сравнении с поворотом только передних колес снижается в два раза. Однако компоновка тракторов с колесными формулами 4К2 и 4К4а не позволяет использовать данный способ поворота, поскольку у таких тракторов отсутствует возможность поворота задних колес. Кроме того, стремление улучшить маневренность за счет применения передних и задних управляемых колес существенно усложняет конструкцию рулевого привода.

Для уменьшения радиуса поворота на тракторах классической компоновки при повороте передних управляемых колес предусматривается возможность создания разных крутящих моментов на задних ведущих колесах путем подтормаживания внутреннего колеса, т.е. расположенного ближе к центру поворота. Реализация этой функции требует применения на тракторе независимого привода тормозов левой и

правой ведущих полуосей и, соответственно, двух педалей тормоза, что усложняет управление тормозами.

Если на повороте полностью затормозить одно заднее колесо, то передние колеса будут двигаться с большим боковым уводом шин вследствие рассогласования углов поворота. Для устранения этого недостатка в рулевой трапеции устанавливают поперечную тягу переменной длины [2]. В таком рулевом приводе возможно изменение параметров рулевой трапеции за счет независимого изменения углов поворота каждого из управляемых колес относительно моста. Трапеция содержит разрезанную симметричную поперечную тягу с рулевой сошкой в месте разреза. К торцу каждой половины разрезанной тяги со стороны сошки закреплен подпружиненный торцевой диск, помещенный внутри обоймы, шарнирно закрепленной на сошке. Обойма заполняется амортизационной жидкостью и совместно с диском представляет собой демпфирующее устройство, предотвращающее возможные колебания колес. При полностью заторможенном внутреннем заднем колесе наружное переднее колесо поворачивается до упора, а ось вращения колеса проходит через центр заторможенного заднего колеса. Далее гидроцилиндр дополнительно поворачивает сошку, которая преодолевает усилие пружин торцевых дисков и изменяет длину поперечной тяги. В результате внутреннее переднее колесо доворачивается таким образом, что его ось также проходит через центр заторможенного заднего колеса. Трактор поворачивает с минимальным радиусом, равным половине ширины колеи, без бокового увода шин. Реализация такого рулевого управления возможна только на тракторах 4К2, поскольку при больших углах поворота колес затруднена передача ведущего момента на передние колеса трактора 4К4а. Кроме того, это рулевое управление работоспособно только с колесами небольшого диаметра, поскольку предельные углы поворота колес ограничиваются в том числе габаритами передней части трактора с двигателем.

Система ABS SuperSteer компании New Holland позволяет задействовать независимое торможение задних колес с помощью одной педали [3]. Два расширителя, которые устанавливаются на каждую сторону педали, заменяют обычную компоновку с двумя независимыми педалями. На низкой скорости система работает следующим образом. Если на повороте водитель нажимает педаль тормоза, то подтормаживается только внутреннее заднее колесо, причем ABS не допускает полной остановки колеса, предотвращая повреждение почвы. В результате радиус поворота снижается на 25 %. На высокой скорости

система автоматически отключается, чтобы предотвратить случайное срабатывание. Внедрение такой системы требует установки на трактор довольно сложного гидравлического и электронного оборудования.

Более простым способом уменьшения радиуса поворота является применение поворачивающегося переднего моста SuperSteer, устанавливаемого на тракторах New Holland. При данном способе поворот передних колес сопровождается поворотом переднего моста в ту же сторону. С этой целью передний мост монтируется на остов трактора с определенным вылетом таким образом, чтобы иметь возможность поворачиваться на небольшой угол при повороте передних управляемых колес на большой угол. Суммирование углов поворота колес и моста приводит к снижению минимального радиуса поворота на 11–13 % [4]. При этом внутреннее переднее колесо не упирается в остов трактора, поскольку благодаря вылету моста его поворот сопровождается смещением внутреннего колеса наружу от остова. Также наличие вылета моста увеличивает продольную базу трактора, что способствует улучшению продольной устойчивости машинно-тракторного агрегата.

**Заключение.** Радиус поворота колесного трактора можно снизить совместным поворотом передних и задних колес, увеличением угла поворота передних управляемых колес, поворотом передних колес с подтормаживанием одного из задних колес, одновременным поворотом передних колес и переднего моста. Применение последнего способа снижает минимальный радиус поворота на 11–13 %.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Карташевич, А. Н. Теория автомобилей и двигателей / А. Н. Карташевич, Г. М. Кухаренок, А. А. Рудашко. – Минск: РИПО, 2018. – 307 с.
2. Ахметов, А. А. Четырехколесный трактор с минимальным радиусом поворота / А. А. Ахметов, Б. А. Камбаров, Д. У. Камбарова // Машины, агрегаты и процессы. Проектирование, создание и модернизация. – Санкт-Петербург: СПбФ НИЦ МС, 2020. – С. 67–72.
3. Непрерывное совершенствование New Holland [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://agriculture.newholland.com/apac/ru-ru/o-kompanii/new-holland/nagradu-i-dostizenija>. – Дата доступа: 02.03.2024.
4. Рудашко, А. А. Улучшение маневренности колесного трактора с передними управляемыми колесами поворотом переднего моста / А. А. Рудашко // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 247–250.

УДК 621

ЯКОВЛЕВА К. Д.

## **МЕМБРАННЫЙ ТОПЛИВНЫЙ НАСОС ДЛЯ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

*Научный руководитель – БИРЮКОВ А. Л., канд. техн. наук, доцент*

Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени  
Н. В. Верещагина, Вологда, Российская Федерация

Для применения альтернативных смесевых моторных топлив в двигателях внутреннего сгорания требуется разработка топливной аппаратуры с возможностью точного дозирования и смешивания компонентов топливной смеси [1, 2].

Нами был разработан насос для одновременной подачи двух разных компонентов из отдельных баков в виде однородной топливной смеси к двигателю внутреннего сгорания (ДВС) автомобиля.

Проведенный нами обзор литературных источников подтверждает актуальность выбранного направления и наличие аналогичных предлагаемой нами конструкций. Среди аналогов можно выделить основные устройства, которые наиболее близки по технической сущности к разрабатываемому нами.

Так, например, известны мембранные насосы для перекачивания растворов, агрессивных веществ и других жидкостей:

– мембранный насос-дозатор (Патент RU 2160383 МПК7, F04B43/04; 15.10.1997. Мацаев В. Т., Чилипенко Л. Л.), содержащий две рабочих камеры, мембраны которых соединены посредством общего подвижного якоря для двух соленоидов, позволяющий одновременное регулирование подачи жидкостей обеими камерами. Недостатком данного устройства является невозможность изменения величины дозирования жидкости отдельно в каждой насосной камере.

– мембранный насос (Патент RU 2278993 МПК F04B43/04 (2006.01); 22.10.2004. Поляков А. С. Мембранный насос (варианты)), содержащий две мембраны с двумя электромагнитными приводами и одну общую рабочую камеру, позволяющий повысить производительность. Недостатком данного насоса является возможность перекачивания и дозирования только одной жидкости и наличие двух электромагнитных приводов, усложняющих конструкцию.

Наиболее близким по технической сущности является устройство мембранного насоса-дозатора (Патент RU 127415 МПК F04B43/04 (2006.01); 19.04.2012 Зефилов И. В., Паутов А. И. Мембранный насос-



дозатор), которое принято в качестве прототипа. Данное устройство выполнено с возможностью дозирования двух жидких компонентов смеси и содержит две мембраны, две рабочие полости, полученные путем разделения камеры перегородкой, каждая образовавшаяся полость имеет свой всасывающий и нагнетательный клапан, нагнетательные клапаны объединены в одну напорную магистраль, каждая мембрана имеет свой электромагнитный привод, управляемый генератором импульсов.

Основными недостатками данного прототипа являются: необходимость наличия электронной системы управления, мощного источника тока, и двух электромагнитных приводов, что ведет к усложнению и удорожанию конструкции, сложности применения, например, на борту мобильного энергетического средства.

Техническим результатом предлагаемого изобретения являются: возможность точного дозирования перекачиваемых жидкостей при незначительном изменении конструкции.

Сущность предлагаемого устройства мембранного насоса-дозатора заключается в том, что насос содержит две мембраны, две рабочие полости, каждая полость имеет, по меньшей мере, по одному всасывающему и по одному нагнетательному клапану, нагнетательные клапаны объединены в одну напорную магистраль, обе мембраны имеют общий привод, отличающийся тем, что привод представляет собой двуплечий рычаг, к концам которого посредством штоков шарнирно присоединены каждая из мембран, причем опора рычага представляет собой подвижный шарнир, что дает возможность изменять расстояние между опорой и концами рычага, тем самым изменяя количество перекачиваемых каждой камерой жидкостей.

Конструкция мембранного насоса-дозатора показана на рисунке. Насос-дозатор состоит из: привода 1, двух мембран 2, двух всасывающих клапанов 3, двух нагнетательных клапанов 4, соединенных в одну напорную магистраль 5, двух штоков 6, двух пружин 7, тяги 8, подвижной опоры 9 (рис.).

Устройство работает следующим образом: на привод 1 при помощи тяги 8 передается усилие от внешнего устройства, например, механического, пневматического, гидравлического или электромагнитного привода, действующее в направлении сжатия пружин 7 обеих секций насоса-дозатора. Происходит сжатие пружины 7, при этом мембрана 2, связанная с приводом 1 при помощи штока 6, прогибаясь, увеличивает объем рабочей камеры, и жидкость через всасывающий клапан 3 за-

полняет ее. При снятии усилия на тягу 8, пружина 7 возвращает мембрану 2 в исходное положение, жидкость выталкивается через нагнетательный клапан 4. В связи с тем, что нагнетательные клапаны 4 соединяются в одну напорную магистраль 5, можно производить дозирование и смешивание двух различных жидкостей. Привод 1 имеет подвижную опору 9, перемещая которую вдоль рычага привода 1, можно изменять расстояние между опорой 9 и концами рычага, шарнирно соединенными со штоками 6, тем самым изменяя ход штоков 6 и прогиб каждой мембраны 2 при приложении усилия к тяге 8, а, следовательно, и количество перекачиваемых каждой камерой жидкостей.

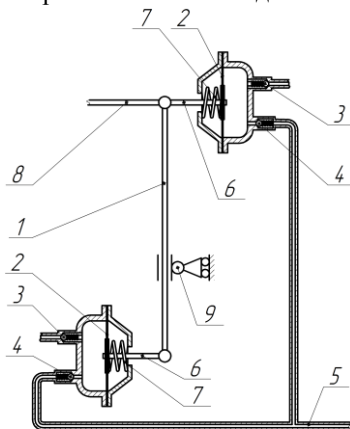


Рис. – Топливный насос

Примером применения настоящего насоса-дозатора служит его использование для приготовления топливных смесей для двигателей внутреннего сгорания на борту транспортного или энергетического средства, также возможно применение аналогичной конструкции для перекачивания и дозирования жидкостей в промышленности, фармакологии и других производствах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Альтернативные виды топлива для двигателей / А. Н. Карташевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2013. – 376 с.
2. Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания при использовании жидких смесевых топлив / К. Д. Яковлева [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 313–318.

УДК 621

ЯКОВЛЕВА К. Д.

## **ЭЛЕКТРОПРИВОДНОЙ ТОПЛИВНЫЙ НАСОС ДЛЯ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

*Научный руководитель – БИРЮКОВ А. Л., канд. техн. наук, доцент*

Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени  
Н. В. Верещагина, Вологда, Российская Федерация

В настоящее время необходимо комплексное решение задач по обеспечению энергетической независимости, в связи с чем актуальный характер приобретает переход на альтернативные виды топлива [1–8]. Исследуются различные варианты альтернативных видов топлива, к которым относятся природный газ, сжиженные углеводородные газы, спирты, биотоплива, диметиловый эфир, водород. Мгновенный переход на новое топливо не нефтяного происхождения достаточно сложен, а зачастую является невозможным. Одними из перспективных, на наш взгляд, на ближайшее время топлив являются смесевые топлива из различных жидких традиционных с добавкой возобновляемого.

Отдельного внимания в данном случае заслуживает вопрос разработки топливной аппаратуры.

Нами разработан насос для одновременной подачи двух разных компонентов из отдельных баков в виде однородной топливной смеси к двигателю внутреннего сгорания (ДВС) автомобиля.

Проведенный нами обзор литературных источников подтверждает актуальность выбранного направления и наличие аналогичных предлагаемой нами конструкций. Среди аналогов можно выделить основные устройства, которые наиболее близки по технической сущности к разрабатываемому нами.

Так, например, известны насосы для подачи топлива из бака к ДВС автомобиля:

– насос по авторскому свидетельству SU 1025338 МПК 5, F02M37/08; опубл. 23.06.1983, содержащий корпус с входным и выходным патрубками, приводной электродвигатель, качающий узел и обратный клапан, являющиеся признаками, совпадающими с признаками заявляемой полезной модели. Недостатком данного насоса является невозможность одновременной подачи двух разных компонентов из отдельных баков в виде однородной топливной смеси.

– насос по патенту RU 2199029 МПК7, F04D5/00, F04D29/60; F02M37/04; опубл. 20.02.2003, содержащий следующие признаки, сов-

падающие с признаками заявляемой полезной модели: наружную и внутреннюю крышки, образующие корпус насоса, рабочее колесо с лопатками. Недостатком данного насоса является невозможность одновременной подачи двух разных компонентов из отдельных баков в виде однородной топливной смеси.

– насос по патенту RU 2294450 МПК F02M37/04 (2006.01); опубл. 27.02.2007, содержащий две крышки, расположенное между ними качающее устройство, закрепленное на валу электродвигателя, и корпус, являющиеся признаками, совпадающими с признаками заявляемой полезной модели. Недостатком данного насоса является невозможность одновременной подачи двух разных компонентов из отдельных баков в виде однородной топливной смеси.

– насос по патенту RU 2274766 МПК F02M37/08 (2006.01); F04D5/00 (2006.01); H02K29/00 (2006.01); опубл. 20.04.2006, содержащий корпус, приводной электродвигатель, насосный узел с всасывающим патрубком, качающее устройство, напорный патрубок, являющиеся признаками, совпадающими с признаками заявляемой полезной модели. Недостатком данного насоса является невозможность одновременной подачи двух разных компонентов из отдельных баков в виде однородной топливной смеси.

Наиболее близким по технической сущности является устройство по патенту RU 2165546 МПК F04D5/00, F04D29/42; F02M37/08; опубл. 20.04.2001, которое принято в качестве прототипа. Данное устройство содержит следующие признаки, совпадающие с признаками заявляемой полезной модели: приводной электродвигатель и приводимый от этого двигателя лопастной насос с корпусными деталями, которые жестко соединены с корпусом устройства и в которых образована рабочая камера и расположены приводимые во вращение приводным двигателем исполнительные органы нагнетания топлива.

Основным недостатком данного прототипа является невозможность одновременной подачи двух разных компонентов из отдельных баков в виде однородной топливной смеси.

Техническим результатом предлагаемой полезной модели является возможность одновременной подачи двух разных компонентов из отдельных баков в виде однородной топливной смеси.

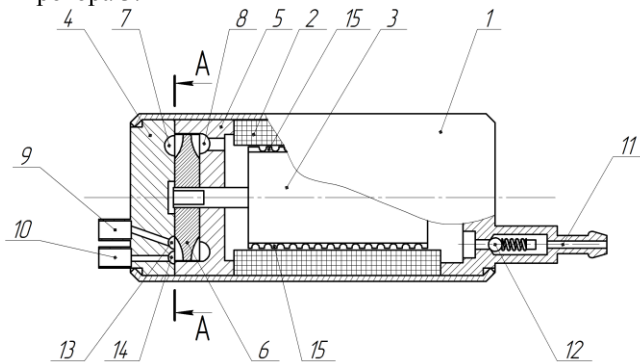
Сущность предлагаемого устройства электроприводного топливного насоса для двигателя внутреннего сгорания заключается в том, что устройство, включает в себя корпус, приводной электродвигатель, состоящий из статора и ротора, рабочую камеру, по меньшей мере, ча-

стично ограниченную корпусными деталями насосной секции, которые жестко связаны с корпусом, рабочее колесо с лопатками, разделяющее рабочую камеру на всасывающую и нагнетательную полости и приводимое от приводного электродвигателя, по меньшей мере, два входных патрубка, одну нагнетательную магистраль с обратным клапаном, причем перекачиваемое топливо проходит в зазоре между статором и ротором приводного электродвигателя, в отличие от прототипа всасывающая полость разделена, по меньшей мере, на две всасывающие камеры, выполненные в виде каналов, проходящих по спирали вокруг оси вращения ротора, причем каждая из всасывающих камер соединена с одного конца с отдельным входным патрубком, а с другого конца все всасывающие камеры соединены между собой, по наружному диаметру ротора выполнено, по меньшей мере, два продольных относительно оси вращения ротора ребра, наружный диаметр которых меньше внутреннего диаметра статора, причем на ребрах выполнены сквозные пазы вдоль окружности ротора таким образом, что пазы на соседних ребрах смещены относительно друг друга вдоль оси вращения ротора.

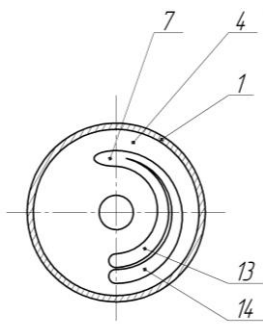
Конструкция предлагаемого устройства показана на рисунке.

Устройство состоит из корпуса 1, приводного электродвигателя, включающего в себя статор 2 и ротор 3, рабочей камеры, по меньшей мере, частично ограниченной корпусными деталями 4 и 5 насосной секции, которые жестко связаны с корпусом 1, рабочего колеса 6 с лопатками, разделяющего рабочую камеру на всасывающую полость 7 и нагнетательную полость 8, и приводимого от приводного электродвигателя, по меньшей мере, двух входных патрубков 9 и 10, одной нагнетательной магистрали 11 с обратным клапаном 12, причем перекачиваемая топливная смесь проходит в зазоре между статором 2 и ротором 3 приводного электродвигателя, всасывающая полость 7 разделена, по меньшей мере, на две всасывающие камеры 13 и 14, выполненные в виде каналов проходящих по спирали вокруг оси вращения ротора 3, причем всасывающая камера 13 соединена с одного конца с отдельным входным патрубком 9, а всасывающая камера 14 соединена с одного конца с отдельным входным патрубком 10, а с другого конца обе всасывающие камеры 13 и 14 соединены между собой, по наружному диаметру ротора 3 выполнено, по меньшей мере, два продольных относительно оси вращения ротора 3 ребра 15, наружный диаметр которых меньше внутреннего диаметра статора 2, причем на ребрах 15 выполнены сквозные пазы вдоль окружности ротора 3 таким образом, что

пазы на соседних ребрах смещены относительно друг друга вдоль оси вращения ротора 3.



а)



б)

Рис. Электроприводной насос: а) общий вид устройства; б) сечение А-А, на котором показана форма всасывающей полости в поперечной плоскости устройства

Устройство работает следующим образом. К входным патрубкам 9 и 10 подводятся два разных компонента топливной смеси из отдельных баков. При подаче питания на приводной электродвигатель ротор 3 и соединенное с ним рабочее колесо 6 начинают вращаться относительно неподвижных корпуса 1, статора 2 и корпусных деталей 4 и 5 насосной секции. За счет вращения рабочего колеса 6 во всасывающих камерах 13 и 14 создается разрежение, под действием которого компоненты топливной смеси засасываются из входных патрубков 9 и 10 во

всасывающие камеры 13 и 14, а далее поступают в нагнетательную полость 8. За счет того, что всасывающие камеры соединены между собой происходит смешивание компонентов с образованием топливной смеси. При вращении рабочего колеса 6 в нагнетательной полости 8 создается давление, под действием которого топливная смесь подается через зазор между статором 2 и ротором 3 приводного электродвигателя в нагнетательную магистраль 11 через обратный клапан 12. Топливная смесь дополнительно перемешивается при протекании в зазоре между неподвижным статором 2 и вращающимся ротором 3 ребрами 15 со сквозными пазами.

Примером применения настоящего устройства служит его использование для одновременной подачи компонентов топливно-водных, бензо-этанольных и других смесей из отдельных баков в двигатели внутреннего сгорания на борту транспортного или энергетического средства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Альтернативные виды топлива для двигателей / А. Н. Карташевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2013. – 376 с.
2. Арбузова, А. А. Обзор основных моторных альтернативных видов топлива / А. А. Арбузова, А. Л. Бирюков, П. Ю. Малышкин // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 254–258.
3. Бирюков, А. Л. Улучшение эксплуатационных и экологических показателей бензиновых двигателей путем применения топливно-водных смесей: автореферат дисс. ... канд. техн. наук / А. Л. Бирюков – СПб, 2011. – 18 с.
4. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак. – Старый Оскол: ТНТ, 2022. – 356 с.
5. Карташевич, А. Н. Перспектива применения возобновляемых источников энергии для автотракторной техники / А. Н. Карташевич, С. А. Плотников // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 286–290.
6. Плотников, С. А. Разработка систем питания дизеля нетрадиционными топливами / С. А. Плотников, А. Н. Карташевич // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 299–304.
7. Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания при использовании жидких смесевых топлив / К. Д. Яковлева [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 313–318.
8. Челноков, А. А. Безопасность жизнедеятельности / А. А. Челноков, В. Н. Босак, Л. Ф. Ющенко. – Минск: Вышэйшая школа, 2023. – 407 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

### Безопасность жизнедеятельности в сельскохозяйственном производстве

<i>Бараш В. П., Босак В. М.</i> Роля індывідуальных сродкаў аховы працы ў прадукцiеннi вытворчага траўматызму .....	3
<i>Войтов К. Е., Горелько В. М.</i> Анализ причин возникновения чрезвычайных ситуаций при работе строительных кранов .....	6
<i>Лаубах Е. В., Цайц М. В.</i> Современные инструменты для уменьшения шума в тракторах .....	9
<i>Малей М. А., Созоник А. Р., Усенко М. И., Босак В. Н.</i> Влияние беспилотных транспортных средств на производственную экосистему .....	12
<i>Сачыўка А. В., Босак В. М.</i> Экалагiчная рызыка пры выкарыстаннi ўгнаенняў у аграцэнозах .....	15
<i>Созоник А. Р., Усенко М. И., Малей М. А., Босак В. Н.</i> Искусственный интеллект и охрана труда .....	18
<i>Усенко М. И., Созоник А. Р., Босак В. Н.</i> Эффективные методы пропаганды охраны труда .....	22
<i>Цеглова К. Ю., Босак В. Н.</i> Влияние похвалы на работоспособность .....	24

### Машины, оборудование и технологии в растениеводстве

<i>Аксенов Д. А., Гаврилов И. И.</i> Обзор и анализ конструкций садовых опрыскивателей .....	26
<i>Арцименя М. В., Гринкевич М. А., Гордеенко О. В.</i> Повышение эффективности машинно-тракторных агрегатов за счет использования грунтозацепов .....	29
<i>Боярина Ю. П., Михеев Д. А.</i> Перспективы возделывания сильфии в Республике Беларусь .....	32
<i>Савченко И. А., Симоненко Д. Ю., Козлов Р. П., Цайц М. В.</i> Обеспеченность льносеющих хозяйств Беларуси техническими средствами уборки льна-долгунца .....	34
<i>Улинович Д. М., Коцуба В. И.</i> Методика экспериментальных исследований полосовой обработки почвы .....	38
<i>Шик А. В., Булаткин А. А., Цайц М. В.</i> Определение удлинения стеблей в ленте льна при отделении семенной части урожая .....	42

### Механизация животноводства и электрификация сельскохозяйственного производства

<i>Асроров С. А., Рафиков С. А., Садыков Ж. Д.</i> Отопление животноводческих помещений с помощью солнечной энергии .....	45
<i>Балан В. Д., Пузевич К. Л.</i> Направления совершенствования конструкций доильных установок .....	49
<i>Бартош П. А., Острейко А. А.</i> Технологические этапы получения биогаза .....	52
<i>Васильев И. А., Крупенин П. Ю.</i> Оценка технического состояния вакуумной насосной станции .....	55
<i>Ермолик М. И., Козлов С. И.</i> Повышение эффективности переработки зерна при производстве комбикормов на основе инновационных технологий .....	58
<i>Кухарев Н. П., Мелехов А. В.</i> Усовершенствование процесса измельчения подстилочного материала, используемого в виде соломы .....	61



<i>Полеев А. Р., Понталев О. В.</i> Изучение достоинств и недостатков тепловых насосов в качестве источника энергии .....	64
<i>Семуха А. Ю., Симченков А. С.</i> Влияние температурных режимов на качественные показатели семенного материала при его стимулировании СВЧ полем .....	67
<i>Симченков А. С., Пузевич К. Л.</i> Усовершенствование параметров микроклимата птичника в зимний период и системы автоматического регулирования температуры воздуха .....	70
<i>Шарифов Р. Р., Садыков Ж. Д.</i> Здания и сооружения с пассивной системой солнечного отопления для содержания животных .....	74

### **Технический сервис в АПК**

<i>Гневашев П. В., Смольников М. В., Плотников С. А.</i> Безмоторный метод определения максимального давления цикла при работе дизеля .....	76
<i>Зайцева Е. С., Коцуба В. И.</i> Анализ систем впрыска бензиновых двигателей ....	78
<i>Клуонис А. С., Плотников С. А.</i> Проблемы изготовления режущих инструментов с поверхностным покрытием .....	82
<i>Мажуга Д. В., Левчук В. А.</i> Модернизация токарного станка 16К20 за счет применения пневматического патрона .....	85
<i>Шумский В. В., Цайц М. В.</i> Анализ конструкций устройств раскатки остовов универсальных пропашных тракторов .....	88
<i>Шумский В. В., Пузевич В. В.</i> Оценка необходимости разработки конструкции устройства для раскатки остовов универсально-пропашных тракторов в организации АПК .....	92
<i>Юцов М. С., Левчук В. А.</i> Применение пескоструйной обработки для очистки металлов .....	95

### **Тракторы, автомобили и машины для природообустройства**

<i>Ануфрейчик Т. П., Казаков А. Л.</i> Применение бульдозеров при эксплуатации и ремонте мелиоративных систем .....	99
<i>Ероценко В. А., Рубец С. Г.</i> Пути повышения эффективности использования одноковшовых экскаваторов .....	101
<i>Заболотских Г. Э., Плотников С. А.</i> Скоростная характеристика как способ исследования эффективных показателей работы дизеля на биоминеральных топливных смесях .....	103
<i>Зыков Е. Г., Плотников С. А.</i> Анализ возможностей улучшения пусковых свойств топлива в дизеле .....	106
<i>Изамов Ж. А., Санамов О. О., Файзуллаев И. М.</i> Увеличение работоспособности газовых двигателей .....	108
<i>Курлович Е. В., Сенторов Н. С.</i> Обоснование конструкции модернизированного рабочего оборудования к экскаватору ЭО-3223 для разработки мерзлых и прочных грунтов .....	111
<i>Миронович А. В., Казаков А. Л.</i> Применение бульдозера «Беларус 1502-01» с самоочисткой отвала при производстве работ в мелиоративном строительстве .....	115
<i>Новокианов Ф. А., Бирюков А. Л.</i> Перспективы использования воды на впуске в дизельном двигателе .....	118

<i>Сенюта Е. В., Казаков А. Л.</i> Рекомендации по использованию каналоочистителя ОКН-05 с очистительно-уплотняющим ковшом при эксплуатации мелиоративных систем .....	121
<i>Чайковский А. Н., Рудашко А. А.</i> Анализ способов снижения радиуса поворота колесного трактора .....	124
<i>Яковлева К. Д., Бирюков А. Л.</i> Мембранный топливный насос для двигателя внутреннего сгорания .....	127
<i>Яковлева К. Д., Бирюков А. Л.</i> Электроприводной топливный насос для двигателя внутреннего сгорания .....	130

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МЕХАНИЗАЦИИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Материалы международной научной конференции  
студентов и магистрантов

(Горки, 28–29 марта 2024 г.)

*Ответственный за выпуск В. А. Левчук*

*Материалы изложены в авторской редакции*

Подписано в печать 07.06.2024. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.  
Цифровая. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 8,01. Уч.-изд. л. 7,73.  
Тираж 20 экз.

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.  
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.