

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»

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИЯХ И МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Сборник научных трудов

Выпуск 8

Горки
БГСХА
2023

УДК 001.895:[631.152:657.1.011.54]

ББК 40.7

И66

Редакционная коллегия:

В. В. Гусаров (гл. редактор),

А. Е. Кондраль (отв. за выпуск),

В. В. Азаренко, В. Н. Босак, А. Н. Каргашевич,

В. Р. Петровец, Л. Я. Степук, В. А. Шаршунов,

О. В. Гордеенко, В. И. Коцуба, К. Л. Пузевич

Рецензенты:

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

доктор технических наук, профессор *Л. В. Мисун*

И66 **Иновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства** : сб. науч. тр. / редкол.: В. В. Гусаров (гл. ред.) [и др.]. – Горки : БГСХА, 2023. – Вып. 8. – 371 с.

ISBN 978-985-882-328-3.

Представлены результаты научных исследований в области механизации сельскохозяйственного производства.

Для научных сотрудников, преподавателей, студентов и практических работников АПК.

УДК 001.895:[631.152:657.1.011.54]

ББК 40.7

ISBN 978-985-882-328-3

© УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», 2023

СТАНОВЛЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФАКУЛЬТЕТА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА УО БГСХА

В. В. ГУСАРОВ, канд. техн. наук, доцент
А. Е. КОНДРАЛЬ, канд. техн. наук, доцент
В. Н. БОСАК, д-р с.-х. наук, профессор

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Преподавание инженерных дисциплин и проведение научных исследований в данном направлении начались в нашей академии со времени ее основания в 1840 г. [5].

Активизация научных исследований в области механизации АПК произошла в 1947 г., когда был открыт факультет механизации сельского хозяйства и впервые в Беларуси началась подготовка инженерных кадров для сельскохозяйственного производства [7, 10].

Основная часть. Факультет механизации сельского хозяйства УО БГСХА имеет богатые традиции в научной деятельности. Научная деятельность факультета включает: научно-исследовательскую работу; подготовку научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации; научную работу молодых ученых и студентов; международное научно-техническое сотрудничество; участие ученых факультета в научных мероприятиях [2–7].

В настоящее время на факультете работают 4 доктора наук и более 30 кандидатов наук. На факультете созданы и активно действуют научные школы доктора технических наук, профессора А. Н. Карташевича, доктора технических наук, профессора В. Р. Петровца, доктора технических наук, профессора А. В. Клочкова, доктора технических наук, профессора, члена-корреспондента НАН Беларуси В. А. Шаршунова, доктора сельскохозяйственных наук, профессора В. Н. Босака.

В УО БГСХА функционирует совет по защите докторских и кандидатских диссертаций Д 05.30.02 по специальности 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» (председатель – доктор технических наук, профессор В. Р. Петровец).

Научно-исследовательская работа проводится на инициативной основе, а также в рамках выполнения хоздоговорной тематики.

Основные направления научных исследований факультета:

- снижение дымности и токсичности отработавших газов автотракторных дизелей;
- улучшение пусковых качеств и условий работы тракторных дизелей в зимний период эксплуатации;
- повышение эффективности очистки топлива, масла и воздуха автотракторных дизелей в условиях эксплуатации;
- улучшение динамических характеристик автотракторных дизелей с газотурбинным наддувом на переходных режимах;
- динамическое диагностирование тракторов и автомобилей;
- использование альтернативных видов топлива на основе рапсового масла, метанола, этанола и биогаза в системах питания энергетических сельскохозяйственных установок;
- снижение расхода топливно-смазочных материалов и технических жидкостей их интенсивной очисткой;
- совершенствование конструкций многороторных косилок для мелиорированных земель;
- модернизация рабочих органов мелиоративных и строительных машин;
- разработка и внедрение технологии беспривязного содержания скота на молочно-товарных фермах с доением коров в доильных залах и подачи комбикормов в кормушки;
- обработка зерна злаковых культур СВЧ полем в комплексе с бункерами активного вентилирования;
- разработка технологических основ и рабочих органов, работающих отдельно, попарно и в комплексе с другими, для высокоэффективных энергоресурсосберегающих комбинированных почвообрабатывающих агрегатов;
- внедрение в производство технологии и оборудования для ввода жидких компонентов в комбикорма на основе плющеного зерна методом диспергирования;
- совершенствование технологии производства семян рапса с модернизацией сушилки М-819, работающей на отходах растениеводства, получение рапсового масла и использование его в качестве топлива для дизелей;
- разработка приспособления для внесения сыпучих консервантов к кормоуборочным комбайнам;
- совершенствование технологий и средств механизации уборки и переработки сельскохозяйственных культур;

- инновационные направления развития сельскохозяйственной техники;
- электронные интеллектуальные технические системы и устройства сельскохозяйственных машин и оборудования;
- инновационные разработки рабочих органов сельскохозяйственных машин для точного земледелия;
- агротехнические и биотехнологические приемы возделывания растений;
- обеспечение безопасности жизнедеятельности и охраны труда на современном этапе развития общества.

Ежегодно на факультете механизации сельского хозяйства проводится Международная научно-практическая конференция «Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства», а также две молодежные научные конференции «Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства» и «Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества», по результатам которых издаются сборники научных трудов [1, 8, 9].

По результатам исследований, за последние 5 лет сотрудниками факультета подготовлено и издано 2 учебника, 24 учебных пособия с грифом Министерства образования Республики Беларусь, 14 учебных пособий с грифом УМО, более 180 внутривузовских учебно-методических пособий, 9 монографий, более 250 статей в изданиях, входящих в перечень ВАК Республики Беларусь, более 190 статей в зарубежных научных журналах и сборниках (в том числе 11 статей в изданиях, входящих в реферативную базу Web of Science / Scopus), более 450 публикаций в иных изданиях. Учеными факультета за данный период получено также более 20 авторских свидетельств и патентов. Результаты исследований внедрены в учебный процесс и производство.

Для развития студенческой науки на факультете созданы и на постоянной основе продолжают работу следующие студенческие научно-исследовательские объединения:

- студенческая научно-исследовательская лаборатория «Инновационные инженерные разработки при возделывании сельскохозяйственных культур»;
- студенческая научно-исследовательская лаборатория «Ресурсосберегающие технологии переработки льна»;

– студенческие научно-исследовательские кружки: «Сократ», «САПР», «Научный поиск», «Тракторы и автомобили», «Паскаль», «Технический сервис в АПК».

В рамках работы СНИЛ и СНИК студентами и магистрантами за последние 5 лет было подготовлено более 300 научных публикаций; 43 работы были представлены на Республиканский конкурс научных работ студентов высших учебных заведений Республики Беларусь.

Заключение. Факультет в год своего 75-летия уверенно продолжает традиции инновационного развития и постоянного совершенствования учебно-воспитательной работы, научных исследований и внедрения новых разработок в сельскохозяйственное производство.

ЛИТЕРАТУРА

1. Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства / В. В. Гусаров (ред.) [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 165 с.
2. Босак, В. М. Досвед міжнароднага супрааўніцтва кафедры бяспекі жыццядзейнасці / В. М. Босак // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 10–14.
3. Босак, В. Н. Значение и перспективы научных конференций в становлении студенческой науки / В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 3–5.
4. Босак, В. Н. Международное сотрудничество как фактор повышения эффективности высшего образования / В. Н. Босак // Проблемы и основные направления развития высшего технического образования. – Минск: БГТУ, 2023. – С. 14–15.
5. Великанов, В. В. Академия на пороге 180-летнего юбилея / В. В. Великанов // Вестник БГСХА. – 2020. – Юбилейный выпуск. – С. 4–9.
6. Великанов, В. В. Международное сотрудничество УО БГСХА – казахстанский вектор / В. В. Великанов, С. А. Носкова, В. Н. Босак // Вестник БГСХА. – 2021. – № 3. – С. 212–215.
7. Гусаров, В. В. Традиции и инновации в подготовке специалистов по механизации сельского хозяйства / В. В. Гусаров, А. В. Клочков // Вестник БГСХА. – 2020. – Юбилейный выпуск. – С. 75–77.
8. Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства / В. В. Гусаров (ред.) [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – 296 с.
9. Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества / В. Н. Босак (ред.) [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 139 с.
10. Рудашко, А. А. Инновации в механизации сельского хозяйства / А. А. Рудашко, А. В. Клочков // Вестник БГСХА. – 2015. – Юбилейный выпуск. – С. 46–55.

Аннотация. Представлены основные результаты научной деятельности факультета механизации сельского хозяйства УО БГСХА.

Ключевые слова: высшая школа, наука, механизация сельского хозяйства.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА ПО ОХРАНЕ ТРУДА И ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В АПК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В. Н. БОСАК, д-р с.-х. наук, профессор

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Агропромышленный комплекс является отраслью экономики, которая характеризуется целым рядом специфических особенностей: сезонность производства, продолжительная работа на открытом воздухе в полевых условиях, большое количество технологических операций, применение агрохимикатов и пестицидов, наличие большого количества пожароопасных объектов, материалов и оборудования и т. д., что требует особых мер по обеспечению охраны труда и пожарной безопасности в отрасли, предупреждению производственного травматизма и профессиональных заболеваний [5, 10, 11].

Обеспечению соблюдения требований охраны труда и пожарной безопасности в сельском хозяйстве, предупреждению производственного травматизма и профессиональных заболеваний в отрасли во многом способствует своевременная разработка соответствующих нормативных правовых актов [1–4, 6–9, 13–15].

Основная часть. Основным документом, регламентирующим требования охраны труда в сельском хозяйстве нашей страны, являются Правила по охране труда в сельском и рыбном хозяйстве (постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 05.05.2022 № 29/44), которые содержат разделы: «Общие положения»; «Требования при выполнении работ, связанных с растениеводством, первичной переработкой продукции растениеводства»; «Требования при выполнении работ, связанных с животноводством, первичной переработкой продукции животноводства»; «Требования при ведении рыбного хозяйства» [6].

Средствами индивидуальной защиты работники АПК обеспечиваются согласно «Типовым нормам бесплатной выдачи средств индивидуальной защиты работникам, занятым в сельском и рыбном хозяйстве» (постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 16.04.2020 № 36) [12].

При выполнении отдельных видов работ применяют также следующие нормативные правовые акты в области охраны труда:

– Правила по охране труда при выполнении строительных работ: постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 31.05.2019 № 24/33.

– Правила по охране труда при ведении лесного хозяйства, обработке древесины и производстве изделий из дерева: постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь от 30.03.2020 № 32/5.

– Правила по охране труда: постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 01.07.2021 № 53.

В области пожарной безопасности основными актами в Республике Беларусь являются:

– Закон Республики Беларусь от 15.06.1993 № 2403-ХП «О пожарной безопасности» с изм. и доп.;

– Декрет Президента Республики Беларусь от 23.11.2017 № 7 «О развитии предпринимательства» (Приложение «Общие требования пожарной безопасности к содержанию и эксплуатации капитальных строений (зданий, сооружений), изолированных помещений и иных объектов, принадлежащих субъектам хозяйствования»);

– Об обеспечении пожарной безопасности: постановление МЧС Республики Беларусь от 21.12.2021 № 82;

– Положение о порядке создания и деятельности внештатных пожарных формирований: постановление Совета Министров Республики Беларусь «О внештатных пожарных формированиях» от 18.05.2020 № 296;

– Правила пожарной безопасности для жилых домов, строений и сооружений, расположенных на придомовой территории, садовых домиков, хозяйственных строений и сооружений, расположенных на земельном участке, предоставленном для дачного строительства: постановление МЧС Республики Беларусь от 25.03.2020 № 13 [1–3, 7].

Заключение. Разработка нормативного правового обеспечения в области охраны труда и пожарной безопасности в агропромышленном комплексе Республики Беларусь и выполнение ее требований, изложенных в законодательных актах, относятся к приоритетным мерам по предотвращению травматизма и заболеваний в отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. М. Новыя правілы пажарнай бяспекі ў прыватнай гаспадарцы / В. М. Босак, Т. У. Сачыўка, А. У. Дамнянкова // *Технология органических веществ*. – Минск: БГТУ, 2023. – С. 54–56.
2. Босак, В. Н. Изменения в законодательстве о пожарной безопасности в Республике Беларусь / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль // *Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции*. – Минск: БГАТУ, 2023. – С. 135–137.
3. Босак, В. Н. Новое в законодательстве о внештатных пожарных формированиях / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль // *Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции*. – Минск: БГАТУ, 2021. – С. 168–170.
4. Босак, В. Н. Нормативное обеспечение охраны труда в сельском хозяйстве Республики Беларусь / В. Н. Босак // *Трансформация промышленной безопасности и охраны труда на производстве*. – Орел: Орловский ГАУ, 2022. – С. 7–11.
5. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии / В. Н. Босак, А. С. Алексеев, М. П. Акулич. – Минск: Вышэйшая школа, 2019. – 317 с.
6. Босак, В. Н. Охрана труда в сельском хозяйстве: изменения в законодательстве / В. Н. Босак // *Вестник БГСХА*. – 2022. – № 4. – С. 180–181.
7. Босак, В. Н. Пожарная безопасность в сельском хозяйстве: изменения в законодательстве / В. Н. Босак // *Вестник БГСХА*. – 2023. – № 1. – С. 182–183.
8. Босак, В. Н. Правила по охране труда: новое в законодательстве / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, А. В. Домненкова // *Технология органических веществ*. – Минск: БГТУ, 2023. – С. 52–53.
9. Босак, В. Н. Требования охраны труда в различных отраслях АПК / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, Т. В. Сачивко // *Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства*. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 9–12.
10. Охрана труда / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
11. Пожарная безопасность в сельском хозяйстве / В. Н. Босак [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 209 с.
12. Порядок обеспечения и расчет потребности средств индивидуальной защиты / М. П. Акулич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 26 с.
13. Разработка, согласование и утверждение инструкций по охране труда / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 20 с.
14. Сачыўка, А. В. Патрабаванні аховы працы да пасляўборачнай апрацоўкі прадукцыі раслінаводства / А. В. Сачыўка, В. М. Босак // *Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества*. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 93–95.
15. Требования пожарной безопасности в АПК: изменения в законодательстве / А. Е. Кондраль [и др.] // *Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства*. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 20–22.

Аннотация. Важным компонентом обеспечения охраны труда и пожарной безопасности является своевременная разработка соответствующих нормативных правовых актов, а также строгое их соблюдение при выполнении работ в агропромышленном комплексе.

Ключевые слова: охрана труда, пожарная безопасность, нормативное правовое обеспечение, сельское хозяйство.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

О. В. ГОРДЕЕНКО, канд. техн. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Само понятие инновации (англ. *innovation*) впервые появилось в научных исследованиях XIX в. Новую жизнь оно получило в начале XX в. в научных работах австрийского и американского экономиста Й. Шумпетера в результате анализа «инновационных комбинаций», изменений в развитии экономических систем [8].

Современные ученые насчитывают более 20 видов «инноваций»: технические, технологические, информационные, социальные, организационно-управленческие и др.

В агропромышленном комплексе Республики Беларусь целесообразно выделить технико-технологические инновации, предусматривающие использование новой сельскохозяйственной техники при внедрении инновационных технологий в растениеводстве.

Приоритеты научно-технического и инновационного развития АПК должны в полной мере соответствовать и дополнять основные позиции Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года, Концепции Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2035 года.

Основная часть. В мировой практике успешное развитие сельскохозяйственного производства на 80 % зависит от управления и современных технологий и только на 20 % – от погодных условий [3, 4, 7].

Определенной технологии (ресурсосберегающей, адаптивной, альтернативной, экологически безопасной, высокоинтенсивной, прецизионного (точного) земледелия, включающих в себя технологии глобального позиционирования (GPS), географические информационные системы (GIS), технологии оценки урожайности (Yield Monitor Technologies), технологию переменного нормирования (Variable Rate Technology) и технологии дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) и др.) присуща конкретная технологическая эффективность, которая определяет экономические составляющие производства продукции

растениеводства (себестоимость, валовой доход, прибыль, рентабельность).

Важным этапом для реализации этих технологий является подбор комплекса multifunctional широкозахватных машинно-тракторных агрегатов (МТА), совмещающих различные операции. Это позволяет экономить время на проведении технологических операций, лишней раз не уплотнять почву, существенно сократить машинно-тракторный парк (МТП), уменьшить производственные затраты на ГСМ, оплату труда, вспомогательные материалы и, в конечном итоге, снизить себестоимость производимой продукции [2].

Новая сельскохозяйственная техника – это весь шлейф машин для обработки почвы, внесения удобрений, посева, ухода за посевами, уборки зерновых, овощей, картофеля и для заготовки кормов. Наличие необходимой материально-технической базы является важнейшим фактором устойчивого развития АПК.

Наиболее значимым в количественном отношении позициям МТП являются тракторы и комбайны (рис. 1).



Рис. 1. Обеспеченность основными видами сельхозтехники в ряде стран мира, (тракторов на 1000 га пашни, комбайнов на 1000 га посевов зерновых культур)

Диаграмма иллюстрирует обеспеченность основными видами сельхозтехники в ряде стран мира по состоянию на 2017 г. Из представленных на ней данных видно, что по рассматриваемому показателю Беларусь отстает от таких экономически развитых стран, как Германия, США и Канада, но является лидером у наших партнеров по Таможенному союзу – Казахстана и России.

В мировой отрасли сельхозмашиностроения идут активные процессы внедрения инноваций и совершенствования выпускаемой техники. При этом все большую роль играют электроника и цифровые технологии, развивается так называемое «Agriculture 4.0» (Сельского хозяйства 4.0).

Европейская ассоциация сельскохозяйственного машиностроения (СЕМА), описывая сущность концепции «Agriculture 4.0», выделяет в ней три основных направления [1, 7]: точное земледелие; цифровизацию сельского хозяйства; ужесточение требований в части экологии.

Каждое из этих направлений требует оснащения сельскохозяйственного предприятия специальным оборудованием и программным обеспечением. Например:

- для достижения точности при движении в поле (минимальные полосы двойной обработки между смежными проходами), ориентирования на поле ночью, в условиях сильного тумана или запылённости необходимо МТА оснащать системами позиционирования и навигации, автоматизированными системами рулевого управления;

- для соблюдения агротехнических требований (норма посева, доза внесения рабочих растворов пестицидов и др.) необходимы электронная связь между трактором и рабочими органами сельскохозяйственной машины;

- для мониторинга объемов и качества выполненных работ. Мониторинговые системы отслеживают множество специфических параметров: от расхода топлива, затраченного на обработку одного гектара, до соблюдения скоростного режима МТА.

Заключение. Основными направлениями технического переоснащения в АПК предполагается [1, 5–7]:

- обоснование современной системы машин, отвечающими мировым экологическим нормам, для разных производственных регионов страны на принципах ресурсосбережения и с элементами информационно-коммуникационных технологий при широком применении электроники для выполнения различных технологических операций (посев, внесении минеральных удобрений и рабочих растворов пестицидов);

- определение оптимальной структуры машинно-тракторного парка в соответствии с производственно-экономическим потенциалом регионов в условиях полноценного использования энергетических мощностей техники и в соответствии с обеспеченностью материальными ресурсами;

– обоснование организационно-экономических механизмов обеспечения и схем поставки сельскохозяйственной техники и оборудования нового поколения, в том числе с возможностью передачи старой техники во взаимозачет;

– формирование конкурентных цен на сельскохозяйственную технику для достижения прибыльного сельскохозяйственного производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бутов, А. М. Рынок сельскохозяйственных машин / А. М. Бутов // Центр развития НИУ «Высшая школа экономики» [Электронный ресурс] <https://dcenter.hse.ru/data/2019/12/23/1525051005/> / Рынок %20сельскохозяйственных %20машин-2019.pdf. – Дата доступа: 05.10.2022.

2. Гордеенко, О. В. Согласование технологических параметров дополнительных орудий при основной обработке почвы машинно-тракторными агрегатами с оборотными плугами / О. В. Гордеенко, И. С. Крук, Ф. И. Назаров // Передовые технологии и техническое обеспечение сельскохозяйственного производства. – Минск: БГАТУ, 2017. – С. 365–369.

3. Изменение климата и использование климатических ресурсов / И. Я. Аликина [и др.]. – Минск: БГУ, 2001. – 262 с.

4. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.

5. Концепция системы машин и оборудования для реализации инновационных технологий производства, первичной переработки и хранения основных видов сельскохозяйственной продукции до 2015 и на период до 2020 года / В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск: НАН Беларуси, 2014, – 138 с.

6. Обзор цифровых технологий для агропромышленного комплекса: от ГИС до интернета вещей // Интеграл [Электронный ресурс] // <https://integral-russia.ru/2020/07/30/tsifrovaya-platforma-razvitiya-agropromyshlennogo-kompleksa-kontseptsiya-i-osnovnye-tezisy/>. – Дата доступа: 05.10.2022.

7. Приоритеты научно-технического и инновационного развития АПК / А. Пилипук [и др.] // Аграрная экономика. – 2020. – № 6. – С. 3–25.

8. Словари и энциклопедии [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/940270#sel>. – Дата доступа: 04.10.2022.

Аннотация. Приводятся основные направления использования сельскохозяйственных машин при внедрении инновационных технологий в растениеводстве.

Ключевые слова: инновации, сельское хозяйство, научно-техническое развитие, машинно-тракторный агрегат.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НАУЧНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА УО БГСХА И ВЯТГУ

А. Н. КАРТАШЕВИЧ¹, д-р техн. наук, профессор

Ш. В. БУЗИКОВ², канд. техн. наук, доцент

С. А. ПЛЮТНИКОВ², д-р техн. наук, профессор

¹УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

²Вятский государственный университет,
Киров, Российская Федерация

Введение. Постоянное повышение цен в мире на традиционные топлива для автотракторной техники, политическая и экономическая нестабильность в странах, являющихся основными поставщиками нефти и газа на мировые рынки, настоятельно требуют осуществления фундаментальных научно-исследовательских работ, направленных на замену традиционного нефтяного топлива возобновляемыми биоресурсами, а также продуктами их переработки. Научными исследованиями в сфере альтернативных источников энергии на автотранспорте давно и активно занимаются известные ученые всех развитых стран.

Основная часть. Ученые УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» осуществляют долгосрочное научно-техническое сотрудничество в указанном направлении с учеными из Вятского государственного университета (г. Киров, Россия) [8].

Поисковые лабораторные опыты, теоретические исследования и анализ физико-химических свойств АТ, испытания дизельной топливной аппаратуры осуществляются в ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет». Испытания ДВС в стендовых и полевых условиях проводятся на опытном поле УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».

Следует отметить, что наибольшую перспективу применения в дизельных двигателях имеют жидкие альтернативные топлива – биоэтанол, рапсовое и сурепное масла, метиловые эфиры и т. п. Также рассматривается возможность применения многокомпонентных биотопливных композиций (МКБТК) ввиду взаимного нивелирования моторных свойств ингредиентов композиций.

К настоящему времени уже исследованы свойства и возможность применения в ДВС значительного перечня нетрадиционных топлив и топливных композиций. Разработаны рекомендации по их примене-

нию, созданы опытные образцы энергетических установок. Проведен ряд полевых испытаний транспортных средств в условиях эксплуатации, получены обнадеживающие результаты [1–16].

В таблице приведены показатели технико-экономической эффективности применения разработанных решений. Энергетическая эффективность трактора оценивалась при различных эксплуатационных режимах работы МТА по использованию теплового потока, подводимого в дизель с различными составами АТ.

**Показатели энергетической оценки трактора Беларус-922
с плугом ПЛН-3-35 при вспашке почвы (3 передача/1 диапазон)**

Наименование показателя	Вид топлива					
	Глубина 0,2 м			Глубина 0,25 м		
	ДТ	ДТ80% + РМ20%	ДТ55% + РМ45%	ДТ	ДТ80% + РМ20%	ДТ55% + РМ45%
Скорость движения, км/ч	9,9	9,6	9,4	8,9	8,6	8,4
Ширина захвата, м	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
Расход топлива, кг/ч	11,4	12,8	14,1	11,6	13,1	14,8
Тяговое сопротивление машины, кН	15,7	15,5	15,7	15,2	15,0	15,1
Энергетический КПД МТА	0,30	0,31	0,29	0,31	0,29	0,30
Наименование показателя	Вид топлива					
	Глубина 0,2 м			Глубина 0,25 м		
	ДТ	ДТ80% + Э20%	ДТ60%+ Э40%	ДТ	ДТ80% + Э20%	ДТ60% + Э40%
Скорость движения, км/ч	9,5	9,6	9,4	8,8	8,5	8,7
Ширина захвата, м	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
Расход топлива, кг/ч	11,0	12,1	13,8	11,4	12,7	14,3
Тяговое сопротивление машины, кН	15,5	15,4	15,6	15,2	15,0	15,1
Энергетический КПД МТА	0,29	0,30	0,28	0,30	0,28	0,29

Как видно из таблицы, работа трактора на топливах с добавками этанола и рапсового масла практически не снижает энергетического КПД машинно-тракторного агрегата в сравнении с его работой на ДТ.

За прошедшие годы на основе совместных исследований международным коллективом авторов опубликовано свыше 50 научных работ в изданиях РИНЦ и ВАК, а также в изданиях, индексируемых МБД, по-

лучено более 20 патентов на изобретения и авторских свидетельств, изданы научные монографии, целый список трудов находится в печати. Текущие результаты регулярно докладывались и обсуждались на Международных научно-практических конференциях в Российской Федерации, Республике Беларусь, странах Европы и Азии. Ряд разработок нашли свое применение на производстве. Научные данные стали основой для написания нескольких диссертаций аспирантами и докторантами обоих вузов.

Заключение. Экспериментальными исследованиями установлено, что применение разработанных составов альтернативных топлив в ДВС позволит экономить до 70 % бензина, до 44 % дизельного топлива при сохранении мощности на уровне серийного двигателя, снизить выбросы в атмосферу с отработавшими газами основных токсичных компонентов; оксидов азота – в 1,3–1,5 раза, сажи – в 2,1–3,5 раза. Расчеты показывают, что использование новых составов альтернативных топлив позволит получить экономический эффект от снижения ущерба, наносимого токсичными компонентами, выбрасываемыми в атмосферу, равный примерно 100 тыс. российских руб./1 трактор в год.

Приказом ректора ВятГУ № 446-ТД от 25.07.2022 в настоящее время создан обособленный научный коллектив под руководством профессора С. А. Плотникова, ориентированный на вовлечение в работу всех заинтересованных лиц и коммерциализацию научных результатов. Ученые уверены, что совместная работа принесет пользу Республике Беларусь и Российской Федерации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Альтернативные виды топлива для двигателей / А. Н. Карташевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2013. – 376 с.
2. Карташевич, А. Н. Использование смесевых топлив на основе рапсового масла для сельскохозяйственных тракторов / А. Н. Карташевич, В. С. Товстыка. – Горки: БГСХА, 2012. – 210 с.
3. Карташевич, А. Н. Определение пределов работоспособности системы дизеля в условиях отрицательных температур / А. Н. Карташевич, А. В. Гордеенко, О. В. Понталев // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 191–199.
4. Карташевич, А. Н. Оптимизация эффективных показателей тракторного дизеля при работе на смесевом топливе / А. Н. Карташевич, Ш. В. Бузиков, С. А. Плотников // Вестник БГСХА. – 2022. – № 4. – С. 163–167.
5. Карташевич, А. Н. Применение методики планирования эксперимента в исследованиях свойств биотоплива / А. Н. Карташевич, С. А. Плотников // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 200–207.

6. Карташевич, А. Н. Применение топлив на основе рапсового масла в тракторных дизелях / А. Н. Карташевич, С. А. Плотников, В. С. Товстыга. – Киров: Авангард, 2014. – 144 с.

7. Карташевич, А. Н. Применение этанолсодержащих топлив в дизеле / А. Н. Карташевич, С. А. Плотников, Г. Н. Гурков. – Киров, 2011. – Ч. 1. – 115 с.

8. Карташевич, А. Н. Сотрудничество БГСХА и ВятГУ в области транспортного машиностроения / А. Н. Карташевич, Ш. В. Бузиков, С. А. Плотников // Вестник БГСХА. – 2022. – № 4. – С. 177–179.

9. Комплексная оценка этапов создания и применения этанола-топливных эмульсий в дизелях / С. А. Плотников [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2021. – № 9 (124). – С. 7–17.

10. Многокомпонентная биотопливная композиция / С. А. Плотников [и др.] // Патент РФ № 2752565, МПК С10L 1/10.

11. Плотников, С. А. Исследование процесса сгорания активированного топлива в автотракторном дизеле / С. А. Плотников, М. В. Мотовилов, А. Н. Карташевич // Тракторы и сельхозмашины. – 2022. – Т. 89, № 1. – С. 31–41.

12. Плотников, С. А. Топливная композиция / С. А. Плотников, А. Н. Карташевич, П. Н. Черемисинов // Патент РФ № 2642080, МПК С10Д 1/08.

13. Плотников, С. А. Топливная эмульсия / С. А. Плотников, А. Н. Карташевич, М. В. Смольников // Патент РФ № 2642078, МПК С10L 1/32.

14. Плотников, С. А. Электронная система подачи газового топлива в дизель с наддувом и охлаждением наддувочного воздуха / С. А. Плотников, А. Н. Карташевич, П. Ю. Малышкин // Патент РФ № 2633337, МПК F02M 43/00.

15. Система подачи дополнительного топлива в дизель / С. А. Плотников [и др.] // Патент РФ № 2687856, МПК F02M 43/00.

16. Шипин, А. И. Способ создания многокомпонентного биотоплива для применения в автотракторном дизеле / А. И. Шипин, П. Ю. Малышкин // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 239–242.

Аннотация. В совместных исследованиях УО БГСХА и ВятГУ изучены свойства различных нетрадиционных топлив, разработаны рекомендации по применению, созданы опытные образцы, проведены полевые испытания. Установлено, что применение разработанных составов позволит экономить до 70 % бензина, до 44 % дизельного топлива, снизить выбросы оксидов азота в 1,3–1,5 раза, сажи – в 2,1–3,5 раза. Возможно получить экономический эффект от снижения ущерба, причиняемого токсичными компонентами, около 100 тыс. российских руб/1 трактор в год.

Ключевые слова: биоресурсы, международное сотрудничество, альтернативное топливо, рапсовое масло, этанол, токсичные компоненты.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В. И. КОЦУБА, канд. техн. наук, доцент
В. А. ХИТРЮК, канд. техн. наук, профессор

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Развитие технического сервиса – одно из важных направлений развития и повышения конкурентоспособности агропромышленного комплекса Республики Беларусь.

В результате выполнения Государственной программы развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы аграриями страны было закуплено 5,4 тыс. тракторов (обновление парка составило 14 %), 1,4 тыс. зерноуборочных комбайнов (16 %), 1,0 тыс. кормоуборочных комбайнов (27 %), 2,0 тыс. грузовых автомобилей (12 %), 1,0 тыс. погрузчиков (14,3 %) и другая техника (обновление парка от 7 до 35 %). В результате энерговооруженность труда сельских работников возросла на 16,5 % и составила 76 лошадиных сил в расчете на 1 работающего в сельском хозяйстве [1].

Техническая оснащенность сельскохозяйственных организаций позволила проводить весь комплекс полевых работ по современным технологиям. В производстве продукции растениеводства и животноводства задействовано свыше 216 тыс. единиц сельскохозяйственной техники и оборудования, постоянно велось обновление и дооснащение машинно-тракторного парка.

Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь была разработана Информационно-поисковая система «Техсервис» и мобильное приложение для поиска запасных частей и узлов к сельскохозяйственной технике. Она позволяет оперативно получить информацию о наличии запрашиваемых запасных частей, их количестве и контактные данные продавца.

Также внедрена информационная система «Мониторинг технического обслуживания энергонасыщенной сельскохозяйственной техники» на базе информационно-поисковой системы «Машснаб».

Выполнялись мероприятия по внедрению технологий ресурсосберегающего точного земледелия и машин, обеспечивающих компью-

терное управление технологическим процессом. В 2020 г. сельскохозяйственными организациями Беларуси закуплено 327 тракторов, 69 зерноуборочных комбайнов и другая сельскохозяйственная техника, укомплектованная навигационной системой, 1,8 тыс. единиц техники оснащены системами контроля расхода топлива [1].

Цель работы – изучить состояние и перспективы развития технического сервиса техники для организаций агропромышленного комплекса Республики Беларусь.

Основная часть. Необходимость совершенствования технического сервиса в Республике Беларусь вызвана развитием технической базы организаций АПК – увеличением количества энергонасыщенной техники, усложнение ее конструкции за счет применения бортовых систем управления, навигации автоматического пилотирования и др. Кроме того оказывает влияние снижение численности работников и недостаток оборотных средств сельскохозяйственных организаций.

Для дальнейшего развития сельского хозяйства принята Государственная программа «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы [2] которая предусматривает полноценное обеспечение отраслей сельскохозяйственного производства техникой и эффективную систему ее эксплуатации, технического обслуживания и ремонта, цифровизацию отраслей и подотраслей агропромышленного комплекса, внедрение элементов системы точного земледелия, а также освоение новых ресурсосберегающих и наукоемких технологий.

Одной из проблем, сдерживающих развитие сельскохозяйственного производства, а также требующих изменений в структуре машинно-тракторного парка и организации технического сервиса, является уменьшение численности работников сельскохозяйственных организаций. За пятилетку списочная численность сократилась на 37,5 тыс. человек с 293,5 в 2016 г. до 256 тыс. человек в 2020 г. [1].

Для решения указанной проблемы предполагается углубление специализации предприятий с учетом почвенно-климатических и экономических условий хозяйствования, а также совершенствование структуры машинно-тракторного парка, предусматривающее обеспечение доли тракторов с двигателем мощностью 250 л. с. и более не менее 20 % от парка тракторов, доли зерноуборочных комбайнов с пропускной способностью 12 кг/с – не менее 85 %, доли кормоуборочных комбайнов, оснащенных двигателем мощностью 450 л. с., – 65 %, широкозахватных (6 и более метров) комбинированных почвообрабатывающих и почвообрабатывающе-посевных агрегатов – не менее 75 %, еже-

годное обновление не менее 6 % машинно-тракторного парка современной кормоуборочной техникой [1].

Второй проблемой является недостаток оборотных средств и низкий кредитный рейтинг сельскохозяйственных организаций, что ограничивает возможность обновлять машинно-тракторный парк, а также своевременно выполнять техническое обслуживание и ремонт техники. В результате, например, зерноуборочных комбайнов и тракторов выбыло в 1,9 раза больше, чем поступило, кормоуборочных комбайнов – в 1,3 раза.

Во многих сельскохозяйственных организациях более половины работ по ремонту и обслуживанию собственной техники выполняется самостоятельно. Кроме того, техническое обслуживание техники проводится бессистемно и нерегулярно, что приводит к ее интенсивному износу, сокращает надежность и ресурс техники из-за низкого качества ремонтно-обслуживающих работ. Это приводит к большим затратам в долгосрочном периоде, а также росту издержек на единицу производимой продукции из-за потерь продукции растениеводства в результате простоев техники и несоблюдения агротехнических сроков.

Кроме того, значительная часть техники, отремонтированной агросервисными предприятиями, не выкупается хозяйствами из-за финансовых проблем сельскохозяйственных организаций. Это увеличивает размер дебиторской задолженности за выполненные работы агросервисными предприятиями, ухудшает их финансовое состояние и снижает в целом эффективность ремонтного производства [3].

В этом случае возникает необходимость осуществлять целенаправленную бюджетную финансовую поддержку сельскохозяйственным организациям для выкупа на ремонтных предприятиях всех уровней отремонтированной техники, ее узлов и агрегатов. В случае отказа сельскохозяйственных организаций от выкупа отремонтированной техники ремонтное предприятие должно иметь возможность приобретения ее в свою собственность по остаточной стоимости и с последующей реализацией на вторичном рынке.

Имеются данные, которые показывают, что с увеличением площади сельскохозяйственных угодий прослеживается устойчивая тенденция сокращения затрат на ремонт, техническое обслуживание и эксплуатацию машинно-тракторного парка на 1 руб. стоимости валовой продукции сельского хозяйства.

В хозяйствах с площадью сельскохозяйственных угодий свыше 7,5 тыс. га затраты на ремонт и техническое обслуживание техники на

32 % ниже, чем в хозяйствах с площадью 3–4 тыс. га. Снижение затрат достигается за счет более полной загрузки техники и оптимального размера сельскохозяйственных угодий. При этом темп роста стоимости валовой продукции в крупных хозяйствах на 37,6 % опережает рост затрат на ремонт и техническое обслуживание техники. Аналогично затраты на техническое обслуживание и ремонт техники снижаются при увеличении энергооснащенности сельскохозяйственных организаций [3].

В настоящее время сервис сельскохозяйственной техники осуществляют дилерские (технические) центры заводов-изготовителей и специализированные организации агросервиса. Созданы мобильные ремонтные звенья, которые обеспечены средствами передвижения, сотовой связи, необходимым оборудованием и запасными частями.

Организациями агросервиса оказываются услуги по материально-техническому снабжению, техническому обслуживанию и ремонту сложной сельскохозяйственной техники. За ремонтный период 2019/2020 года на специализированных ремонтных организациях агросервиса и мотороремонтных заводов отремонтирован 761 трактор, 212 зерноуборочных и 159 кормоуборочных комбайнов, 2130 двигателей, 392 комбинированных почвообрабатывающих и почвообрабатывающе-посевных агрегата, 438 машин для внесения твердых органических и минеральных удобрений и другая техника [1].

Развитие технического сервиса должно осуществляться поэтапно, исходя из имеющегося в Республике Беларусь опыта функционирования трехуровневой структуры ремонтно-обслуживающей базы АПК, предприятий материально-технического обеспечения и других сервисных организаций, включая машинно-технологические станции.

Ключевая роль в повышении уровня технической оснащенности сельского хозяйства должна отводиться дальнейшему развитию фирменного технического обслуживания, включающего предпродажную подготовку и реализацию техники, гарантийное и послегарантийное обслуживание в течение всего периода эксплуатации.

Другим важным резервом улучшения технического оснащения сельскохозяйственных организаций, а также загрузки ремонтных и агросервисных предприятий является развитие вторичного рынка машин, который позволит улучшить количественный состав машинно-тракторного парка за счет более низкой стоимости подержанной техники. Потенциальными покупателями на вторичном рынке машин могут выступать более слабые хозяйства [4].

За рубежом в течение 20–30-летнего срока службы тракторы, комбайны и автомобили перепродаются 2–3 раза, переходя от одного собственника к другому [3, 4]. В Республике Беларусь вторичный рынок сельскохозяйственной техники развивается пока недостаточными темпами. Так, с 2016 г. организациями агросервиса на вторичном рынке реализовано 395 единиц полнокомплектной сельскохозяйственной техники, что составляет менее 4 % от реализованной за этот период техники (тракторов, комбайнов, погрузчиков, автомобилей) [1].

Основными исполнителями фирменного технического сервиса по примеру экономически развитых стран должны быть [5]:

- главный центр технического сервиса (в составе завода-изготовителя), который осуществляет оптовую торговлю машинами, включая шлейфы прицепных и навесных машин, запасными частями, организацию и координацию работы региональных центров технического сервиса, изучение конъюнктуры рынка, координацию заказа на производство машин и запасных частей, выполнение исследований по конструированию новой техники.

- региональный центр технического сервиса (один на область), который осуществляет торговлю машинами и запасными частями, их прокат, хранение, модернизацию и утилизацию, а также обучение работников сельскохозяйственных организаций и сервисных центров, выполняет все виды технического обслуживания и ремонта машин, включая восстановление деталей и узлов.

- официальный дилер или сервисный участок завода-изготовителя (один на группу сельскохозяйственных организаций), который осуществляет торговлю машинами и запчастями, текущий ремонт и техническое обслуживание, прокат техники, обучение работников сельскохозяйственных организаций, обработку информации о качестве машин и требований к ним. Дилеры фирменного технического сервиса подчиняются региональному центру и специализируются на конкретном виде или группе выпускаемой заводом-изготовителем техники.

Для защиты интересов сельскохозяйственных организаций должна быть создана независимая система сертификации качества технического сервиса, финансируемая органами государственного управления или межхозяйственными ассоциациями потребителей услуг.

Заключение. Необходимость совершенствования технического сервиса в Республике Беларусь вызвана, с одной стороны, развитием технической базы сельскохозяйственных организаций, а с другой – снижением численности работников и недостатком средств

сельскохозяйственных организаций. Ремонт техники своими силами и нерегулярное техническое обслуживание приводит к сокращению ее ресурса и росту издержек на единицу производимой продукции из-за простоев техники и несоблюдения агротехнических сроков.

Возникает необходимость осуществлять бюджетную финансовую поддержку сельскохозяйственным организациям для выкупа отремонтированной техники, а в случае отказа от выкупа – приобретение ее ремонтным предприятием по остаточной стоимости с последующей реализацией на вторичном рынке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Итоговый отчет о выполнении Государственной программы развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы за весь период ее реализации [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа: <https://mshp.gov.by/prog/analitika.pdf>. – Дата доступа: 25.10.2022.

2. Государственная программа «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа: <https://www.mshp.gov.by/documents/ab2025.pdf>. – Дата доступа: 25.10.2022.

3. Сайганов, А. С. Повышение эффективности функционирования системы производственно-технического обслуживания сельского хозяйства / А. С. Сайганов; под ред. В. Г. Гусакова. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2012. – 311 с.

4. Гуськов, В. А. Развитие вторичного рынка сельскохозяйственной техники / В. А. Гуськов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2005. – № 2. – С. 3–6.

5. Технический сервис в агропромышленном комплексе Республики Беларусь. (Состояние, опыт, перспективы) / И. Н. Шило [и др.]. – Минск: ГУ «Учебно-методический центр Минсельхозпрода», 2004. – 47 с.

Аннотация. На развитие технического сервиса оказывает влияние как улучшение технической базы сельскохозяйственных организаций, так и имеющиеся у них проблемы – снижение численности работников и недостаток средств для обновления машинно-тракторного парка, своевременного технического обслуживания и ремонта. Развитие вторичного рынка машин, позволит улучшить количественный состав машинно-тракторного парка хозяйств за счет более низкой стоимости подержанной техники.

Ключевые слова: технический сервис, машины, техническое обслуживание, ремонт, вторичный рынок техники.

КРИТЕРИИ ФИЗИОЛОГИЧНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ ДОИЛЬНОГО АППАРАТА

Ю. А. КРУПЕНИН, ст. преподаватель
П. Ю. КРУПЕНИН, канд. техн. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. В современных условиях отрасль животноводства функционирует на основе интенсивных технологий, предусматривающих высокие уровни механизации и автоматизации производственных процессов, в связи с чем ее техническое переснащение приобретает совершенно новое смысловое наполнение. В последние годы достаточно четко наметилось изменение вектора развития технических средств в животноводстве – от создания техники для обеспечения существующих технологий к разработке новых технологических решений на базе принципиально новых машин и оборудования [1, 2, 6].

Существенным резервом повышения эффективности машинного доения коров является формирование комплексного подхода к механизации данной операции при учете всех нюансов и тонкостей физиологии животного. Используемые на молочно-товарных фермах и комплексах технологические приемы и оборудование для доения должны быть пронизаны тонкими нитями взаимосвязей элементов триединой системы «человек – машина – животное», в которой даже малое отклонение от нормы может стать фактором негативного влияния как на качество получаемой продукции, так и на здоровье животного [3, 5].

Основная часть. Для диагностирования доильных установок применяют специализированное оборудование. Из отечественных образцов подобного оборудования следует отметить прибор проверки доильных установок ППДУ-01 [4].

Пульсации сосковой резины в доильных стаканах анализируются по таким показателям, как частота и фазовый портрет, под которым подразумевается длительность отдельных фаз в рабочем цикле доильного аппарата. Для модулей управления доением укомплектованных электромагнитными пульсаторами фактическая частота пульсаций должна находиться в пределах $\pm 5\%$ от рекомендованного производителем значения.

В соответствии со стандартом ISO 5707:2007 [7] рабочий цикл двухтактного доильного аппарата делится на четыре фазы, обозначаемых латинскими буквами *A*, *B*, *C* и *D* (рис. 1).

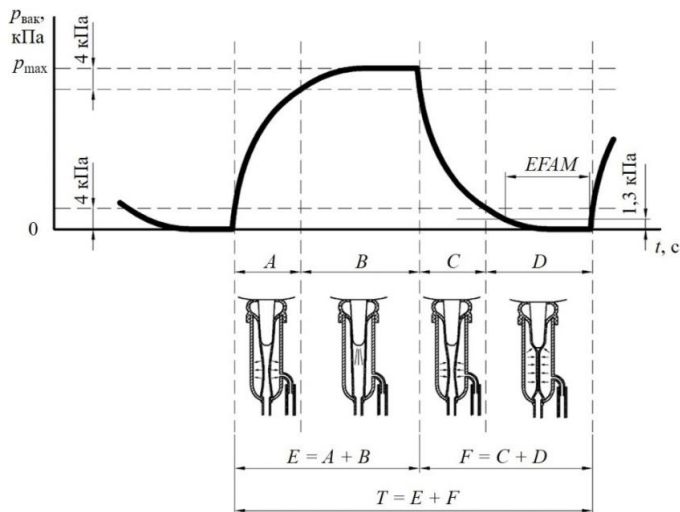


Рис. 1. Схема рабочего цикла двухтактного доильного аппарата

Фазой *A* называют часть рабочего цикла *T* доильного аппарата, в ходе которой разрежение в межстенной камере увеличивается с 4 кПа до уровня, расположенного на 4 кПа ниже максимального значения вакуумметрического давления p_{\max} . В этой фазе осуществляется переход сосковой резины из закрытого (сжатого) состояния в открытое.

В фазе *B* вакуумметрическое давление в межстенной камере доильного стакана находится в пределах от p_{\max} до $(p_{\max} - 4 \text{ кПа})$. Во время этой фазы сосковая резина полностью открыта и молоко выводится из соска. Очевидно, что продолжительность этой фазы оказывает непосредственное влияние на скорость доения: чем дольше длится фаза *B*, тем быстрее будет происходить выдаивание животного. Однако, кроме извлечения молока из вымени, в фазе *B* также происходит интенсивный отток внеклеточных жидкостей (кровь, лимфа и др.) к кончику соска. В нормально работающем доильном аппарате эти жидкости возвращаются обратно (выдавливаются к основанию соска) во время такта сжатия. Но если на фазу *B* будет отведено слишком много времени,

то длительности такта сжатия окажется недостаточно для полного размассирования скопившихся в кончике соска жидкостей. Как следствие, кончик твердеет, открытие сфинктера соска происходит неполноценно и поток молока закономерно снижается.

Стандартом ISO 5707:2007 «Установки доильные. Конструкция и рабочие характеристики» предписано, что фаза B должна занимать не менее 30 % времени рабочего цикла T доильного аппарата. В большинстве моделей современного доильного оборудования продолжительность этой фазы составляет 450–500 мс.

Фазы A и B вместе образуют такт сосания E , длительность которого определяется конструкцией и настройками пульсатора доильного аппарата. Поскольку $E = A + B$, то любое изменение в длительности любой из фаз влечет за собой обратное изменение другой фазы. Например, если фаза A увеличится на 50 мс, то фаза B неизбежно сократится на тех же 50 мс. Из этого следует, что фаза A не должна быть слишком долгой, поскольку в этом случае она будет автоматически укорачивать фазу извлечения молока B , что приведет к снижению производительности доильного аппарата. Производители доильного оборудования рекомендуют использовать значение в 140 мс в качестве верхней границы продолжительности фазы A .

С другой стороны, чрезмерно короткая фаза A также нежелательна. В этом случае сосковая резина раскрывается слишком быстро и объем подсосковой камеры резко увеличивается, что создает скачек вакуумметрического давления и разрежение в подсосковой камере становится больше, чем в коллекторе. Образование дополнительного разрежения нежелательно, поскольку при этом создаются условия для обратного движения (удара) молока из коллектора в доильный стакан. Для предотвращения обратного удара молока фаза A должна иметь продолжительность не менее 100 мс.

Во время фазы C вакуумметрическое давление в межстенной камере доильного стакана снижается с уровня ($p_{\max} - 4$ кПа) до 4 кПа и сосковая резина переходит из открытого состояния в закрытое. Фаза C должна составлять не менее 8 % времени рабочего цикла T . Производители доильного оборудования рекомендуют выдерживать продолжительность фазы C в пределах 100–130 мс. Более короткая фаза приводит к слишком быстрому закрытию сосковой резины с последующим резким ударом (хлопком) по соску, что вызывает у животных неприятные ощущения, выражающиеся в беспокойстве и попытках сбросить доильный аппарат с вымени.

Процесс закрытия сосковой резины в фазе *C* протекает аналогично ее открытию в фазе *A*. Продолжительность фаз *A* и *C* зависит не только от конструкции пульсатора, коллектора и длины вакуумных шлангов, но и от эластичности сосковой резины. Более жесткая сосковая резина быстрее переходит из закрытого (сжатого) состояния в открытое и медленнее в обратном направлении – из открытого в закрытое. Из этого следует, что при увеличении жесткости сосковой резины фаза *A* сокращается, а фаза *C* становится более продолжительной. Поскольку длительность тактов сосания $E = A + B$ и сжатия $F = C + D$ постоянна, то одновременно с коррекцией фаз *A* и *C* происходит симметричное увеличение фазы *B*, в ходе которой сосковая резина открыта, и сокращение фазы *D*, во время которой стенки сосковой резины сжимают сосок. Таким образом, увеличение жесткости сосковой резины приводит к более «агрессивному» воздействию доильного аппарата: длительность периода извлечения молока увеличивается, а длительность периода отдыха, напротив, сокращается.

В фазе *D* сосковая резина остается закрытой и оказывает массирующее действие на сосок. Для более точного учета интервала времени, на протяжении которого сосковая резина оказывает полноценное давление на сосок, в пределах фазы *D* выделяют период *EFAM*. Под периодом *EFAM* понимают время, в течение которого вакуумметрическое давление в межстенной камере доильного стакана не превышает 1,3 кПа. Согласно современным представлениям о физиологичности машинного доения считается, что фаза *D* должна составлять не менее 15 % от времени рабочего цикла *T* или не менее 150–170 мс, при этом длительность периода полного давления *EFAM* должна быть не менее 150 мс.

Верхняя граница варьирования оптимальной продолжительности фазы *D* составляет 280 мс. Более длительная фаза *D* часто является причиной бескровных и поэтому слишком вялых кончиков сосков. В этом случае требуется больше времени на то, чтобы при наступлении фазы *B* сфинктер соска смог полноценно открыться, а, следовательно, доение животного будет происходить медленнее.

Особое внимание при диагностировании доильной установки должно уделяться обеспечению одинакового режима работы для всех ее доильных аппаратов. Существенная разница частоты пульсаций или фазового портрета между доильными аппаратами приводит к маститу и снижению продуктивности коров.

Заключение. Условием физиологичного доения является минимизация воздействий на соски, приводящих к изменениям их формы или состояния. Только при его соблюдении операторы машинного доения могут быть уверены, что корова воспринимает доение как приятную процедуру. В противном случае, когда доильный аппарат оказывает негативный эффект на состояние сосков, молокоотдача снижается, а риск возникновения мастита повышается. Анализ фазового портрета доильного аппарата позволяет детально оценить физиологичность процесса машинного доения, на ранней стадии выявить и устранить возможные отклонения в работе пульсатора, а также определить ухудшение упругих свойств сосковой резины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Китун, А. В. Основы формирования поточных технологических линий на животноводческой ферме / А. В. Китун, П. Ю. Крупенин // Вестник БГСХА. – 2021. – № 2. – С. 160–164.
2. Крупенин, П. Ю. Диагностирование доильной установки в переходных режимах работы / П. Ю. Крупенин, Ю. А. Крупенин // Вестник Барановичского государственного университета. Серия: Технические науки. – 2022. – № 2 (12). – С. 94–99.
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. Использование прибора проверки доильных установок ППДУ-01 для диагностирования вакуумных насосных станций / Ю. А. Крупенин, П. Ю. Крупенин // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 130–135.
5. Оптимизация линии машинного доения коров / А. В. Китун [и др.] // Вестник БГСХА. – 2022. – № 2. – С. 176–180.
6. Рошка, Т. Б. Производственные технологии / Т. Б. Рошка, В. Н. Босак, О. В. Нилова. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 102 с.
7. Установки доильные. Конструкция и рабочие характеристики: ISO 5707:2007. – Введ. 15.02.2007. – Женева: Международная организация по стандартизации, 2007. – 60 с.

Аннотация. Рассмотрен современный подход к делению рабочего цикла доильного аппарата на отдельные такты и фазы. Проведен анализ влияния длительности отдельных фаз на физиологичность процесса машинного доения коров.

Ключевые слова: доильный аппарат; пульсация; сосковая резина; диагностирование; физиология машинного доения.

Секция 1. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

УДК 331.465

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЛЕТНЕ-ПАСТБИЩНОМ СОДЕРЖАНИИ СКОТА

В. Г. АНДРУШ, канд. техн. наук, доцент
Е. В. ШЕЛЕГОВА, ассистент
Т. И. ХАНДА, магистрант

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

Введение. В последние годы в агропромышленном комплексе реализуются реформы в области охраны труда, которые позволяют оценивать риски каждого конкретного предприятия с учетом индивидуальных особенностей производства с целью предупредить и снизить производственный травматизм. Однако, несмотря на все проводимые мероприятия, количество несчастных случаев на предприятиях АПК существенно не снижается [1, 4, 10, 18, 19].

Среди видов экономической деятельности «растениеводство и животноводство» занимает второе место после «промышленности» по количеству работающих, пострадавших в результате несчастных случаев на производстве. В 2021 г. было травмировано 365 человек, погибло 28. Экономическая деятельность «сельское, лесное и рыбное хозяйство» имеет самый высокий коэффициент частоты производственного травматизма, наряду с промышленностью и строительством. В 2020 г. этот показатель составлял 174,3 на 100 тыс. работников, 2021 – 132,0; со смертельным исходом 13,3 и 11,6 соответственно [5].

В представленном материале рассмотрены и проанализированы некоторые виды работ в животноводческой отрасли и даны рекомендации по составлению локальных нормативно-правовых актов.

Основная часть. Одна из самых травмоопасных профессий АПК – животновод. По количеству травм и несчастных случаев со смертельным исходом, она опережает такие профессии, как подсобный рабочий и тракторист (рис. 1). Чаще всего травмы происходят при таких видах работ, как техническое обслуживание и ремонт производственного оборудования (дробилки кормов, кормораздатчики, транспортеры для навозоудаления, грузоподъемные механизмы); уход за крупным рога-

тым скотом; транспортные перевозки; перегон и выпас животных [3, 7–9, 12, 13].



Рис. 1. Основные профессии работающих, пострадавших в результате несчастных случаев на производстве в 2021 г.

При летне-пастбищном содержании скота происходят несчастные случаи на производстве, в результате которых животноводы гибнут и получают травмы с тяжелыми последствиями. Причинами являются: неправильное (грубое) обращение с животными; нарушение правил погрузки, разгрузки, прогона и содержания животных; неприменение работниками СИЗ; применение технически неисправного оборудования для подвоза воды и производства животноводческой продукции на пастбищах; отсутствие или неисправность устройств молниезащиты, первичных средств пожаротушения в сторожевых домиках (вагончиках); действия опасных и вредных факторов природного характера.

Часто причиной гибели работников, занятых на открытых территориях, становится поражение грозовыми разрядами [12, 14].

В информационном письме Департамента государственной инспекции труда «О профилактике производственного травматизма при летне-пастбищном содержании скота» от 14.05.2011 [11] были даны рекомендации по разработке в Республике Беларусь нормативно-правовых актов по охране труда, устанавливающих меры безопасности работников при летне-пастбищном содержании скота, в том числе при выполнении работ в сложных метеорологических условиях, но это не решило данную проблему.

Вместе с тем необходимо указать, что при отсутствии в нормативных правовых актах требований, обеспечивающих безопасные условия

труда, «работодатели разрабатывают и включают в инструкции по охране труда требования по охране труда, обеспечивающие сохранение жизни, здоровья и работоспособности работающих в процессе трудовой деятельности», согласно пункту 5 главы 1 Инструкции о порядке принятия локальных нормативных правовых актов по охране труда для профессий и отдельных видов работ (услуг), утвержденной постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 28 ноября 2008 г. № 176 [6].

На практике, не все должностные лица сельскохозяйственных организаций отчетливо представляют возможность проявления опасных и вредных производственных факторов, существующих при выпасе животных на пастбищах, в том числе и природного характера, а, следовательно, не принимают должных мер по обеспечению здоровых и безопасных условий труда работников. Часто после проведения расследования несчастных случаев, происшедших при летне-пастбищном содержании скота устанавливается, что на пастьбу животных инструкции по охране труда в организациях не разрабатывались, обучение, инструктаж, стажировку и проверку знаний по охране труда работники не проходили. Выявляется необеспеченность животноводов СИЗ или использование непригодной для данного вида СИЗ [15].

Руководители организаций зачастую пренебрегают требованиями по охране труда, так как летне-пастбищное содержание скота является сезонным видом работ и на него нередко нанимают работников по гражданско-правовым договорам.

Отдельные из происшедших несчастных случаев с тяжелыми последствиями обусловлены нарушениями требований трудовой и производственной дисциплины (неосторожность, грубость в обращении с животными, неприменение СИЗ, нахождение в алкогольном опьянении на рабочем месте).

В мае 2022 г. были утверждены Правила по охране труда в сельском и рыбном хозяйстве [2, 16]. В пункте 5 перечислены возможные вредные и (или) опасные производственные факторы, которые повторяют указанные в типовой инструкции [17]. Отличие – появление фактора «нервно-психических перегрузок». В главе 13 «Требования к местам содержания и обслуживания животных и птицы» есть пункт 216 об обеспечении работающих на пастбищах условий для защиты от неблагоприятных погодных условий (атмосферных осадков, грозы) и их обогрева. Из главы 14 «Требования при выполнении работ, связанных с обслуживанием животных и птицы», можно выделить пункт 221,

непосредственно относящийся к выпасу скота, о необходимости использования для подгона животных при пастьбе ременного кнута.

Работники на летних пастбищах не обладают достаточными знаниями и умениями по соблюдению требований безопасности при обслуживании животных на пастбищах.

Вместе с тем, при внезапном ухудшении метеорологических условий, вызванных такими факторами, как ливни и грозы, работникам необходимо рекомендовать: перегнать скот на место постоянной стоянки – в летний лагерь, коровник; работнику укрыться в вагончике-бытовке, оборудованной системой молниезащиты; если нет такой возможности, то укрыться в лесу, лесных насаждениях или складках местности, где меньше вероятность поражения молнией; не стоять или не сидеть верхом на лошади на открытом пространстве; нельзя размещаться на возвышенности, под линиями передач, у одиноких деревьев, вышек и т. п. Можно сесть или встать на изоляционный материал [14].

Не рекомендуется находиться возле горящего костра; касаться головой, спиной или другими частями тела поверхности стволов, деревьев, металлических конструкций. Не следует находиться рядом с включенными электроприборами, проводкой, металлическими предметами, касаться их руками, располагаться вблизи заземления, использовать мобильный телефон.

Заключение. Разработка и выполнение требований нормативно-правовых актов в области охраны труда и пожарной безопасности обеспечит безопасность труда работников при летне-пастбищном содержании скота.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бараш, В. П. Страты ад траўматызму і іх прафілактыка на вытворчасці / В. П. Бараш, В. М. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 6–8.
2. Босак, В. Н. Охрана труда в сельском хозяйстве: изменения в законодательстве / В. Н. Босак // Вестник БГСХА. – 2022. – № 4. – С. 180–181.
3. Босак, В. Н. Требования охраны труда в различных отраслях АПК / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, Т. В. Сачивко // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 9–12.
4. Ващенко, А. В. Причины травматизма на производстве / А. В. Ващенко, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 15–16.
5. Доклад о соблюдении законодательства о труде и об охране труда в Республике Беларусь в 2021 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://git.gov.by/ru/page/doklad_o_sobludenii_zakonodatelstva/. – Дата доступа: 18.11.2022.

6. Инструкция о порядке разработки и принятия локальных нормативных правовых актов, содержащих требования по охране труда для профессий и (или) отдельных видов работ (услуг): постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 28.11.2008 № 176 (в ред. от 30.04.2020 № 44).

7. Ковтун, Р. В. Требования охраны труда при заготовке сена / Р. В. Ковтун, В. Н. Босак // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 75–77.

8. Кулакова, Е. В. Проблемы производственного травматизма и профзаболеваний в сельском хозяйстве / Е. В. Кулакова, О. А. Усова // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 7. – С. 23–26.

9. Лобан, А. Г. Охрана труда в животноводстве / А. Г. Лобан, О. В. Малашевская // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2019. – С. 30–32.

10. Мацкевич, Д. С. Пути снижения производственного травматизма в сельскохозяйственном производстве / Д. С. Мацкевич, В. А. Стряпченко, А. Е. Кондраль // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 82–84.

11. О профилактике производственного травматизма при летне-пастбищном содержании скота: информационное письмо Департамента государственной инспекции труда от 14.05.2011 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://new.gramota.ru/spravka/letters/85-rubric-79>. – Дата доступа: 18.11.2022.

12. Охрана труда / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.

13. Охрана труда: методические указания по разработке главы «Охрана труда» в дипломных проектах (работах) / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 32 с.

14. Пожарная безопасность в сельском хозяйстве / В. Н. Босак [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 209 с.

15. Порядок обеспечения и расчет потребности средств индивидуальной защиты / М. П. Акулич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 26 с.

16. Правила по охране труда в сельском и рыбном хозяйствах: постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 05.05.2022 № 29/44.

17. Типовая инструкция по охране труда для животновода: постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 05.03.2020 № 9.

18. Улаховіч, Н. У. Прычыны вытворчага траўматызму ў Рэспубліцы Беларусь / Н. У. Улаховіч, В. М. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 90–92.

19. Улаховіч, Н. У. Траўматызм на вытворчасці: размеркаванне па ўзросту і працоўнаму стажу / Н. У. Улаховіч, В. М. Босак // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 159–159.

Аннотация. Проводится обзор нормативных документов, связанных с охраной труда в животноводстве. Сделан вывод о недостаточной представленности в них сведений об отдельных видах работ в животноводстве. Предложены направления совершенствования охраны труда в отрасли.

Ключевые слова: охрана труда, животноводство, несчастный случай, выпас скота, вредные и опасные производственные факторы.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ХИМИЗАЦИИ ПОЧВЫ

В. С. АСТАХОВ, д-р техн. наук
В. В. ГУСАРОВ, канд. техн. наук, доцент
Г. О. ИВАНЧИКОВ, аспирант

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Применение удобрений – одно из основных условий повышения урожайности сельскохозяйственных культур, а также важное звено технологий их выращивания. Использование удобрений позволяет возвращать и вовлекать в круговорот питательные вещества взамен изъятых из агроценозов с основной и побочной продукцией, обеспечивая таким образом определенную устойчивость производственных процессов [1, 4, 5, 9, 12, 24].

Основная часть. По оценке многих специалистов, 50–60 % аграрной продукции в странах с развитым сельским хозяйством получают в результате применения минеральных удобрений [7, 15].

Статистические данные свидетельствуют о том, что в настоящее время за счет продукции, получаемой с помощью удобрений, обеспечивается пищей каждый четвертый житель нашей планеты. Следовательно, отказ от применения удобрений вызвал бы значительное сокращение производства продуктов питания. Речь может идти только об усовершенствовании технологий применения средств химизации, при которых исключались бы нежелательные последствия [3].

Минеральные удобрения оказывают прямое и косвенное действие на сельскохозяйственные культуры, на почвенную биоту и, кроме того, на развитие биологических процессов в природных водах. Неблагоприятное влияние удобрений на окружающую природную среду, те или иные компоненты агроценозов, может быть самое различное: загрязнение почв, поверхностных и грунтовых вод, усиление эвтрофикации водоемов, уплотнение почв; нарушение круговорота и баланса питательных веществ, ухудшение фитосанитарного состояния посевов и развитие болезней растений, снижение продуктивности сельскохозяйственных культур и качества получаемой продукции и т. д.

Внесение удобрений интенсифицирует микробиологические процессы в почвах. Однако чрезмерная активизация микробиологических процессов может иметь негативные экологические последствия, приво-

дя к ухудшению физико-химических и биологических свойств почв.

Основными причинами загрязнения окружающей среды удобрениями считают несовершенство организационных форм, а также технологий транспортировки, хранения, тукосмешения и применения удобрений, нарушение агротехнологии их внесения в севообороте и под отдельные культуры, несовершенство самих удобрений, их химических, физических и механических свойств.

Среди минеральных удобрений по содержанию основных компонентов выделяют азотные, калийные, фосфорные, известковые, а также микроудобрения [22].

Азот – основной элемент питания растений, поэтому азотные удобрения относятся к базисным компонентам химизации земледелия. Для получения высоких урожаев с хорошим качеством товарной продукции необходимо вносить в почву минеральные азотные удобрения, а также различные виды органических удобрений. Однако при несбалансированности элементов питания, нарушения водного режима, недостаточной освещенности и других неблагоприятных условиях, высокие дозы азотных удобрений могут привести к снижению почвенного плодородия и загрязнению продуктов питания нитратами.

Применение высоких доз азотных удобрений вызывает быструю минерализацию гумуса, азотсодержащих соединений почвы, рост газообразных потерь азота в ходе денитрификации и нитрификации, накопление нитратов в компонентах биогеоценоза. В результате денитрификации образуется диоксид азота, эмиссия которого в атмосферу приводит к уменьшению озонового слоя, защищающего живые организмы от жесткого ультрафиолетового облучения.

Проблема нитратов в сельскохозяйственной продукции тесно связана с низкой культурой земледелия. Применение азотных минеральных удобрений в высоких и сверхвысоких дозах ведет к тому, что избыток азота в почве вызывает поступление нитратов в растения в больших количествах. В последние годы отчетливо прослеживается тенденция увеличения производства сельскохозяйственной продукции (особенно овощной) с повышенным содержанием нитратов. Накопление нитратов в растениях происходит в результате того, что поглощенный азот не полностью расходуется на синтез аминокислот и белков (т. е. не все поглощенные нитраты восстанавливаются до аммиака) [10].

Причиной нарушения процессов ассимиляции нитратов в растениях могут служить до 20 факторов, среди них такие, как сроки, формы и дозы внесения удобрений, метеорологические условия, сортовые раз-

личия, сроки посадки и густота стояния растений, качество известкования, наличие и соотношение различных питательных веществ и т. д.

Недостаток магния и серы в растениях, молибдена и марганца в почве, а также снижение температуры воздуха, которое приводит к падению активности нитратредуктазы, также способствует накоплению нитратов. Увеличение доз азотных удобрений приводит не только к повышению содержания нитратов в продукции, но и к снижению в ней содержания витамина С, сахаров и других веществ, а следовательно, и ее биологической ценности [17, 19].

Нитраты в растениях распределяются неравномерно. В генеративных органах нитраты отсутствуют или содержатся в меньших количествах, чем в вегетативных. В корне, стебле и черешках листьев нитратов значительно больше, чем в листовой пластинке. Активное накопление нитратов отмечается в сочных овощных и бахчевых культурах.

Для создания условий, благоприятствующих получению полноценного урожая, необходимо наличие в почве достаточного количества доступного фосфора. Однако трети посевной площади Беларуси характеризуется низким содержанием этого элемента. Кроме того, если дефицит азота можно компенсировать внесением органических удобрений или фиксацией атмосферного азота, то недостаток фосфора можно устранить только внесением минеральных удобрений [22].

С фосфорными удобрениями в почву могут попадать токсичные элементы, например, соединения фтора. Большая часть фосфора, используемого как удобрение, остается в почве, так как связывается с содержащимися в ней кальцием, алюминием, железом. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о наличии в природных фосфатах радиоактивных элементов – урана, радия. По существующим кислотным способам переработки природного фосфатного сырья основная часть фтора, а также весь стронций остаются в удобрениях и попадают вместе с ними в почву.

Калийные удобрения (хлористый калий, калийная соль) содержат так называемые балластные элементы (Cl, Na), которые могут накапливаться в почве при систематическом применении повышенных доз удобрений, снижая ее плодородие. Эти элементы попадают в грунтовые воды, повышая в них концентрацию солей. Немалую опасность вызывают содержащиеся в калийных удобрениях металлы (Cd, Hg, Pb, Al), которые могут накапливаться в живых организмах, проникать в грунтовые воды и т. д. Для предотвращения больших потерь калия на связанных почвах его следует вносить под основную обработку почвы [6, 22].

В настоящее время пока отсутствуют радикальные способы борьбы с загрязнением окружающей среды нитратами и фосфатами минеральных удобрений. Однако разработано достаточно эффективных частных способов и приемов, позволяющих исключить ущерб, причиняемый ими природе и человеку. Прежде всего, должны соблюдаться правила хранения, транспортировки и применения удобрений.

Как показывает практика, отрицательные последствия обусловлены не самими удобрениями как таковыми, а главным образом ошибками, допускаемыми при их производстве, хранении, транспортировке и применении. В профилактике загрязнения окружающей среды большое значение имеют рациональные технологии применения удобрений (правильный выбор дозы, сроки и способы внесения, способы регулирования процессов нитрификации, использование высококонцентрированных удобрений с малым количеством балластных веществ и др.). Не рекомендуется вносить азотные удобрения без заделки в почву [21].

Снижение потерь питательных элементов минеральных удобрений вследствие вымывания можно достичь как агротехническими, так и химическими способами. Среди последних представляет интерес применение медленнодействующих удобрений, питательные элементы которых усваивались бы растениями постепенно, а также использование ингибиторов нитрификации [13, 22].

В системе удобрений важное значение имеют органические удобрения [8, 11, 16]. Но обеспечить высокие и устойчивые урожаи сельскохозяйственных культур только за счет органических удобрений достаточно проблематично, особенно в условиях дерново-подзолистых почв.

Кроме того, даже систематическое применение органических удобрений не позволяет добиться оптимального соотношения основных элементов питания в определенные периоды роста и развития, поскольку все культуры на первых фазах развития требуют обязательного наличия фосфора, озимые – весенней подкормки азотом [22].

Питательные вещества из минеральных удобрений максимально используются растениями почти сразу же после их внесения, а из органических – постепенно, по мере минерализации органического вещества. Поэтому при необходимости быстрого воздействия на питание растений следует вносить минеральные удобрения. Если последние в основном улучшают питательный режим почвы, то органические удобрения наряду с этим обогащают ее гумусом, улучшают физико-химические свойства, увеличивают активность почвенной микрофлоры. Внесение органических удобрений в сочетании с минеральными превосходит по

своей эффективности воздействие эквивалентного количества питательных веществ, применяемых только в виде органических или минеральных удобрений [7, 9].

Важным условием повышения продуктивности использования минеральных удобрений является применение современных машин и агрегатов. Особое внимание стоит обратить на применение агрегатов с дифференцированным способом ввода твердых минеральных удобрений [2, 14, 18, 20].

Заключение. Использование органоминеральной системы удобрения в сочетании с другими агротехническими приемами создает надежную основу для повышения плодородия почв, роста урожайности сельскохозяйственных культур, регулировании качества продукции и минимизации отрицательного воздействия на окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Астахов, В. С. К вопросу значимости минеральных удобрений в управлении производственным процессом и повышение их эффективности при использовании различных машин и способов внесения / В. С. Астахов, Г. О. Иванчиков // Вестник БГСХА. – 2022. – № 2. – С. 192–194.
2. Астахов, В. С. К вопросу учета физико-механических свойств твердых минеральных удобрений при разработке перспективных машин для их внесения / В. С. Астахов, Г. О. Иванчиков // Молодежь и инновации. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 91–94.
3. Астахов, В. С. Проблемы применения систем точного земледелия при дифференцированном внесении твердых минеральных удобрений и пути их решения / В. С. Астахов, Г. О. Иванчиков // Вестник БГСХА. – 2022. – № 1. – С. 133–136.
4. Босак, В. Н. Агроэкономическая эффективность применения удобрений в зерно-пропашном севообороте / В. Н. Босак, О. Ф. Смеянович // Природнае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця. – Брэст: Акадэмія, 2006. – Т. I. – С. 38–41.
5. Босак, В. Н. Агроэкономическая эффективность применения удобрений при возделывании технических культур / В. Н. Босак // Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрений. – Горки: БГСХА, 2006. – С. 30–32.
6. Босак, В. Н. Калийные удобрения / В. Н. Босак // Республика Беларусь: энциклопедия. – Минск, 2006. – Т. 3. – С. 840.
7. Босак, В. Н. Оптимизация питания растений / В. Н. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. – 203 с.
8. Босак, В. Н. Органические удобрения / В. Н. Босак. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 256 с.
9. Босак, В. Н. Система удобрения в севооборотах на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах / В. Н. Босак. – Минск, 2003. – 176 с.
10. Босак, В. Н. Содержание нитратов в растениеводческой продукции в зависимости от погодных условий и применения удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / В. Н. Босак, Е. Г. Мезенцева, Т. В. Дембицкая // Почвоведение и агрохимия. – 2007. – № 1. – С. 167–172.
11. Босак, В. Н. Условия эффективного применения органических удобрений / В. Н. Босак // Наше сельское хозяйство. – 2010. – № 3. – С. 28–32.

12. Босак, В. Н. Условия эффективного применения удобрений в зерновом севообороте / В. Н. Босак // Проблемы эффективного применения удобрений в зерновом севообороте. – Минск: Хата, 2000. – С. 58–62.

13. Влияние ингибиторов нитрификации на урожайность зеленой массы кукурузы на дерново-подзолистых супесчаных почвах / И. Ю. Веробей [и др.] // Научные основы и практические приемы повышения плодородия почв Урала и Поволжья. – Уфа, 1988. – С. 126.

14. Иванчиков, Г. О. К вопросу выбора пневматической системы для равномерного внесения гранулированных минеральных удобрений / Г. О. Иванчиков, В. С. Астахов // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки, БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 262–267.

15. Лапа, В. В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности / В. В. Лапа, В. Н. Босак. – Минск, 2002. – 184 с.

16. Марцуль, О. Н. Влияние различных видов органических удобрений на накопление гумуса в почве / О. Н. Марцуль, В. Н. Босак // Современные технологии сельскохозяйственного производства. – Гродно: ГГАУ, 2012. – С. 69–70.

17. Минюк, О. Н. Продуктивность и аминокислотный состав бобовых овощных культур в зависимости от применения удобрений / О. Н. Минюк, В. Н. Босак // Овощеводство. – 2021. – Т. 29. – С. 72–79.

18. Научно-технические основы построения машин химизации земледелия / Л. Я. Степук [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 410 с.

19. Приемы возделывания бобовых овощных культур / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 183 с.

20. Пронин, А. Ф. Заделка минеральных удобрений почвообрабатывающими машинами / А. Ф. Пронин // Известия ТСХА. – 1964. – № 6. – С. 30–35.

21. Сендюков, О. В. Качество и способы внесения удобрений – важные факторы повышения их эффективности. / О. В. Сендюков, Л. С. Кубарева // Основные условия эффективного применения удобрений. – Москва: Колос, 1983. – С. 9–12.

22. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 390 с.

23. Факторы воздействия на окружающую среду / О. В. Кадацкая [и др.] // Состояние природной среды Беларуси. – Минск. 2007. – С. 298–329.

24. Bosak, V. Influence of long-term application of fertilizers on crop rotation productivity and fertility of Podzoluvisol / V. Bosak, A. Smeyanovich // Practical Solutions for Managing Optimum C and A Content in Agricultural Soils III. – Prague, 2005. – P. 6.

Аннотация. Для обеспечения экологического равновесия при применении средств химизации должны соблюдаться правила хранения, транспортировки и применения удобрений. В профилактике загрязнения окружающей среды большое значение имеют также рациональные технологии применения удобрений. Лучшую агроэкологическую эффективность обеспечивает использование органоминеральной системы удобрения в сочетании с другими агротехническими и биологическими приемами.

Ключевые слова: почва, сельское хозяйство, экология, удобрения.

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ ГЛУШИТЕЛЕЙ ШУМА ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Г. И. БЕЛОХВОСТОВ, канд. техн. наук, доцент
М. В. БРЕНЧ, ст. преподаватель
М. В. КУНАШ, аспирант
Е. С. АНДРУХОВИЧ, А. Р. КОЖЕНЕВСКИЙ, студенты

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

Введение. Шум определяют как всякий нежелательный для человека звук. С физической точки зрения шум – это беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности (силы), возникающих при механических колебаниях в твердых, жидких и газообразных средах, частоты которых лежат в диапазоне от 16 до 20 000 Гц (звуковые, или акустические колебания). Колебания с частотой ниже 16 Гц (инфразвук) и выше 20 кГц (ультразвук), хотя и не воспринимаются органами слуха, также могут оказывать неблагоприятное воздействие на организм человека [3, 7, 9, 11, 12, 15, 16].

За 2021 г. распределение по основным нозологическим формам в группе профессиональных заболеваний, обусловленных воздействием физических факторов трудового процесса: по-прежнему превалирует нейросенсорная тугоухость – 85,7 % от количества всех заболеваний в данной группе [13, 17].

Несмотря на исключительную научную направленность и экономические усилия, переход от ДВС к полностью электрическим двигателям будет долгим и сложным. ДВС в ближайшие годы будут по-прежнему играть фундаментальную роль как в качестве традиционных двигателей, так и в составе гибридных силовых агрегатов. Исходя из изложенного, снижение уровня шума тракторов, самоходных сельскохозяйственных и транспортных машин совершенствованием системы выпуска ОГ является важной задачей [14].

Основная часть. Задача ГШ состоит в том, чтобы сгладить пульсации струи отработавших газов в такой мере, чтобы по выходе из выпускного органа двигателя в свободную среду газовая струя не содержала составляющих, оказывающих заметное с точки зрения громкости влияние на ухо [5, 6, 14].

Аналогичная задача в области электротехники состоит в сглаживании пульсирующего тока от однофазного выпрямителя, пропущенного через фильтр, в такой степени, чтобы после фильтрующего устройства получался только постоянный ток с допустимой мерой пульсации.

Для целей глушения выхлопа необходимо подобрать такой акустический фильтр, который по возможности уничтожал бы все пульсации газового потока, а постоянный поток газовой струи пропускал бы неослабленным.

Пульсации газовой струи можно свести к минимуму двумя путями: превращением энергии пульсации газового потока в тепловую энергию; не пропускать энергию пульсации из источника в среду. Заметим, что во всех случаях глушения выхлопа двигателя постоянный поток газа должен выпускаться в среду с возможно меньшим сопротивлением. Очевидно, что чем меньше сопротивление глушителя постоянному потоку, тем меньше ГШ снижает мощность двигателя [14].

Разработка ГШ выпуска – важное направление шумозащиты транспортных машин. Над проектированием и производством глушителей работают множество фирм и специалистов. В этой области отсутствует сколько-нибудь серьезная унификация, почти к каждой новой транспортной машине создается свой ГШ. Несмотря на многообразие технических решений, до настоящего времени не создана единая научно обоснованная методика расчета геометрических параметров перфорации внутренних элементов глушителя, что существенно усложняет их разработку [5, 6, 14].

Уравнение баланса звуковой энергии (мощности) в ГШ (рис. 1) имеет вид:

$$P_{\text{прош}} = P_{\text{пад}} - (P_{\text{отр}} + P_{\text{погл}} + P_{\text{изл}}) + P_{\text{ген}},$$

где $P_{\text{пад}}$, $P_{\text{прош}}$, $P_{\text{отр}}$, $P_{\text{погл}}$, $P_{\text{изл}}$, $P_{\text{ген}}$ – соответственно, звуковая энергия падающих, прошедших, отраженных волн, энергия, поглощенная в ГШ, излучаемая в пространство и генерируемая в нем в единицу времени.

ГШ – специально разработанные устройства, предназначенные для преобразования энергии потока ОГ, обеспечивая его свободный проход и блокируя распространение акустической волны от источника к окружающей среде. ГШУ – теплообменник, совмещенный конструктивно с ГШ транспортного средства и утилизирующий тепловую энер-

гию ОГ ДВС для использования в отопительных системах специальных обогреваемых транспортных средств, передвижных пунктов питания и автомагазинам [2].

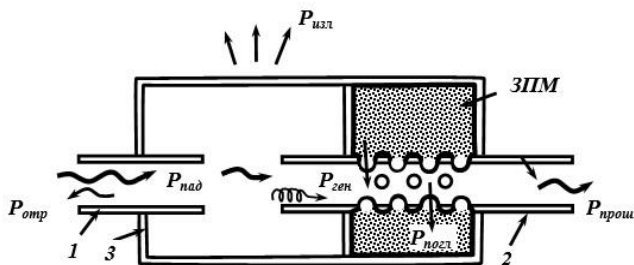


Рис. 1. Распределение потоков звуковой энергии в ГШ: 1 – приемная труба ГШ; 2 – выпускная труба; 3 – корпус ГШ; ЗПМ – звукопоглощающий материал

Согласно ГОСТ 31328-2006 (ИСО 14163:1998) «Руководство по снижению шума глушителями» в соответствии с преобладающим механизмом ослабления ГШ могут быть классифицированы следующим образом: диссипативные глушители; реактивные глушители, включая резонаторные и отражательные; глушители сброса; активные глушители [10, 19].

По процессу утилизации (отбора) энергии отработанных газов в выпускных трактах ДВС: глушители-утилизаторы ГШУ (встроенные утилизационные теплообменники самых разных конструкций: пластинчатые, трубчатые, змеевиковые, «греющие рубашки» и др., и связаны, прежде всего, с внешним воздействием на газовый поток $q_{\text{вн}} (dq_{\text{вн}} < 0)$, с диссипацией части механической энергии и превращением её в теплоту трения ($dq_{\text{тр}} > 0$) и с возникновением в газовом потоке вследствие химических экзотермических реакций окисления оксидов азота NO_x внутреннего источника теплоты $q_{\text{хим}} (dq_{\text{хим}} > 0)$ [4, 10].

ГШ поршневых ДВС должен отвечать следующим основным требованиям: обеспечивать минимально возможное аэродинамическое сопротивление при максимально возможном снижении уровня шума выпуска ОГ ДВС; иметь простую конструкцию, минимальное количество внутренних деталей, небольшую массу, улучшенную производственную технологичность конструкции по размерам и формам поверхности внутренних деталей, сокращению числа технологических операций и их унификацию, снижение затрат труда на изготовление и

сборку; обладать технологической и конструктивной преимуществом, возможностью унификации основных деталей ГШ и создания параметрического ряда ГШ семейства машин заданного класса.

Требования к ГШУ: заданная тепловая эффективность на всех режимах работы ДВС; малое аэродинамическое сопротивление как со стороны ОГ, так и со стороны подогреваемого воздуха; механизм регулирования тепловой нагрузки; небольшая масса при развитой поверхности нагрева; технологичность при изготовлении и нетрудоемкость при техническом обслуживании [2].

По результатам исследований предложены инновационные модели ГШ, которые могут быть использованы в системах выпуска ОГ поршневых ДВС транспортных и самоходных сельскохозяйственных машин [1, 8, 14, 18].

В ОАО «Минский тракторный завод» проходит испытания новая конструкция глушителя шума. ЗАО «Амкор-Пинск» готовится к изготовлению опытных образцов глушителей шума [14].

Заключение. Сформулированы современные подходы к разработке ГШ поршневых ДВС. Представлена классификация ГШ ДВС, основные требования к ним. Предложены инновационные модели ГШ поршневых ДВС, опытные образцы которых успешно проходят испытания на предприятиях-изготовителях самоходной сельскохозяйственной техники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ существующих методов защиты от шума и современные направления их совершенствования / А. А. Пинчук [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – Могилев: БГУТ, 2022. – Т. 2. – С. 324–325.
2. Белохвостов, Г. И. Выбор оптимальной конструкции глушителя шума поршневых двигателей внутреннего сгорания / Г. И. Белохвостов, М. В. Бренч, С. В. Акуленко // Актуальные проблемы и перспективы развития сельских территорий и кадрового обеспечения АПК. – Минск: БГАТУ, 2022. – С. 422–426.
3. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак. – Старый Оскол: ТНТ, 2022. – 356 с.
4. Влияние процессов утилизации энергии отработавших газов поршневых двигателей внутреннего сгорания на газодинамические и акустические характеристики глушителей шума / В. Я. Груданов [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя фізіка-тэхнічных навук. – 2022. – Т. 67, № 3. – С. 307–317.
5. Груданов, В. Я. Моделирование и оптимизация гидравлических и акустических характеристик глушителей шума поршневых двигателей на основе теории чисел / В. Я. Груданов, Г. И. Белохвостов, Л. Т. Ткачева // Горная механика и машиностроение. – 2020. – № 4. – С. 28–42.
6. Груданов, В. Я. Научно-практические подходы к совершенствованию конструкций глушителей шума поршневых двигателей внутреннего сгорания на основе

теории чисел / В. Я. Груданов, Г. И. Белохвостов, Л. Т. Ткачева // Наука и техника. – 2021. – Т. 20, № 4. – С. 434–444.

7. 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.

8. Инновационная конструкция глушителя шума поршневых двигателей с улучшенными гидравлическими и акустическими характеристиками на основе теории чисел // Инновации в машиностроении; руков. разработки В. Я. Груданов, Г. И. Белохвостов. – Бобруйск: БелИСА, 2019. – С. 18–19.

9. Исследование производственного шума / А. Е. Кондраль [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – 15 с.

10. Классификация и особенности эксплуатации глушителей шума выпуска отработанных газов самоходной сельскохозяйственной техники / А. А. Пинчук [и др.] // Современные направления повышения эффективности использования транспортных систем и инженерных сооружений в АПК. – Рязань: РГАУИ, 2022. – С. 348–352.

11. Ковалевич, З. С. Безопасность жизнедеятельности человека / З. С. Ковалевич, В. Н. Босак. – Минск: МИТСО, 2015. – 392 с.

12. 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.

13. Микулич, И. В. Профессиональная заболеваемость в 2021 году / А. Л. Микулич // Охрана труда. Технологии безопасности. – 2022. – № 4. – С. 21–27.

14. Новые направления в конструировании глушителей шума поршневых двигателей внутреннего сгорания / В. Я. Груданов [и др.] // Вестник БарГУ. Серия: технические науки. – 2022. – № 2 (12). – С. 74–84.

15. Оказание доврачебной помощи пострадавшим при несчастных случаях на производстве / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 46 с.

16. Охрана труда / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.

17. Рыбина, А. Л. Шум как физический фактор. Влияние на организм и профилактика на производстве / А. Л. Рыбина, И. П. Семенов // Охрана труда. Технологии безопасности. – 2021. – № 7. – С. 74–79.

18. Ткачева, Л. Т. Совершенствование конструкций глушителей шума двигателей внутреннего сгорания / Л. Т. Ткачева, Г. И. Белохвостов, М. В. Бренч // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции. – Минск: БГАТУ, 2021. – С. 177–180.

19. Шум. Руководство по снижению шума глушителями: ГОСТ 31328-2006 (ИСО 14163:1998). Введ. 01.04.2007. – Москва: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2007. – 66 с.

Аннотация. Сформулированы современные подходы к разработке глушителей шума (ГШ) поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Представлена классификация ГШ ДВС, основные требования к ним. Предложены инновационные модели ГШ поршневых ДВС.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, глушитель шума, глушитель шума-утилизатор теплоты отработавших газов, отработавшие газы.

РОЛЬ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА В ПРОЦЕССЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ТРУДА В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

А. А. БОЖАНОВ, канд. техн. наук, доцент
И. В. ЛОПАТИН, студент

Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина,
Орел, Российская Федерация

Человеческий фактор играет важную роль в обеспечении безопасности труда на производстве, предупреждению травматизма и профессиональных заболеваний [1–5, 7–9, 11–15, 17].

Цель исследования – предупреждение производственного травматизма за счет улучшения условий труда работников.

Объект исследования: работник как элемент системы труда.

1. Влияние состояния работника на безопасность.

1.1. Причины совершения ошибок.

Для обеспечения безопасности труда также важно состояние рабочей среды, в которой осуществляется трудовая деятельность, она может отрицательно повлиять на состояние и здоровье человека, если конфигурация этой среды, опасные вещества и производственные факторы превышают допустимые значения [18]. Многие несчастные случаи связаны не столько с воздействием на человека элементов машин и оборудования, сколько с условиями труда и состоянием конкретного работника. Человек обладает самой высокой приспособляемостью к разнообразным условиям деятельности. Приспособляемость работника, как главного звена в системе труда несоизмерима с возможностями техники и технологии. Достаточно сказать, что профессионально пригодный, здоровый, обученный и адаптированный работник на 10000 движений делает одну ошибку, а уставший одну ошибку на 100 движений. При неблагоприятных условиях труда, снижении работоспособности организма, эта приспособляемость резко падает.

Кроме того, длительная работа при вредных условиях труда может привести к профессиональным заболеваниям, инвалидности работников, нарушению репродуктивной функции человека.

Причины совершения человеческих ошибок различны, это могут быть чисто субъективные факторы: отсутствие необходимых для этой

работы качеств психологического или физиологического порядка, недостаток знаний или опыта, нарушение физического или эмоционального состояния и т. д. [6, 16]. На несчастные случаи также влияют многие социальные факторы, такие как психологический климат в коллективе, принятая система стимулирования труда, условия жизни. Поэтому выявление и предотвращение причин неудач, ошибок, преднамеренных и случайных опасных действий человека оказывается задачами высокой неопределенности и сложности.

Психология безопасного труда, как научная дисциплина, стремится найти и предложить специалистам конкретные рекомендации для решения этих задач. В конечном счете, человеческий фактор должен стать надежным звеном в системе мер по обеспечению безопасной работы.

Практика показывает, что поведение работника можно характеризовать как безопасное, в следующих случаях:

- выполняет работы согласно с технологическим регламентом с соблюдением требований безопасности;
- в опасных ситуациях действует уверенно, в установленном порядке;
- соблюдает трудовую дисциплину, правила внутреннего трудового распорядка [10].

1.2. Роль мотивации в трудовой деятельности человека.

Хотелось бы отметить, что основой человеческого поведения является также мотивация – система факторов, которая включает в себя потребности, цели, намерения, ценности, установки, интересы и др. Мотивация определяет направленность и активность человеческого поведения в целом, однако конкретный поступок, конкретное действие происходит под влиянием явления, который называют мотивом. Мотивация постоянно обновляется и меняется в процессе обучения, воспитания и самообразования, накопления жизненного опыта, соответственно, меняются и мотивы конкретных действий, поступков.

Важную роль в формировании мотивации играют психологические потребности и установки. Потребность – это состояние, при котором человек испытывает необходимость в чем-то или в ком-то. Психологические установки – это предрасположенность к определенным действиям.

Трудовая деятельность у работника может быть освоена при помощи следующих установок:

– установка выгоды – оплата труда является приоритетом для работника;

– установка на безопасность – работник уверен, что сохранение его жизни и здоровья превыше всего, что для этого необходимо соблюдать требования безопасности, избегать опасных ситуаций, быть предельно бдительным и т. д.;

– установка для экономии сил, удобства;

– установка на получение удовлетворения от процесса работы, ее результата;

– установка действовать как это принято определенной группой или в определенном коллективе.

1.3. Стимулирование безопасного поведения человека.

Для мотивации безопасного поведения в рабочем процессе обычно используются положительные стимулы за безопасную работу и отрицательные (штрафы) за нарушение требований безопасности.

Желательно, чтобы система стимулирования безопасного труда содержала как моральное, так и материальное стимулирование. Моральное стимулирование, это когда своевременное соблюдение требований безопасности служит примером для других, социально поощряется. Материальное стимулирование служит для усиления мотивации безопасности, оно должно быть направлено на то, чтобы безопасная работа была материально более прибыльной. Выбор вида вознаграждения за работу обычно не связан с вопросами безопасности, хотя связь здесь очень существенна. Сдельная оплата неприемлема на работах с высоким риском, поскольку повышение производительности может произойти за счет нарушения безопасного поведения. Данный вид оплаты труда должен применяться только при условии, когда применяются обоснованные нормы труда, ведется контроль не только в отношении количества и качества работы, но и в соответствии с требованиями безопасности.

Если работник намеренно нарушает требования безопасности, угроза наказания и само наказание могут стать эффективным способом психологического воздействия на сотрудника. Поэтому важно, чтобы каждый работник четко понимал, за что он несет ответственность и какое наказание может быть за следующие нарушения.

Международный опыт показывает, что награда за безопасную работу является эффективным способом повышения безопасности на производстве. Стимулы не только повышают мотивацию к точному выполнению правил и безопасной транспортировке, но и способствуют

ют закреплению хороших результатов работы, отбору и организации наилучшей и безопасной работы с приемами воздействия на психику.

Отмечая важность стимулирования за безопасную работу, следует обратить внимание, что стимулирование должно осуществляться сразу после достижения успеха, и чем дольше задержка, тем меньше будет эффект от таких поощрений.

2. Влияние различных условий труда на производительность работника.

Удлинение рабочего дня не приводит к желаемому увеличению объёма и качества работ, так как операторы для восстановления своей работоспособности делают дополнительные нерегламентированные перерывы, продолжительность которых составляет 40–45 % от оперативного времени. При этом также простаивает техника, нарушаются технологии. Технические возможности машин ограничиваются работоспособностью оператора и при работе, так как последний для сохранения работоспособности занижает скоростные режимы машины и переходит на энергозатратные знакомые технологии.

Выявлены негативные факторы условий труда при выполнении трудового процесса, которые приводят к потерям рабочего времени на дополнительные нерегламентированные перерывы (время простоя), которые представлены в таблице.

Негативные проявления неблагоприятных условий труда

№	Показатели условий труда	Время простое в, % от оперативного
1	Физические усилия (незначительные, средние, тяжелые, очень тяжелые)	1–9
2	Нервное напряжение (сложность, точность, требования безопасности)	1–5
3	Темп работы (умеренный, средний, высокий)	1–4
4	Рабочее положение (ограниченное неудобное, неудобно-стесненное, очень неудобное)	1–4
5	Монотонность работы	1–3
6	Температура, влажность, излучение	1–5
7	Загрязненность воздуха (незначительная, средняя, повышенная, сильная, очень сильная)	1–5
8	Уровень шума (умеренный, повышенный, сильный)	1–4
9	Вибрация (повышенная, сильная, очень сильная)	1–4
10	Освещенность (недостаточная, повышенная, ослепление)	1–2

Неблагоприятные условия труда приводят к увеличению простоя исправного оборудования.

Учитывая коэффициент использования рабочего времени, который составляет 0,6–0,7, можно увеличить результативность труда на 20–25 %, доведя условия труда до допустимых.

Кроме того, нами были проведены исследования влияния развёрнутой предметной деятельности учебного процесса университета, которые влияют не только на качество обучения, но и безопасность и результативность учебного процесса. Например, в учебном процессе университета были выявлены следующие проявления негативных факторов условий труда: в аудиториях не все лампы работают; скрипят дверные петли; слишком мало мест для отдыха; в лекционных аудиториях спинка стульев имеет неудобный наклон; неудобный распорядок дня, несогласованность маршрутов движения транспорта с потоком движения обучающихся на занятия.

Заключение. Обеспечение безопасности на сельскохозяйственном производстве задача работодателя, поэтому необходимо принимать различные меры для повышения безопасности и результативности труда. Следует устранять причины, способствующие негативному настроению, вызывающие отрицательные эмоции, беспокойства и страхи у работников, стимулировать безопасное поведение работников.

Обеспечение благоприятных условий труда для работников позволит снизить простой исправного оборудования и увеличить результативность труда на 20–25 %, доведя условия труда до допустимых.

Предложенные меры будут способствовать предупреждению травматизма, причиной которого может быть так называемый «человеческий фактор».

ЛИТЕРАТУРА

1. Аттестация рабочих мест по условиям труда / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – 24 с.
2. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак. – Старый Оскол: ТНГ, 2022. – 356 с.
3. Босак, В. Н. Значение человеческого фактора в обеспечении безопасности труда / В. Н. Босак, И. Е. Жабровский // Актуальные проблемы формирования кадрового потенциала для инновационного развития АПК. – Минск: БГАТУ, 2017. – С. 294–298.
4. Босак, В. Н. Организация рабочего времени с учетом фаз работоспособности / В. Н. Босак // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2015. – С. 36.
5. Босак, В. Н. Роль человеческого фактора в обеспечении безопасности труда / В. Н. Босак // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2016. – С. 4.

6. Гершгорин, В. С. Человеческий фактор и культура безопасности в производственной деятельности / В. С. Гершгорин, Л. П. Петухова. – Новокузнецк: НФИ КемГУ, 2016. – 447 с.

7. Жилич, С. В. Оценка рисков в производственных условиях / С. В. Жилич // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 15–19.

8. Кляпицкая, И. А. Обеспечение безопасности труда при организации рабочих мест / И. А. Кляпицкая, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 47–48.

9. Ковалевич, З. С. Безопасность жизнедеятельности человека / З. С. Ковалевич, В. Н. Босак. – Минск: МИТСО, 2015. – 392 с.

10. Кулакова, Е. В. Вопросы безопасности в условиях производства / Е. В. Кулакова // Инновации природообустройства и защиты окружающей среды. – Саратов: КУ-БиК, 2019. – С. 269–272.

11. Методы изучения и анализа производственного травматизма / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 15 с.

12. Мисун, Л. В. Безопасность деятельности человека / Л. В. Мисун, В. В. Азаренко, А. Л. Мисун. – Минск: БГАТУ, 2018. – 140 с.

13. Мурадян, Д. В. Роль личностного фактора в возникновении производственного травматизма / Д. В. Мурадян, Е. Н. Пуховский, А. Е. Кондраль // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 62–63.

14. Охрана труда / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.

15. Подашевская, Е. И. Влияние психологических факторов на безопасность труда операторов сельскохозяйственных машин / Е. И. Подашевская, Т. В. Молош // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 44–46.

16. Рыбалкин, В. В. Человеческий фактор и безопасность / В. В. Рыбалкин, Б. В. Зубков. – Москва: МГТУГА, 2011. – 68 с.

17. Сачивко, Е. В. Идентификация опасностей и оценка производственных рисков / Е. В. Сачивко, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 95–96.

18. Яковлева, Е. В. Безопасность жизнедеятельности / Е. В. Яковлева, Е. В. Кулакова. – Орел: Каргуш, 2017. – 219 с.

Аннотация. Роль человека в обеспечении безопасности труда на предприятии чрезвычайно высока, так как нередко инициатором несчастных случаев является сам человек. Каждый человек, на своем уровне взаимодействия с производственным процессом, может совершать ошибочные действия, принимать неправильные решения, проявлять недобросовестность и халатность при выполнении своих обязанностей. В представленном материале рассмотрено, что может влиять на поведение и состояние работника в той или иной ситуации.

Ключевые слова: безопасность, труд, производство, работник.

РОЛЯ ИНВЕСТИЦЫЙ У ЗАБЯСПЯЧЭННІ ЭКАНАМІЧНАЙ БЯСПЕКІ

В. В. БОСАК, магістр экан. навук
В. М. БОСАК, д-р с.-г. навук, прафесар

УА «Беларуская дзяржаўная сельскагаспадарчая акадэмія»,
Горкі, Рэспубліка Беларусь

Уводзіны. У сучасных умовах закладам устойлівага развіцця эканомікі любой краіны з'яўляецца высокая інвестыцыйная актыўнасць. Інвестыцыі належаць да важнейшых крыніц развіцця вытворчай базы, садзейнічаюць структурным змяненням у эканоміцы, забяспечваюць бесперапынны эканамічны рост, што, у рэшце-рэшт, садзейнічае паспяховай рэалізацыі сацыяльна-эканамічных мэтай краіны [1, 10, 11, 15, 19].

Асноўная частка. За апошнія дзесяцігоддзі адзначаецца тэндэнцыя да паглыблення канкурэнцыі за глабальныя інвестыцыі. Краіны вымушаны шукаць шляхі па прыцягненню прамых замежных інвестыцый для інтэнсіфікацыі працэсаў інтэграцыі ў сусветную гаспадарку. З гэтай мэтай прымаюцца высілкі па стварэнню спрыяльных умоў для інвестыцый, у тым ліку па лібералізацыі інвестыцыйнай палітыкі, пашырэнню эканамічных свабод гаспадарчых суб'ектаў, наданню ільгот і прэферэнцый [13].

Павелічэнне інвестыцыйнай прывабнасці краіны і найлепшае выкарыстанне канкурэнтных пераваг з'яўляецца сур'ёзным выклікам для ўраду і патрабуе распрацоўкі і рэалізацыі складаных і комплексных мер як інвестыцыйнай палітыкі ў прыватнасці, так і эканамічнай палітыкі ўвогуле.

Існуюць наступныя віды інвестыцый:

- па аб'екту інвеставання: рэальныя, фінансавыя, спекулятыўныя;
- па асноўных мэтах інвеставання: непасрэдня (прамыя), партфельныя, нефінансавыя, інтэлектуальныя;
- па форме ўласнасці на інвестыцыйныя рэсурсы: прыватныя, дзяржаўныя, замежныя, змешаныя;
- па тэрмінах інвеставання: кароткатэрміновыя, сярэднетэрміновыя, доўгатэрміновыя.

Сярод розных відаў інвестыцый асаблівае месца займаюць прамыя замежныя інвестыцыі, важная роля ў прыцягненні якіх адводзіцца

спеціальним установам – агентствам па прыцягненню інвестыцый, якія закліканы дапамагчы замежным інвестарам у вядзенні бізнесу ў краіне-рэцэпіенце [2, 4, 7, 8, 12].

Патрэбна, аднак, адзначыць, што міжнародныя інвестыцыі аказваюць як станоўчы, так і адмоўны ўплыў на эканоміку краін-рэцэпіентаў.

Да асноўных станоўчых эфектаў адносяць:

- павелічэнне тэмпаў эканамічнага росту;
- рост вытворчасці працы;
- прыцягненне і развіццё новых перадавых тэхналогій, замежнага досведу;
- павелічэнне расходаў на даследаванні;
- перадача патэнтаў і ліцэнзій;
- дыверсіфікацыя і развіццё знешнегандлёвай дзейнасці;
- умацненне канкурэнцыі;
- павелічэнне ўзроўню занятасці, кваліфікацыі працоўных рэсурсаў;

– павелічэнне даходаў дзяржаўнага бюджэту і г. д.

Сярод адмоўных наступстваў можна адзначыць:

- умацненне эканамічнай і палітычнай залежнасці ад краін-інвестараў;
- рызыка страты кантролю дзяржавы над асобнымі галінамі і сектарамі нацыянальнай эканомікі;
- выцясненне ўнутраных капіталаўкладанняў і нацыянальных вытворцаў;
- рэпатрыяцыя капіталу;
- рызыка дэфармацыі структуры нацыянальнай эканомікі;
- культурны змяненні ў краіне-рэцэпіенце.

Розніца паміж адмоўным і станоўчым эфектамі для прымаючага боку складае чысты вынік (эфект), які можа быць атрыманы ад прыцягнення прамых замежных інвестыцый.

Для вылічэння інвестыцыйнай прывабнасці той ці іншай краіны ацэньваюць інвестыцыйны клімат з выкарыстаннем розных метадыч (напрыклад, сістэмы падтрымкі прыняцця рашэнняў (СППР), метада шкаліравання і г. д.) [3, 6, 9, 14–20].

Для нашай краіны найбольшую цікавасць па пытаннях прыцягнення замежных інвестыцый мае досвед краін з трансфармацыйнай эканомікай (краіны пост-савецкай прасторы, Цэнтральнай і Ўсходняй Еўропы), што абумоўлена геаграфічнай

блізкасцю, агульным гістарычным мінулым з шэрагам краін, падобным узроўнем эканамічнага развіцця. Акрамя таго, нельга не адзначыць неабходнасць вывучэння досведу тых краін, якія дамагліся значнага прагрэсу ў прыцягненні замежных інвестыцый [5].

У краінах Цэнтральнай і Ўсходняй Еўропы, а таксама ў краінах ЕАЭС існуе шырокая сетка інвестыцыйных стымуляў для інвестараў. Розныя ільготы і прэферэнцыі надаюцца ў свабодных (асобых, спецыяльных) эканамічных зонах, прамысловых і тэхналагічных парках, інавацыйных парках, у межах структурных фондаў. Інвестары маюць таксама права на атрыманне натуральных грантаў і зварот інвестыцый, падатковыя і мытныя ільготы, субсідыі са спецыяльных фондаў і г. д.

Заклучэнне. Аб'ектыўная ацэнка інвестыцыйнага клімату краіны, якая ўключае аб'ектыўныя магчымасці рэгіёна ці краіны (інвестыцыйны патэнцыял) і ўмовы дзейнасці інвестара (інвестыцыйная рызыка) пры магчымасці супастаўлення гэтых паказчыкаў з'яўляецца важнейшым інструментам прыцягнення замежных інвестыцый, якія, у сваю чаргу, служаць забяспечэнню паспяховага эканамічнага развіцця і эканамічнай бяспекі дзяржавы.

ЛІТАРАТУРА

1. Анализ инвестиционной привлекательности организации / Д. А. Ендовицкий [и др.]. – Москва: КноРус, 2017. – 374 с.
2. Босак, В. В. Инвестиционные агентства: опыт функционирования / В. В. Босак // Вестник БГЭУ. – 2018. – № 1. – С. 53–60.
3. Босак, В. В. Инвестиционные стимулы и преференциальные режимы: характеристика и значение / В. В. Босак // Экономика и управление производством. – Минск: БГТУ, 2018. – С. 14.
4. Босак, В. В. Особенности организации инвестиционной деятельности в Республике Беларусь / В. В. Босак, В. Н. Босак // Вестник Алтайской науки. – 2014. – № 4. – С. 100–103.
5. Босак, В. В. Особенности привлечения иностранных инвестиций в странах с трансформационной экономикой / В. В. Босак // Актуальные проблемы науки XXI века. – 2018. – № 7. – С. 71–76.
6. Босак, В. В. Особенности принятия инвестиционных решений с использованием СППР / В. В. Босак, В. Н. Босак // Экономика и управление производством. – Минск: БГТУ, 2016. – С. 56.
7. Босак, В. В. Оценка развития инвестиционной деятельности в Республике Беларусь / В. В. Босак // Актуальные проблемы инновационного развития агропромышленно-го комплекса Беларуси. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 8–11.
8. Босак, В. В. Перспективы развития регионального рынка инвестиций / В. В. Босак, В. Н. Босак // Экономическое развитие региона: управление, инновации, подготовка кадров. – 2016. – № 3. – С. 73–76.

9. Босак, В. В. Применение СППР в процессе принятия инвестиционных решений / В. В. Босак // Информационные технологии: теория, опыт, проблемы, перспективы. – Горки: БГСХА, 2018. – С. 23–24.

10. Босак, В. В. Роль банковского сектора в формировании инвестиционных ресурсов Республики Беларусь / В. В. Босак, В. Н. Босак // Экономическое развитие региона: управление, инновации, подготовка кадров. – 2015. – № 2. – С. 64–66.

11. Босак, В. В. Совершенствование инвестиционной деятельности в Республике Беларусь / В. В. Босак, В. Н. Босак // Экономика и управление производством. – Минск: БГТУ, 2015. – С. 79.

12. Босак, В. В. Функции и институциональные формы инвестиционных агентств / В. В. Босак, В. Н. Босак // Экономика и управление производством. – Минск: БГТУ, 2017. – С. 86.

13. Мировой опыт стимулирования инновационного развития экономики: механизмы, инструменты, перспективы адаптации для Республики Беларусь / Д. В. Муха [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2020. – 378 с.

14. Пакуш, Л. В. Использование преференциальных режимов для повышения инвестиционной активности / Л. В. Пакуш, В. В. Босак // Актуальные проблемы инновационного развития агропромышленного комплекса Беларуси. – Горки: БГСХА, 2018. – С. 163–166.

15. Пакуш, Л. В. Оценка инвестиционного климата страны / Л. В. Пакуш, В. В. Босак // Веснік Магілёўскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя А. А. Куляшова. Серыя Д. Эканаміка, сацыялогія, права. – 2019. – № 1. – С. 4–11.

16. Пакуш, Л. В. Применение СППР для оценки преференциальных режимов / Л. В. Пакуш, В. В. Босак // Веснік Магілёўскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя А. А. Куляшова. Серыя Д. Эканаміка, сацыялогія, права. – 2018. – № 1. – С. 4–10.

17. Пакуш, Л. Инвестиционный климат: особенности и выбор методик оценки / Л. Пакуш, В. Босак // Актуальные проблемы инновационного развития агропромышленного комплекса Беларуси. – Горки: БГСХА, 2019. – С. 65–69.

18. Смяянович, О. Ф. Совершенствование организации расчетных операций в банковском секторе Республики Беларусь / О. Ф. Смяянович, В. Н. Босак // Экономическое развитие региона: управление, инновации, подготовка кадров. – Барнаул: АГУ, 2015. – С. 215–217.

19. Шмарловская, Г. А. Инвестиционный климат Республики Беларусь и стратегия привлечения иностранных инвестиций / Г. А. Шмарловская, Е. Н. Петрушкевич. – Минск: Дикта, 2012. – 159 с.

20. Bosak, V. V. Dynamik der internationalen Investitionen der Republik Belarus / V. V. Bosak, A. A. Bosak // Научный потенциал молодежи – будущему Беларуси. – Пинск: ПолесГУ, 2010. – С. 223–225.

Аннотация. Проанализирована роль инвестиций в обеспечении устойчивого экономического развития и экономической безопасности. Дана характеристика инвестиций, показано их положительное и отрицательное значение.

Ключевые слова: инвестиции, инвестиционный климат, преференциальные режимы, экономическая безопасность.

ПАДРыхтоўка раздзелаў па ахове працы ў дыпломных праектах (работах)

В. М. БОСАК, д-р с.-г. навук, прафесар

УА «Беларуская дзяржаўная сельскагаспадарчая акадэмія»,
Горкі, Рэспубліка Беларусь

Уводзіны. Сельскагаспадарчая вытворчасць з’яўляецца своеасаблівай галіной эканомікі, якая характарызуецца шэрагам спецыфічных асаблівасцей: сезоннасць значнай часткі вытворчых працэсаў, працяглая праца на адкрытым паветры ў палявых умовах, вялікая колькасць тэхналагічных аперацый, праца з рознакаковай тэхнікай і абсталяваннем, выкарыстанне ўгнаенняў і пестыцыдаў і г. д. Усё гэта патрабуе асаблівых мер па забяспячэнню бяспекі жыццядзейнасці і аховы працы, прадухіленню вытворчага траўматызму і прафесійных захворванняў [5, 10, 18].

Асноўная частка. Падрыхтоўка спецыялістаў па пытаннях аховы працы ў аграпрамысловым комплексе, улічваючы дастаткова высокі ўзровень траўматызму і прафесійных захворванняў у галіне, мае прыярытэтнае значэнне.

Кожны будучы спецыяліст АПК павінен правільна ацэньваць небяспеку вытворчых працэсаў пры выкананні работ у сваёй галіне, аналізаваць стан аховы працы на прадпрыемстве ці ў адпаведным структурным падраздзяленні, своєчасова распрацоўваць неабходныя мерапрыемствы па стварэнню здаровых і бяспечных умоў працы. Таму ў кожным дыпломным праекце (рабоце), які з’яўляецца заключным этапам падрыхтоўкі студэнтаў у вышэйшай навучальнай установе, распрацоўваецца асобны раздзел (глава) “Ахова працы” [1–4, 6–9, 11–17, 19–24].

Асноўная мэта падрыхтоўкі раздзелу “Ахова працы” – аналіз стану аховы працы і распрацоўка мерапрыемстваў па яе ўдасканаленню ў адпаведнасці з тэмай дыпломнага праекта (работы).

Раздзел “Ахова працы” выконваецца ў арганічнай сувязі з распрацоўваемай тэмай дыплама. У спіс літаратуры напрыканцы дыпломнага праекта (работы) побач з асноўнымі літаратурнымі крыніцамі па тэме надаецца літаратура па ахове працы, на якую абязьвязкова робяцца спасылкі па тэксту раздзела “Ахова працы”.

Заданне па раздзелу “Ахова працы” выдаецца выкладчыкам-кансультантам пасля атрымання тэмы дыпломнага праекта (работы) і задання для дыпломнага праектавання згодка з графікам кансультацый. Рэкамендуемы агульны аб’ём раздзела “Ахова працы” для эканамічных спецыяльнасцей складае 5–6 старонак, для аграбіялагічных спецыяльнасцей – 6–7 старонак, для інжынерных спецыяльнасцей – 7–8 старонак. Змест раздзела “Ахова працы” залежыць ад тэмы дыпломнага праекта (работы) [22].

Рэкамендуецца прыкладная структура і змест:

– першая частка: арганізацыя аховы працы і распрацоўка мерапрыемстваў па паляпшэнню яе стану ў арганізацыі (структурным падраздзяленні), на базе якой рыхтуецца дыпломны праект (праца);

– другая частка: патрабаванні аховы працы пры выкананні работ ў адпаведнасці з тэмай дыпломнага праекта (работы).

Аналіз стану аховы працы ўключае, прынамсі, наступныя пытанні:

– наяўнасць загаду аб прызначэнні адказных за стан аховы працы;

– укараненне сістэмы кіравання аховай працы ў арганізацыі;

– выкананне кіруючымі асобамі сваіх абавязкаў па ахове працы;

– выкананне заканадаўства аб умовах працы і адпачынку;

– адпаведнасць арганізацыі навучання, інструктавання і праверкі ведаў па ахове працы згодна з заканадаўствам;

– наяўнасць і магчымасць з’яўлення небяспечных і шкодных вытворчых фактараў у галіне;

– выкананне патрабаванняў бяспекі пры выкананні асноўных відаў работ у галіне;

– дынаміку траўматызму і захворванняў;

– медыка-прафілактычнае забяспячэнне і санітарныя ўмовы;

– пажарную бяспеку.

Мерапрыемствы па паляпшэнню стану аховы працы павінны забяспечваць:

– паляпшэнне дзейнасці адміністрацыі па выкананню працоўнага заканадаўства і нарматыўнай дакументацыі па ахове працы;

– арганізацыю навучання, інструктавання і праверкі ведаў па ахове працы ў адпаведнасці з заканадаўствам;

– паляпшэнне санітарна-бытавых умоў і медыка-прафілактычнага забяспячэння;

– кантроль і нагляд за выкананнем патрабаванняў аховы працы;

– выкарыстанне сродкаў нагляднай агітацыі па ахове працы;

– бяспечную эксплуатацыю адпаведных сельскагаспадарчых машын, механізмаў і абсталявання;

– электрабяспеку і пажарную бяспеку.

Заклучэнне. Падрыхтоўка раздзела “Ахова працы” ў дыпломным праекце (рабоце) з’яўляецца важным стасункам падрыхтоўкі спецыялістаў з вышэйшай адукацыяй для аграпрамысловага комплексу Рэспублікі Беларусь.

ЛІТАРАТУРА

1. Андруш, В. Г. Особенности подготовки специалистов по охране труда в Республике Беларусь / В. Г. Андруш, В. Н. Босак // Актуальные проблемы формирования кадрового потенциала для инновационного развития АПК. – Минск: БГАТУ, 2016. – С. 69–74. (1 с)

2. Андруш, В. Г. Управление охраной труда в сельском хозяйстве: дипломное проектирование / В. Г. Андруш, Л. Т. Ткачева, Т. В. Молош. – Минск: БГАТУ, 2019. – 224 с.

3. Босак, В. М. Асаблівасці выкладання дысцыпліны “Бяспека жыццядзейнасці чалавека” / В. М. Босак, А. У. Дамнянкова // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2015. – С. 37.

4. Босак, В. М. Выкладанне аховы працы і бяспекі жыццядзейнасці: сучасны стан і перспектывы / В. М. Босак // Вестник БГСХА. – 2020. – № 1. – С. 158–160.

5. Босак, В. М. Забяспечэнне бяспекі жыццядзейнасці ў аграпрамысловым комплексе / В. М. Босак, Т. У. Сачыўка, А. У. Дамнянкова // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2022. – С. 76–77.

6. Босак, В. М. Удасканаленне падрыхтоўкі спецыялістаў па ахове працы на Беларусі / В. М. Босак, І. Я. Жаброўскі // Актуальные проблемы формирования кадрового потенциала для инновационного развития АПК. – Минск: БГАТУ, 2015. – С. 60–63.

7. Босак, В. Н. Значение и перспективы научных конференций в становлении студенческой науки / В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 3–5.

8. Босак, В. Н. Методическое обеспечение и особенности преподавания дисциплины «Безопасность жизнедеятельности человека» / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Современные методы обучения в химическом и экологическом образовании. – Горки: БГСХА, 2016. – С. 9–11.

9. Босак, В. Н. Особенности подготовки специалистов по безопасности жизнедеятельности / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2018. – Вып. 3. – С. 51–55.

10. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, М. П. Акулич. – Минск: Выш. шк., 2019. – 317 с.

11. Босак, В. Н. Охрана труда и безопасность жизнедеятельности: перспективы преподавания / В. Н. Босак, И. Е. Жабровский, Т. В. Сачивко // Актуальные проблемы формирования кадрового потенциала для инновационного развития АПК. – Минск: БГАТУ, 2018. – С. 142–145.

12. Босак, В. Н. Перспективы подготовки специалистов по безопасности жизнедеятельности / В. Н. Босак // Чрезвычайные ситуации: теория, практика, инновации. – Гомель: ГИИ, 2012. – С. 63–64.

13. Босак, В. Н. Подготовка по безопасности жизнедеятельности в Республике Беларусь / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Дальневосточная весна-2017. – Комсомольск-на-Амуре, 2017. – С. 4–6.

14. Босак, В. Н. Практико-ориентированные подходы к подготовке специалистов предприятий АПК / В. Н. Босак, Н. Ю. Жабровская, А. И. Гулейчик // Точки роста эффективности АПК в условиях нестабильного рынка. – Казань: Бриг, 2018. – С. 47–52.

15. Босак, В. Н. Система подготовки специалистов по охране труда для сельского хозяйства Республики Беларусь / В. Н. Босак // Вестник техносферной безопасности и сельского развития. – 2022. – № 1. – С. 2–4.

16. Босак, В. Н. Совершенствование системы подготовки специалистов по охране труда в Республике Беларусь / В. Н. Босак, И. Е. Жабровский // Проблемы развития аграрного сектора в условиях экономических санкций, импортозамещения: вопросы стратегии и тактики. – Вып. 9. – Казань: ЗнакС, 2015. – С. 94–98.

17. Босак, В. Н. Экологическое образование в аграрных вузах Республики Беларусь / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Охрана окружающей среды – основа безопасности страны. – Краснодар: КубГАУ, 2022. – С. 639–641.

18. 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: БГСХА, 2023. – С. 24–26.

19. 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.

20. Мероприятия по охране труда и безопасности жизнедеятельности. Дипломное проектирование / В. Н. Босак [и др.]. – Минск: БГТУ, 2013. – 130 с.

21. О совершенствовании подготовки специалистов по охране труда / В. Г. Андруш [и др.] // Актуальные проблемы формирования кадрового потенциала для инновационного развития АПК. – Минск: БГАТУ, 2018. – С. 130–135.

22. Охрана труда: методические указания по разработке главы «Охрана труда» в дипломных проектах (работах) / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 32 с.

23. Челноков, А. А. О современных требованиях подготовки специалистов в области безопасности жизнедеятельности / А. А. Челноков, В. Н. Босак, Г. А. Чернушевич // Техника и технология пищевых производств. – Могилев: МГУП, 2011. – С. 195.

24. Челноков, А. А. Современные требования подготовки специалистов в области безопасности жизнедеятельности на стадии дипломного проектирования / А. А. Челноков, В. Н. Босак, А. К. Гармаза // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – Минск, 2011. – С. 317–319.

Аннотация. Проанализированы особенности подготовки разделов по охране труда в дипломных проектах (работах) в высших учебных заведениях сельскохозяйственного профиля.

Ключевые слова: охрана труда, сельское хозяйство, дипломное проектирование, высшая школа.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭРГОНОМИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ И МАШИН ДЛЯ УБОРКИ ЛЬНА

А. Д. БУЛАТКИН, А. В. ШИК, студенты
М. В. ЦАЙЦ, магистр техн. наук

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. В рамках современной экономики сельское хозяйство не может работать без рационализации и механизации, которые заменяют человеческий труд и способствуют повышению производительности. Важная часть этого процесса – это желание облегчить работу и сократить рабочее время.

Каждый пятый несчастный случай в растениеводстве происходит при выполнении уборочных работ, каждый десятый – при обработке почвы, каждый тринадцатый – при осуществлении погрузочно-разгрузочных работ. Наибольший удельный вес в растениеводстве (49,11 %) занимают несчастные случаи, происходящие в процессе выполнения транспортных работ [1].

Улучшение условий труда и повышение безопасности работы операторов мобильных сельскохозяйственных машин может быть достигнуто обоснованием, разработкой и внедрением технических средств для поддержания нормального микроклиматического и температурного режимов, снижения запыленности в кабинах мобильных транспортных и технологических машин путем устранения неплотностей (герметичности) перед началом работы и проведения влажной уборки кабины по окончании. Осуществлять контроль уровня шума мобильной сельскохозяйственной техники и при необходимости устранять неполадки системы выпуска отработавших газов или ее замену [2]. Для этих целей разработаны и действуют система стандартов.

Многофункциональность льноуборочной техники определила их классификацию как транспортного средства и рабочего оборудования одновременно, а это означает, что с точки зрения безопасности применяется переплетенный набор законодательных требований, что усугубляет трудности как производителей, так и пользователей в обеспечении надлежащего уровня безопасности.

Основная часть. После того как изготовитель выполнил свои обязательства и заявил требуемые характеристики машины, последней

открывается беспрепятственный доступ на национальный и международные рынки. Дальнейшая ответственность за правильный выбор машин и правильное их применение лежит на работодателе. Государство, в свою очередь, через законодательные акты определяет условия правильного (в смысле безопасности) применения машин, а через надзорные органы проверяет выполнение работодателем указанных условий. При этом в соответствии с принятой международной практикой рекомендуется, чтобы государство при разработке законов и нормативов опиралось на общепризнанные международные стандарты.

Согласно ГОСТу 12.2.002-91 [3] методом непосредственного осмотра и опробования оценивают безопасность входа на рабочее место и выхода с него, наличие средств обеспечения безопасности узлов машин, работающих под давлением и (или) при высокой температуре;

- наличие и работу сигнальных устройств, безопасность перевода машины из рабочего положения в транспортное и обратно;

- наличие и окраску ограждений опасных мест, безопасность при соединении и отсоединения сельскохозяйственных машин и орудий, наличие и работу устройств, исключающих запуск основного двигателя при включенной передаче, наличие средств обеспечения условий и безопасности труда операторов устройствами нормализации микроклимата, стеклоочистителей, стеклоомывателей и т. д.;

- наличие устройств, фиксирующих навесные машины в транспортном положении, наличие средств освещения для работы в темное время суток;

- наличие устройств и мест для зачаливания машины и сборочных единиц, а также мест для установки домкратов, обеспечивающих безопасность при подъеме и перемещении машины, наличие схемы зачаливания и поддомкрачивания, наличие площадок, поручней и упоров для ног.

Метод испытаний и характеристики систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха определяется по ГОСТ ИСО 14269-2–2003 [4]. Им устанавливаются методы испытаний, обеспечивающие измерение температуры и влажности на рабочем месте оператора тракторов и самоходных машин для сельскохозяйственных работ, оснащенных системами кондиционирования, отопления и вентиляции воздуха при работе в специфических условиях окружающей среды.

Метод испытания системы герметизации установлен ГОСТ ИСО 14269-5–2003 [5]. В этом стандарте установлены методы испытаний, обеспечивающие определение герметичности кабин тракторов и само-

ходных машин для сельскохозяйственных работ, оснащенных системой вентиляции.

Уровень вибрации, воздействующей на оператора льноуборочной машины, оценивается по ГОСТ 31191.1-2004 (ИСО 2631-1:1997) [6].

Шум рассматривается только с точки зрения возможного вредного влияния на здоровье работника, в первую очередь, на его орган слуха, и развития в связи с этим профессионального заболевания (нарушение слуха, вызванное воздействием шума). Порядок определения шума устанавливает ГОСТ 12.1.003–2014 [7].

Общие требования и технические средства, обеспечивающие безопасность труда при использовании тракторов и льноуборочных машин по назначению, техническом обслуживании, монтаже, транспортировании и хранении устанавливает ГОСТ 12.2.019–2015. К ним относятся [8]:

- угол поперечной статической устойчивости;
- требования к обзорности;
- требования к освещенности;
- требования к системам, узлам и агрегатам;
- требования к монтажу, транспортированию и хранению.

Требования безопасности к конструкции кабин и их оборудованию, санитарно-гигиеническим и эргономическим требованиям к рабочим местам операторов устанавливает ГОСТ 12.2.019-2015 [9]. Стандартом предусматриваются: требования к конструкции и оборудованию кабины, требования к средствам доступа на рабочее место, требования к рабочему месту оператора.

Методики оценки внешних световые приборы устанавливает ГОСТ 8769-75. К внешним световым приборам следует относить [10]: фары дальнего света, фары ближнего света, противотуманные фары, передние фонари, задние фонари, боковые фонари, фонарь освещения номерного знака, световозвращатели, дополнительные фары, опознавательный знак (фонарь) автопоезда.

Требования, обеспечивающие безопасность труда при использовании машин по назначению, при техническом обслуживании, ремонте, транспортировании и хранении, такие как устойчивость, требования к тормозам, требования к агрегатированию, требования к транспортированию, требования к световым, сигнальным и маркировочным устройствам, требования пожарной безопасности, требования к защитным ограждениям, требования к органам управления и регулировки и др. устанавливает ГОСТ 12.2.111–2020 [11].

ГОСТ ISO 4254-1-2013 устанавливает общие требования безопасности и их оценку при разработке и изготовлении пресс-подборщиков, используемых для уборки льна [12].

В последнее время намечена тенденция на производство самоходной льноуборочной техники, которая должна соответствовать ГОСТу 17.2.2.02-98 [13].

Оценку эргономичности и безопасности подпрессоренных сидений самоходной льноуборочной техники определяют по ГОСТ 20062-96 [14].

ГОСТ 26336-97 устанавливает символы для обозначения органов управления машинами и механизмами, органов (предметов) обслуживания, контрольно-измерительных приборов, а также символы для отображения информации о состоянии агрегатов, узлов машин и механизмов и другой информации для водителя (оператора) [15].

Заключение. Анализ действующих в Республике Беларусь стандартов, определяющих эргономичность и безопасность выпускаемой льноуборочной техники, показал, что значительное число операторов мобильных сельскохозяйственных машин, продолжает работать во вредных и (или) опасных условиях труда. В таких условиях с работниками происходят несчастные случаи на производстве и возникают профессиональные заболевания, что делает необходимым разработку комплекса мероприятий по их предотвращению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеенко, А. С. Анализ основных причин производственного травматизма в организациях Могилевской области / А. С. Алексеенко, В. Н. Босак, М. В. Цайц // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2019. – Вып. 4. – С. 115–118.
2. Алексеенко, А. С. Условия труда и безопасность работы операторов мобильных сельскохозяйственных машин в АПК Республики Беларусь / А. С. Алексеенко, М. В. Цайц // Вестник БГСХА. – 2019. – № 2. – С. 280–285.
3. Система стандартов безопасности труда. Техника сельскохозяйственная. Методы оценки безопасности: ГОСТ 12.2.002-91. – Введ. 01.07.92. – Москва: Государственный стандарт союза ССР; Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1991. – 61 с.
4. Тракторы и самоходные машины для сельскохозяйственных работ и лесоводства. Окружающая среда рабочего места оператора. Часть 2. Метод испытаний и характеристики систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха: ГОСТ ИСО 14269-2-2003. – Введ. 01.01.2008. – Москва: Стандартинформ; БелГИСС, 2008. – 12 с.
5. Тракторы и самоходные машины для сельскохозяйственных работ и лесоводства. Окружающая среда рабочего места оператора. Часть 5. Метод испытания системы герметизации: ГОСТ ИСО 14269-5-2003. – Введ. 22.03.2003. – Москва: Стандартинформ, БелГИСС, 2020. – 8 с.

6. Вибрация и удар. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования: ГОСТ ИСО 14269-5-2003. – Введ. 12.12.2007. – Москва: Стандартинформ: БелГИСС, 2010. – 29 с.

7. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности: ГОСТ 12.1.003-2014. – Введ. 05.12.2014. – Москва: Стандартинформ; Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2015. – 27 с.

8. Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования: ГОСТ 12.1.012–2004. – Введ. 04.02.2004. – Москва: Стандартинформ; Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2010. – 23 с.

9. Система стандартов безопасности труда. Тракторы и машины самоходные сельскохозяйственные. Общие требования безопасности: ГОСТ 12.2.019–2015. – Введ. 12.11.2015. – Москва: Стандартинформ; Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2019. – 20 с.

10. Приборы внешние световые автомобилей, автобусов, троллейбусов, тракторов, прицепов и полуприцепов количество, расположение, цвет, углы видимости: ГОСТ 8769-75. – Введ. 01.01.76. – Москва: Стандартинформ; Министерство автомобильного и сельскохозяйственного машиностроения СССР, 2010. – 20 с.

11. Система стандартов безопасности труда. Машины сельскохозяйственные навесные и прицепные. Общие требования безопасности: ГОСТ 12.2.111–2020. – Введ. 30.09.2020. – Москва: Стандартинформ; Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2020. – 11 с.

12. Машины сельскохозяйственные. Требования безопасности. Часть 1. Общие требования: ГОСТ ISO 4254-1-2013. – Введ. 23.07.2013. – Минск, 2020. – 11 с.

13. Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы определения дымности отработавших газов дизелей, тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин: ГОСТ 17.2.2.02-98. – Введ. 15.12.1998. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1998. – 13 с.

14. Сиденье тракторное. Общие технические условия: ГОСТ 20062-96. – Введ. 12.11.1996. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1996. – 13 с.

15. Тракторы, машины для сельского и лесного хозяйства, самоходные механизмы для газонов и садов. Условные обозначения (символы) элементов систем управления, обслуживания и отображения информации: ГОСТ 26336-97. – Введ. 01.09.1998. – Минск: Госстандарт Республики Беларусь, 1998. – 58 с.

Аннотация. Значительное количество операторов мобильных сельскохозяйственных машин, продолжает работать во вредных и (или) опасных условиях труда. В результате работы в таких условиях с работниками происходят несчастные случаи на производстве и возникают профессиональные заболевания.

Ключевые слова: уборка льна, безопасность конструкций, эргономичность конструкций, система стандартов, льноуборочная техника.

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ СОХРАНЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Л. А. ВЕРЕМЕЙЧИК, д-р с.-х. наук, профессор
Г. А. ЧЕРНУШЕВИЧ, ст. преподаватель

УО «Белорусский государственный технологический университет»,
Минск, Республика Беларусь

Введение. Главная цель развития сельского хозяйства – повышение его конкурентоспособности при сохранении продовольственной безопасности страны. Наиболее важное значение при этом отводится оценке земельных ресурсов, качеству продукции и среды обитания, системе оценки их ресурсного потенциала, определению экологической емкости, устойчивости и нормирования антропогенной нагрузки [2, 5, 8, 14].

Почва является основой сельского хозяйства и средой, в которой произрастают практически все продовольственные культуры. Основная функция почв – производство продовольствия, подсчитано, что 95 % продовольствия производится прямо или опосредованно на почвах. Здоровые почвы являются источником важнейших питательных веществ, тепла, воды и кислорода для растений, опорой для удержания корневой системы культур, что необходимо для формирования урожайности. Почвы также служат буфером, защищающим хрупкие корни растений от резких перепадов температуры [12].

Плодородие почвы определяется ее способностью функционировать в виде живой системы. В почвах образуются полезные симбиотические связи микроорганизмов с корневой системой растений, улучшающие усвоение элементов питания растениями, оказывающие влияние на агрофизическое и агрохимическое состояние почв, что, в конечном итоге, ведет к росту продуктивности сельскохозяйственных культур. Здоровая почва также помогает смягчить негативные последствия изменений климата путем сохранения или увеличения содержания в ней углерода. В связи с чем, сохранение и воспроизводство плодородия почв является первостепенной задачей любой страны.

Основная часть. Здоровье человека в значительной степени определяется той средой, в которой он вынужден жить и почве, в данном случае, принадлежит немаловажная роль.

Это обусловлено тем, что именно от почвы зависит качество продуктов питания, которые человек потребляет в пищу. По результатам исследований, проводимых в рамках ФАО, в настоящее время выделяют десять главных «почвенных угроз», которые отражают основные виды деградации почв: эрозия почв (водная и ветровая), снижение содержания органического вещества, загрязнение почв, дисбаланс элементов питания, засоление, уничтожение почвенного покрова, снижение почвенного биологического разнообразия, подкисление, переуплотнение и переувлажнение почв. Многие из перечисленных проблем характерны и для почв Республики Беларусь [11, 15].

В числе причин возникновения этих проблем следует указать недостаточно эффективное управление почвами, чрезмерное освоение и интенсивное использование, дегумификация, нарушение технологических процессов в растениеводстве, некачественная обработка, уменьшение площадей, занятых растительностью, вырубка лесов, чрезмерный выпаса скота, осушение гидроморфных почв, пожары, урбанизация, выбросы предприятиями загрязняющих веществ и др.

Истощенные почвы – одна из причин анемии у людей. Нехватка микроэлементов в почвах ведет к нехватке питательных веществ в рационе питания людей, необходимых для борьбы со скрытым голодом. Почва может выступать в качестве фактора риска передачи человеку таких возбудителей как антропонозных, так и зооантропонозных инфекционных заболеваний. Одним из факторов риска указанных патологий является загрязнение почвы и сопредельных с ней сред экзогенными химическими веществами [6].

Загрязнение почв химическими веществами, особенно в индустриально развитых регионах, может достигать таких уровней, которые могут быть классифицированы как искусственные биогеохимические провинции. На таких территориях создаются реальные условия негативного воздействия повышенных количеств токсикантов на организм человека, что может приводить к физиологическим сдвигам, клинически проявляющимся в виде невралгий, цефалгии, изменения картины крови, заболеваний печени, кожи, слизистых [5].

В почву могут попасть вместе с отходами производства элементы тяжелых металлов, таких как свинец, ртуть, кадмий, цинк, которые при попадании в организм человека вызывают нарушение функций печени, почек, сердца, анемию, ослабление памяти, ухудшение слуха, язвенные процессы. Тяжелые металлы негативно воздействуют также и на почвенную биоту [1, 13].

В сельскохозяйственном производстве значительную опасность для здоровья людей представляют технологические процессы, связанные с нарушением рекомендаций по применению пестицидов и минеральных удобрений. Пестициды, попадая в почву, могут изменять почвенную микрофлору, оказывающую влияние на биологическую активность и продуктивность сельскохозяйственных культур. Установлено, что уровень первичной заболеваемости детей с врожденными аномалиями, болезнями органов пищеварения, эндокринной системы коррелирует с площадью обработки пахотных земель пестицидами и минеральными удобрениями. Почва является также источником загрязнения продуктов питания и водных источников нитратами, избыточное накопление которых рассматриваются как фактор онкологического риска здоровью населения [7].

Применение инновационных агротехнических мероприятий, рекомендованных ФАО, позволяет обеспечить рациональное использование почвенных ресурсов, к ним относятся: агроэкология, ресурсосберегающее сельское хозяйство, органическое сельское хозяйство, нулевая обработка почвы, агролесоводство и др. [3, 4, 10].

В *агроэкологии* используется экологическая теория изучения сельскохозяйственных систем и управления ими с целью как повышения их производительности, так и более эффективного сохранения природных ресурсов. Этот комплексный подход к ведению сельского хозяйства и развитию знаний. *Органическое сельское хозяйство* – это сельскохозяйственное производство без использования синтетических химических веществ или генетически модифицированных организмов, регуляторов роста или кормовых добавок для скота.

Ресурсосберегающее сельское хозяйство позволяет значительно улучшить во многих регионах мира состояние почвы, уменьшить деградацию земель и повысить урожайность благодаря применению трех принципов: минимальной обработки почв, сохранения постоянного почвенного покрова и севооборота. Одним из основных правил ресурсосберегающего сельского хозяйства является ограничение применения в хозяйстве механической обработки почвы, или вспашки. *Нулевая обработка почвы* – это комплекс приемов, используемых в ресурсосберегающем сельском хозяйстве, его использование позволяет сохранять постоянный или полупостоянный органический почвенный покров (например, в виде растущей культуры или отмершей мульчи), который защищает почву от неблагоприятных факторов, и позволяет почвенным микроорганизмам и фауне выполнять функцию «вспашки»

и обеспечения баланса полезных веществ в почве – естественных процессов, которые нарушаются при механической обработке.

Системы *агролесоводства* включают в себя как традиционные, так и современные системы землепользования, комбинированное выращивание деревьев, растений и разведение скота способствует снижению экологического риска, обеспечивает воспроизводство почвенного покрова и защиту от эрозии, сводит к минимуму ущерб от наводнений и обеспечивает водный запас, необходимый растениям.

Все перечисленные инновационные решения включены в концепцию перспективного развития сельскохозяйственного производства в Республике Беларусь, в которой одной из социально значимых функций инновационной деятельности является реализация устойчивости развития всей аграрной системы. Повышению качества и безопасности продукции будет способствовать внедрение в практику хозяйственной деятельности требований прогрессивных международных и европейских стандартов, стандартизированных методик и техник качества. Акцент будет сделан на повышение эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения, обеспечение сельскохозяйственных организаций высокопроизводительными средствами механизации, оснащенными бортовыми компьютерами и системами навигации, развитие органического сельского хозяйства, проведение защитных мероприятий на загрязненных радионуклидами землях, организация цифровой информационной среды. Особое внимание будет уделено внедрению инструментов поддержки «зеленой» экономики, формированию национальной системы углеродного регулирования. Предусматриваются разработка и внедрение в республике единого программно-аппаратного комплекса, обеспечивающего реализацию технологических процессов в растениеводстве с использованием машин и оборудования, оснащенных элементами системы точного земледелия, на основе электронных карт полей и другое [9].

ЛИТЕРАТУРА

1. Байботаева, А. Д. Контаминация почв тяжелыми металлами и разработка методов их очистки / А. Д. Байботаева, Г. Д. Кенжалиева, В. Н. Босак // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022 – Вып. 7. – С. 7–9.

2. Босак, В. Глебава-экалагічны ўласцівасці Беларускага Палесся: стан, праблемы, перспектывы / В. Босак // Загароддзе. – 2001. – № 3. – С. 48–50.

3. Босак, В. Н. Проблемы эффективного использования легких почв в Германии / В. Н. Босак // Почвенные исследования и применение удобрений. – 1997. – Вып. 24. – С. 128–133.

4. Лапа, В. В. Количественные параметры изменения плодородия почв при различных системах применения удобрений в севооборотах / В. В. Лапа, В. Н. Босак, Н. Н. Ивахненко // Почвы – национальное достояние России. – Новосибирск, 2004. – С. 71.

5. О Государственной программе инновационного развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы [Электронный ресурс]: Указ Президента Республики Беларусь от 15 сентября 2021 г. № 348. – Режим доступа: <https://president.gov.by/bucket/assets/uploads/documents/2021/348uk.pdf>. – Дата доступа: 09.11.2022.

6. Об утверждении гигиенических нормативов «Показатели безопасности и безвредности почвы» [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 25 января 2021 г. № 37. – Режим доступа: <https://rspch.by/Docs/post-37-2021.pdf>. – Дата доступа: 11.11.2022.

7. Петров, И. В. Эколого-гигиеническая оценка влияния загрязнения почвы на здоровье населения / И. В. Петров // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 4. – С. 14–17.

8. Почвы и земельные ресурсы / В. А. Хрищанович [и др.] // Состояние природной среды Беларуси. – Минск: Минсктиппроект, 1998. – С. 97–106.

9. Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы [Электронный ресурс]: Указ Президента Респ. Беларусь от 29 июля 2021 г. № 292. – Режим доступа: https://www.nbrb.by/mp/target/pser/program_ek2021-2025.pdf. – Дата доступа: 14.11.2022.

10. Роль органического вещества в повышении плодородия почвы и питании растений / В. В. Перетрухин [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021 – Вып. 6. – С. 41–45.

11. Состояние мировых земельных и водных ресурсов для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. Системы на пределе. Сводный доклад 2021 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fao.org/3/cb7654ru/cb7654ru.pdf>. – Дата доступа: 09.11.2022.

12. Состояние природной среды Беларуси: экологический бюллетень / Е. И. Громадская [и др.]. – Минск: РУП «ЦНИИКИВР», 2021. – 150 с.

13. Тяжелые металлы и влияние дождевых червей на почву / А. Д. Байботаева [и др.] // Fundamental and applied science-2019. – Sheffield: Science and Education LTD, 2019. – P. 29–33.

14. Факторы воздействия на окружающую среду / О. В. Кадацкая [и др.] // Состояние природной среды Беларуси. – Минск. 2007. – С. 298–329.

15. Does soil organic matter in mollic horizons of central/east European floodplain soils have common chemical features? / Th. Rennert [et al.] // Catena. – 2021. – Vol. 200. – P. 105192.

Аннотация. Приводятся сведения о значении почвенных ресурсов, причинах и видах деградации почв. Представлен материал о возникновении заболеваний населения при снижении почвенного плодородия. Указываются инновационные пути решения проблемы отрицательного воздействия загрязненных почв на безопасность жизнедеятельности.

Ключевые слова: почвенное плодородие, деградация, здоровье человека, инновационные решения.

ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ И ТРАНСПОРТНЫХ РАБОТ НА МЕЛИОРАТИВНЫХ ОБЪЕКТАХ

В. М. ГОРЕЛЬКО, канд. техн. наук, доцент

А. Л. КАЗАКОВ, канд. техн. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. В Республике Беларусь около 3,4 млн. га мелиорированных земель, из них 2,9 млн. га сельскохозяйственного назначения. На этой огромной площади находится 3,6 тыс. мостов, 2,4 тыс. шлюзов-регуляторов, 27,5 тыс. труб-регуляторов, 61,4 тыс. труб-переездов, 642 насосных станций, более 18,1 тыс. км эксплуатируемых дорог, 4,9 тыс. км защитных и ограждающих дамб [2].

Содержание и ремонт этих объектов невозможны без выполнения погрузочно-разгрузочных, монтажных и транспортных работ, выполняемых строительными кранами и транспортирующими устройствами. Особенностью эксплуатации кранов на таких объектах является работа на слабых грунтах, что требует особого внимания обеспечения устойчивости кранов [1, 4].

Основная часть. Основными причинами аварий со строительными кранами на таких объектах являются:

- неправильная установка крана на месте производства работ (на краю откоса, котлована, на свеженасыпанном грунте и т. п.);
- перегруз крана во время подъема груза, масса которого или грузовой момент превышают его максимальные значения;
- подъем примерзшего груза;
- подтаскивание груза краном при наклонном положении грузовых канатов;
- неисправность приборов и устройств безопасности кранов, имеющих большой срок эксплуатации;
- нарушения требований правил безопасности, проектов производства работ и других нормативных документов при выполнении погрузочно-разгрузочных работ.

Чтобы исключить или уменьшить такие случаи, должны строго соблюдаться требования по охране труда с учетом характера потенциально опасных факторов, степени их опасности и зоны распространения.

ния, психофизиологические и антропометрические особенности работников, обслуживающих данную сложную машину.

Эксплуатация грузоподъемных кранов при выполнении погрузочно-разгрузочных и монтажных работ должна строго подчиняться «Правилам по обеспечению промышленной безопасности грузоподъемных кранов», утвержденных постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь № 66 от 22.12.2018 [5].

Одними из основных требований этих правил являются:

- строительные краны должны быть оборудованы ограничителями рабочих движений для автоматического отключения механизма грузового приспособления, механизма изменения вылета и механизма передвижения;

- стреловые самоходные краны должны быть оборудованы ограничителями рабочих движений для автоматического отключения механизмов на безопасном расстоянии крана от проводов линии электропередачи;

- строительные самоходные краны должны быть снабжены звуковым сигнальным прибором, хорошо слышимым в местах перемещения груза;

- установка крана стрелового самоходного должна производиться на спланированной и подготовленной в соответствии с проектом производства работ площадке с учетом категории и характера грунта. Установка на площадке с уклоном, превышающим указанный в паспорте, не разрешается;

- при установке крана стрелового на выносные опоры он должен быть установлен на все имеющиеся опоры. Под опоры должны быть подложены прочные и устойчивые прокладки.

Значительные объемы работ при подготовке и строительстве гидротехнических сооружений занимают работы по приготовлению, транспортированию и укладке строительных материалов. Эти работы выполняются с использованием ленточных, скребковых, ковшовых и винтовых транспортеров (конвейеров).

Эксплуатация машин непрерывного транспорта регламентирована Межотраслевыми правилами по охране труда при эксплуатации конвейерных, трубопроводных и других транспортных средств непрерывного действия, утвержденных постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь № 54 от 10.04.2007 [3].

Устройства непрерывного действия должны быть оборудованы необходимыми ограждениями, блокировками и сигнализацией.

Части транспортных средств непрерывного действия, представляющие опасность для работников и которые, по их функциональному назначению, не могут быть закрыты кожухом, щитком и другими защитными приспособлениями, окрашиваются в сигнальные цвета с установкой знаков безопасности. Конвейеры малой протяженности (до 10 м) в головной и хвостовой частях оборудуются аварийными кнопками для остановки конвейера «Стоп» грибового типа красного цвета.

Выполнение работ по техническому обслуживанию, ремонту и регулировке конвейера (исправление смещения) (сбега) ленты, устранение ее пробуксовки и тому подобные работы – только после остановки конвейера.

Заключение. Неукоснительное соблюдение приведенных требований охраны труда при производстве погрузочно-разгрузочных транспортных работ на мелиоративно-строительных объектах с использованием строительных кранов и транспортеров являются залогом безопасных условий труда на производстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудрявцев, А. Н. Безопасность труда при производстве земляных работ / А. Н. Кудрявцев, В. Н. Босак, А. С. Алексеев // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2020. – Вып. 5. – С. 286–289.
2. Мелиорация почвы в XXI веке: новые задачи и новые технологии // Директор. – 2020. – № 11.
3. Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации конвейерных, трубопроводных и других транспортных средств непрерывного действия: постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 10.04.2007 № 54.
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.
5. Правила по обеспечению промышленной безопасности грузоподъемных кранов: постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 22.12.2018 № 66.

Аннотация. Важным компонентом безопасности труда при выполнении погрузочно-разгрузочных и транспортных работ является неукоснительное соблюдение требований охраны труда при работе на механизмах.

Ключевые слова: мелиорация, объекты, краны, транспортеры, безопасность работы.

СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ШУМА В МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕХАХ

А. Н. ГУРИНА, канд. техн. наук, доцент
И. В. САЦУКЕВИЧ, магистрант

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

Введение. Условия труда на предприятиях мясоперерабатывающей отрасли отличаются большим количеством вредных и опасных производственных факторов, которые оказывают неблагоприятное воздействие на здоровье, безопасность и работоспособность работников, а также создают нежелательные предпосылки для развития профессиональных заболеваний. Одним из наиболее опасных и вредных производственных факторов, определяющим уровень травматизма и заболеваемости, является негативное воздействие повышенного уровня шума на рабочих местах операторов мясоперерабатывающих цехов, длительное воздействие которого приводит к изменениям сердечно-сосудистой системы, нарушениям желудочно-кишечного тракта, функционального состояния центральной нервной системы.

У лиц, работающих в условиях постоянного шума, наблюдается повышенная утомляемость, замедленная скорость психических реакций, снижение памяти. Помимо этого, шум нарушает концентрацию внимания, точность и координацию движений, ухудшает восприятие звуковых и световых сигналов опасности. Шум уменьшает производительность труда в среднем на 10–15 %, что приводит к невыполнению плана, а значит, и снижению прибыли предприятия. К немаловажным отрицательным последствиям от воздействия шума относится повышение риска возникновения травмоопасной ситуации [1–12].

Основная часть. В мясоперерабатывающих цехах преобладает механический шум, основным источником которого выступает технологическое оборудование. Наиболее шумное оборудование, применяемое в мясоперерабатывающих цехах: волчок (уровень звука 83 дБ), куттер (83 дБ), фаршемешалка (82 дБ), шприц-дозатор (82 дБ), конвейер для обвалки и жилочки (80 дБ), холодильник (79 дБ), подъемник (78 дБ). Спектр механического шума находится в достаточно широком диапазоне частот. Основными факторами механического шума являются форма, размеры и тип конструкции, число оборотов, механические свойства материала, состоя-

ние поверхностей взаимодействующих тел, а также их смазывание. Приведенные данные свойственны хорошо отремонтированному предприятию, однако часто используется старое оборудование, эксплуатация которого приводит к повышению уровня шума на рабочих местах. При этом предельно допустимый уровень шума на рабочих местах в мясоперерабатывающих цехах должен быть не более 80 дБ.

Уменьшение шумности используемого в мясоперерабатывающей отрасли оборудования путем борьбы с шумом в источнике шумообразования проблематично. Поэтому наибольшее развитие получили методы борьбы с шумом на путях распространения. К таким методам относятся: звукоизолирующие преграды; специальные звукоизолирующие кожухи; глушители; облицовка всех или части внутренних поверхностей помещения звукопоглощающим материалом или специальными звукопоглощающими конструкциями и т. д.

Для снижения уровня шума на пути его распространения применяют звукопоглощение, звукоизоляцию, установки глушителей шума.

Звукопоглощение используется для поглощения шума, не дав ему отразиться от поверхности обратно в помещение. Наиболее используемыми звукопоглощающими инженерно-техническими мероприятиями является облицовка всех или части внутренних поверхностей помещения звукопоглощающим материалом или применение штучных звукопоглотителей. Звукопоглощающие облицовки и штучные звукопоглотители предназначены для акустической обработки помещений производственного и общественного назначения. Обработка используется для снижения уровня шума за счет уменьшения интенсивности отраженных звуковых волн от ограничивающих плоскостей.

Звукоизоляция применяется с целью ограничения проникновения звука из одного помещения в другое через стены, перекрытия, кожухи, кабины. Для звукоизоляции применяются тяжелые и плотные материалы с закрытыми порами. Общая звукоизоляция помещения достигается созданием ограждений (стен, полов, потолков) из кирпича, бетона, железобетона. Местная звукоизоляция осуществляется в виде кожухов, капотов, кабин, боксов, куда помещают агрегат или отдельную технологическую линию [1, 4, 5, 8].

При невозможности укрытия источника шума на рабочем месте может быть достигнуто установкой экрана между работником и источником шума. Акустический экран является преградой, которая устанавливается на пути распространения звуковых волн, между источником шума и частью помещения, защищаемого от шума. Приме-

нение акустического экрана заключается в создании «акустической тени», в которую попадает только часть звуковых волн, огибающих края экрана. Снижение шума акустическим экраном в помещении, как правило, не превышает 2–3 дБ. Однако эффективность совместного применения экранов и средств звукопоглощения достигает 8–10 дБ.

Глушители шума применяют для уменьшения аэродинамического шума (системы вентиляции, воздушного отопления, компрессорные установки и пр.).

Шум в мясоперерабатывающих цехах распространяется от источника во все стороны помещения в виде прямого звука, а также отражаясь от ограждающих поверхностей помещения и оборудования, усиливая прямой звук. Таким образом, одним из эффективных способов борьбы с шумом в данной отрасли является акустическая обработка помещения звукопоглощающими конструкциями, которые позволяют снизить уровень отраженного шума.

Звукозащитные облицовки предназначены для акустической обработки помещений производственного и общественного назначения. Обработка используется для снижения уровня шума за счет уменьшения интенсивности отраженных звуковых волн от ограничивающих эти помещения плоскостей. Облицовка помещений обычно проводится в сочетании с другими звукозащитными мероприятиями (акустические экраны, штучные звукопоглотители и т. д.). Отражение звуковых волн от поверхности помещения, а также от предметов, расположенных в нем, увеличивают звук на 5–15 дБ по сравнению с уровнем, создаваемым тем же источником. Звук, находящийся в свободном пространстве, часто изменяет свой тембр и качество звучания.

Снижение уровня шума в зоне отраженного звукового поля при акустической обработке помещений практически всегда не превышает 8–10 дБ, но в некоторых случаях составляет 10–12 дБ. Как правило, звукозащитную облицовку размещают на потолке и частично на стенах размещаемого объекта.

Заключение. Разнообразие звукозащитных конструкций и способов их использования часто затрудняет выбор нужных материалов и изделий для конкретного помещения, что в итоге сказывается на достигаемом эффекте. Акустический эффект снижения шума в помещении зависит от многих факторов, основными из которых являются акустические характеристики звукопоглощающих конструкций и акустические характеристики самого помещения.

Взаимное влияние и взаимодействие этих параметров столь велики, что даже их незначительное расхождение и несоответствие друг другу приводят к резкому снижению эффекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак. – Старый Оскол: ТНТ, 2022. – 356 с.
2. Босак, В. Н. Требования охраны труда в различных отраслях АПК / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, Т. В. Сачивко // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 9–12.
3. Ермак, И. Т. Шумовое воздействие на работающих при производстве древесно-стружечных плит / И. Т. Ермак, Б. Р. Ладик, В. Н. Босак // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2012. – С. 10.
4. Защита от шума: строительные нормы Республики Беларусь СН 2.04.01-2020: постановление Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 15.09.2020 № 54.
5. Исследование производственного шума / А. Е. Кондраль [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – 15 с.
6. Ладик, Б. Р. Шумовое воздействие на работающих при производстве древесно-стружечных плит / Б. Р. Ладик, И. Т. Ермак, В. Н. Босак // Труды БГТУ. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – 2012. – № 2. – С. 219–221.
7. Окунев, А. А. Шум в производственных помещениях и его влияние на человека / А. А. Окунев // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5. – С. 105–106.
8. Охрана труда / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
9. Порядок обеспечения и расчет потребности средств индивидуальной защиты / М. П. Акулич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 26 с.
10. Скворцов, А. Н. Улучшение условий труда операторов мясоперерабатывающих цехов за счет снижения шумового воздействия на них использованием звукопоглощающих конструкций: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.26.01 / А. Н. Скворцов. – Санкт-Петербург–Пушкин, 2018. – 18 с.
11. Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки: санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 16.11.2011 № 115.
12. Язубец, А. В. Источники и возможные последствия для человека шумового загрязнения среды / А. В. Язубец, О. В. Малашевская // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 145–147.

Аннотация. Рассмотрено негативное воздействие повышенного уровня шума в мясоперерабатывающем цеху и проанализированы основные методы борьбы с ним на путях его распространения.

Ключевые слова: шум, мясоперерабатывающий цех, звукопоглощение, звукоизоляция, глушители шума, звукозащитные облицовки.

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОДИТЕЛЯ, ВЛИЯЮЩИЕ НА УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫМ СРЕДСТВОМ В СЛОЖНЫХ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЯХ

Г. Г. ЕВТУХ, ассистент
В. Л. САМСОНОВ, ст. преподаватель
Л. А. ПОПОВА, зав. лабораторией

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Соблюдение требований безопасности при управлении транспортным средством служат действенным способом предотвращения травматизма [2, 12–15]. Особенно это актуально в сложных погодных условиях: в условиях недостаточной видимости, при неблагоприятных погодных условиях, в зимнее время и т. д. [4, 6, 8].

В зимнее время следует в первую очередь забыть о «летнем» стиле вождения. Летние методы вождения на льду и снегу бездейственны, они часто провоцируют ДТП [4, 13].

Зимой даже в отсутствие снега, температура асфальта низкая, и коэффициент сцепления холодных шин с холодной поверхностью далеко не высокий, а значит, и тормозной путь будет длиннее.

Основная часть. Кажется, что он просто мокрый или другого цвета – а на самом деле, он покрыт льдом. И лишь ощутив биение педали тормоза, говорящее о том, что сработала АБС, водитель понимает, что под колесами скользко. Поэтому даже на асфальте, свободном от видимой наледи или снега, стоит начинать торможение раньше, чем вы привыкли делать это летом – холодные колеса и тормоза работают иначе [7]. Информацию об окружающей среде человек получает именно от органов восприятия. Она является источником представления об окружающем мире. Это подтверждается статистическими данными: несмотря на то, что в темное время суток интенсивность движения снижена до 10–15 % от дневной величины, большинство ДТП (до 60 %) происходит именно в это время, когда восприятие водителя ограничено [9].

В итоге действия водителя автотранспортного средства в определенный промежуток времени являются результатом его психического состояния, которое полностью подчиняется влиянию факторов восприятия.

Если водитель автомобиля перед вами начнет резко тормозить, скорее всего, избежать аварии не удастся. За то время, пока вы среагируете и перенесете ногу с педали акселератора на тормоз, есть шанс «догнать» впереди идущий автомобиль. Так что при выборе дистанции ориентируйтесь на собственную реакцию и навыки вождения. Понимание приходит с опытом, а если его недостаточно, лучше держать дистанцию с небольшим запасом. Если водитель, следующий за вами, не увеличит дистанцию, лучше уступите дорогу, ведь, возникни на пути препятствие, вы успеете остановиться, а он – нет.

В любой ситуации полезно порой смотреть не только на задние габаритные огни впереди идущего автомобиля, но и заглядывать за него. В этом случае не придется ждать, пока перед вами загорятся стоп-сигналы, чтобы начать тормозить. Зная дорожную ситуацию наперед, можно начать замедления заранее, безопасно и более комфортно.

Что же касается бокового интервала, то, к примеру, летом все относительно просто. В крупных городах на дорогах есть разметка. Придерживайтесь ее, и в большинстве случаев этого будет достаточно, чтобы не попасть в аварийную ситуацию. Но зимой, особенно во время осадков, разметку порой не различить под слоем снега или грязи. В случае опасности важно не совершать резких движений: к примеру, если попутный автомобиль справа начал смещаться в вашу сторону, не стоит шархаться от него, не убедившись в безопасности этого маневра. Ведь, окажись слева другой попутный автомобиль, виновником аварии, скорее всего, признают вас. Особенно если контакта с попутчиком справа не произошло [9].

И, конечно же, шины должны быть по сезону, то есть зимние, согласно правилам дорожного движения, на всех колесах. Всесезонные шины лучше не использовать: универсального состава резиновой смеси, который одинаково эффективно работал бы в жару и в холод, не существует. А случись сильные морозы, всесезонные шины просто твердеют и эффективность торможения заметно снизится.

Даже самая эффективная коммунальная служба в условиях снегопада не в силах очистить снег за час. Поэтому в багажнике хорошо иметь небольшую лопату, чтобы она не занимала много места. Лопата позволит убрать, высокий снежный бруствер, который оставил за собой трактор. Или сугроб, который насыпали коммунальщики перед бампером автомобиля, убирая снег с утра.

Лопату лучше выбирать именно для уборки снега, и лучше всего металлическую, а не пластиковую, или как минимум с металлической кромкой. Пластик может быстро сломаться о слегка промерзший снег.

Выезжая с парковки, избавьте машину от снега, в том числе и крышу. Не забывайте очищать оптику, чтобы были видны стоп-сигналы и указатели поворотов. Тогда другим водителям не придется догадываться о вашем намерении повернуть. Не стоит также оставлять снег на заднем стекле и боковых зеркалах, надеясь на функцию электрообогрева. Если слой снега достаточно большой, растает он не сразу, и обзорность будет какое-то время ограничена. Кстати, стоит очищать от снега перед поездкой и задние боковые окна, даже если на втором ряду нет пассажиров. В городе траектории движения автомобилей пересекаются под самыми разными углами, и зачастую уступать дорогу нужно машине, двигающейся в «слепой» зоне, когда ее не видно ни в переднее боковое окно, ни в боковое зеркало.

Парковаться лучше задним ходом. Собственно, это всесезонный совет. Как правило, просвет под задним бампером больше, чем под передним, так что шансов повредить его меньше. Зимой есть другая опасность. К примеру, даже если вы уверены, что бордюр, к которому вы подъезжаете, достаточно низкий, а снег рыхлый и не поцарапает краску вашего автомобиля, все равно не заезжайте бампером в сугроб. Случись резкий перепад температур, и снег заледенеет, превратившись в камень. Отъезжая, можно запросто расстаться с бампером.

Если автомобиль забуксовал лучше не буксуйте, а откопайте его. Это сохранит и время, и нервы. Если надо проехать через рыхлый участок снега или забраться в подъем, то делать это надо ходом на второй передаче. В случае, если колеса срываются в пробуксовку, добавлять газ не нужно. Так машина окончательно закопается. Лучше, что называется, «прибрав газ», то есть приотпустить педаль акселератора, но не полностью, дав шинам зацепиться. Таким образом можно преодолеть небольшой снежный бруствер или проехать скользкий участок дороги.

Давление в шинах снижать не нужно. Этот прием поможет, только если вы застряли в очень глубоком снегу где-нибудь в лесу. А в городе ездить на полуспущенных шинах просто опасно. Шина может легко слететь с обода. Скажем, при резком маневре [9].

Все движения при езде по зимней дороге должны быть плавными, без резких воздействий на руль или педаль газа. Дерготня только разбалансирует автомобиль. Как следствие – возникнет занос, а в городе

справиться с ним непросто даже подготовленному водителю. Любой занос может привести к серьезным последствиям.

Тормозить, опять же, нужно плавно и с запасом дистанции. Система ABS уменьшит тормозной путь лишь в сравнении с торможением с полностью заблокированными колесами, но не более того. В первую очередь она создана для того, чтобы машина оставалась управляемой во время торможения.

Не стоит пренебрегать и другим электронным помощником – системой стабилизации ESP. Не отключайте ее. Да, на высокой скорости в случае заноса электроника может «задушить» двигатель, превратив водителя в зрителя. Но на городских скоростях ESP скорректирует траекторию, не позволив начаться заносу.

Полноприводный автомобиль ведет себя на скользкой дороге стабильнее моноприводного. Зимой преимущества колесной формулы 4×4 неоспоримы. И на заметную парковку заедете легче, и на дороге будете чувствовать себя увереннее, чем водители моноприводных автомобилей. Но пугаться автомобилей с задним приводом тоже не стоит. Да, на зимней дороге управлять ими труднее, чем передне- или полноприводными машинами. Важно не торопиться и вовремя убирать ногу с педали газа, если начинается скольжение задней оси.

Главная система безопасности находится в голове водителя. И если человек не отдает себе отчета в том, что делает, не соблюдает дистанцию, превышает скорость, то даже самый дорогой автомобиль, оборудованный множеством электронных систем безопасности, от неприятностей на дороге не спасет.

Стоит упомянуть важность внимательного отношения к зимней резине.

Во-первых, нужно следить за ее износом: она должна соответствовать требованиям техрегламента и перечня неисправностей, запрещающих эксплуатацию ТС.

Во-вторых, даже при формальной годности ее к эксплуатации, стоит руководствоваться еще и здравым смыслом. Единственное преимущество старой резины в том, что у нее большее пятно контакта – но оно не компенсирует утерянные за годы эксплуатации свойства и выпавшие шипы.

Сама по себе зимняя резина более мягкая, но пока она не прогрета в движении, даже она не работает полноценно. Кроме того, благодаря своей мягкости она более склонна к боковому уводу – это необходимо учитывать при движении по дуге поворота и не пытаться держать ту же скорость, к которой вы привыкли летом.

И еще один важный тезис, который нужно усвоить каждому водителю: никакие персональные умения и опыт не способны скомпенсировать отсутствие хорошей зимней резины.

Умение – это, конечно, хорошо. Но никакой гарантии само по себе оно не дает, а одним из главнейших качеств опытного безопасного водителя является надежность. Поэтому, чтобы дать гарантию собственной надежности, нужно быть уверенным и в себе, и в машине, и в резине. А своевременная замена шин на зимние – один из показателей истинного профессионализма.

Для надежности профессиональной деятельности водителей автотранспортных средств, несомненно, важно, какой человек сидит за рулем, что он представляет собой как личность. Поэтому для безопасности дорожного движения необходимы не только коррекция определенных индивидуально-психофизиологических параметров работающих водителей автотранспортных средств, но и модернизация на более ранних этапах коренных принципов обучения в автошколах, где должны проводиться тестирование и определение психофизиологических характеристик будущих водителей, профилактика данных показателей, а также необходимый отсев обучаемых [1, 3, 5, 10].

Заключение. На курсах в автошколах потенциальных водителей предупреждают, что в первый год после выдачи прав лучше отказаться от идеи самостоятельного управления автомобилем в зимний период. Связано это с повышенной сложностью вождения транспортного средства по заснеженным дорогам. Даже в крупных городах дорожные службы не всегда справляются со снежным покровом на дорогах, а в сельской местности или за пределами основных трасс и вовсе очистке дороги не уделяют должного внимания. В целях собственной безопасности водитель должен заучить основные правила езды по снегу и в гололед в зимнее время года. К тому же, эти правила совсем простые и очевидные, но их несоблюдение может стоить водителю и пешеходам жизни.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берлова, И. С. Психологические особенности участников дорожного движения как фактор безопасности / И. С. Берлова // Ученые записки. – 2010. – Т. 1, № 2 (60). – С. 32–36.
2. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак. – Старый Оскол: ТНТ, 2022. – 356 с.
3. Босак, В. Н. Значение человеческого фактора в обеспечении безопасности труда / В. Н. Босак, И. Е. Жабровский // Актуальные проблемы формирования кадрового потенциала для инновационного развития АПК. – Минск: БГАТУ, 2017. – С. 294–298.

4. Греков, Д. В. Распространенные нарушения правил дорожного движения / Д. В. Греков, В. Л. Самсонов // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 141–151.
5. Гуревич, П. С. Психологический словарь / П. С. Гуревич. – Москва: ОЛМАПРЕСС Образование, 2007. – 800 с.
6. Довбенко, Я. И. Влияние тумана на безопасность передвижения / Я. И. Довбенко, М. В. Цайц // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 20–22.
7. Зимний стиль вождения – советы «Бывалых» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tplus.by/news/21906>. – Дата доступа: 22.11.2022.
8. Иванов, И. В. Виды износа сельскохозяйственных шин / И. В. Иванов, М. В. Цайц // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 31–34.
9. Как нельзя ездить в плохую погоду [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.zr.ru/content/articles/904855-kak-upravlyat-avtomobilem-zimo>. – Дата доступа: 22.11.2022.
10. Комплекс универсальный психодиагностический УПДК-МК [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.neurocom.ru/ru2/-psych/updk_mk.html. – Дата доступа: 23.11.2022.
11. Коноплянко, В. И. Основы управления автомобилем и безопасность дорожного движения / В. И. Коноплянко, В. В. Зырянов, Ю. В. Воробьев. – Москва: Высшая школа, 2005. – 271 с.
12. Методы изучения и анализа производственного травматизма / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 15 с.
13. Огородников, В. Г. Динамика ДТП по г. Минску и областям Республики Беларусь / В. Г. Огородников, А. А. Цыганова // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 76–78.
14. Охрана труда / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
15. Сачивко, Е. В. Идентификация опасностей и оценка производственных рисков / Е. В. Сачивко, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 95–96.

Аннотация. Рассмотрены особенности, влияющие на способность водителя воспринимать дорожную информацию в сложных погодных условиях в зимний период. Раскрываются факторы, определяющие поведение участника дорожного движения и обусловленные его психическим состоянием в данный момент времени. Рассмотрены причины и условия возникновения заноса. Выявлены наиболее значимые действия водителя, непосредственно влияющие на надежности его профессиональной деятельности.

Ключевые слова: безопасность, реакция, восприятие, стиль вождения, погодные условия.

РИСКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗНЫХ ВИДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ, ПРОИЗВЕДЕННОЙ НА ТЕРРИТОРИЯХ, ПОДВЕРГШИХСЯ РАДИОАКТИВНОМУ ЗАГРЯЗНЕНИЮ

И. Т. ЕРМАК, канд. биол. наук, доцент
А. К. ГАРМАЗА, канд. техн. наук, доцент
А. В. ДОМНЕНКОВА, канд. с.-х. наук

УО «Белорусский государственный технологический университет»,
Минск, Республика Беларусь

Введение. Авария на Чернобыльской АЭС привела к поступлению в окружающую среду большого количества радионуклидов и долговременному загрязнению территории Республики Беларусь. Радиоактивному загрязнению цезием-137 подверглось более 1,8 млн. га сельскохозяйственных земель. Из них более 260 тыс. га (около 15 %) с 1986 г. были выведены из хозяйственного оборота (радиационно опасные земли) [3, 12].

К большому сожалению, радиоактивное загрязнение – это не краткосрочное явление. Нескольким поколениям людей придется жить при условиях наличия техногенных радиоактивных веществ в окружающей природной среде.

Основная часть. На 01.01.2022 вследствие естественного распада радионуклидов площадь загрязненных радионуклидами земель уменьшилась, и сельское хозяйство ведется на площади 836,6 тыс. га земель с плотностью загрязнения цезием-137 более 37 кБк/м² (более 1 Ки/км²), из которых 281,5 тыс. га одновременно загрязнены стронцием-90 более 5,55 кБк/м² (более 0,15 Ки/км²). Основные площади сельскохозяйственных земель, загрязненных цезием-137, сосредоточены в Гомельской (59,9 % общей площади) и Могилевской (29,8 %) областях. В Брестской, Гродненской и Минской областях доля загрязненных земель невелика и составляет соответственно 4,3 %, 1,6 % и 4,4 %. 96 % сельскохозяйственных земель, загрязненных стронцием-90, находятся в Гомельской области. В Могилевской и Брестской областях доля их незначительна и составляет соответственно 3,5 % и 0,03 %.

С 1993 г. в хозяйственное пользование возвращено 19,6 тыс. га земель, ранее выведенных из оборота после катастрофы на

Чернобыльской АЭС, в том числе в Брестской области – 0,1 тыс. га, в Гомельской – 16,7 тыс. га, в Могилевской области – 2,8 тыс. га.

По состоянию на 01.01.2022 площадь радиационно опасных земель составляет 248,6 тыс. га, в том числе в Гомельской области – 201,7 тыс. га, в Могилевской области – 46,9 тыс. га [8].

Экологические последствия радиоактивного загрязнения почв многообразны и представляют опасность для человека. Включаясь в биологический круговорот, радионуклиды через растительную и животную пищу попадают в организм человека и, накапливаясь в нем, вызывают радиоактивное облучение. Радионуклиды, подобно многим другим загрязняющим веществам, постепенно концентрируются в пищевых цепях [2, 4–6, 9, 10, 13].

В экологическом отношении наибольшую опасность представляет стронций-90 и цезий-137. Это обусловлено длительным периодом полураспада, высокой энергией излучения и способностью легко включаться в биологический круговорот, в цепи питания. Искусственные радионуклиды закрепляются в основном в верхнем 10–15 см слое почвы. Скорость естественного самоочищения почв от радионуклидов зависит от скорости их радиоактивного распада, вертикальной и горизонтальной миграции. Миграция (накопление) радионуклидов из почвы в растения зависит от комплекса факторов. Основными из них являются: физико-химические формы радионуклидов, агрохимические свойства почв, биологические особенности растений, агротехника выращивания культур.

Радионуклиды в растения могут поступать через вегетативные органы – наземную часть (стебель, листья) и корневую систему – корневой путь поступления [7].

Поступление искусственных радионуклидов в организм человека возможно через пищеварительный тракт вместе с продуктами питания и водой, через легкие с загрязненным воздухом, через кожу и слизистые оболочки.

Радионуклиды, попавшие в организм с продуктами питания, включаются в основные процессы обмена веществ – всасывание в кровь, далее продвижение с кровью по организму, поступление и накопление в органах и тканях организма. Задерживаясь в организме, а со временем накапливаясь в нем при продолжающемся поступлении с пищей, может создаваться высокая концентрация со значительным разрушительным эффектом [1, 17].

Стронций-90 концентрируется в костной ткани, а цезий-137 распределяется по всему организму почти равномерно, больше аккумулируется в мышечной ткани, печени и почках.

Эффект от дозы облучения отдельного человека зависит от биологических и химических факторов (от возраста и общего состояния здоровья, содержания кислорода в биологических тканях). Поэтому у разных людей наблюдается неодинаковая чувствительность к радиации.

Очень высокие дозы радиации на все тело могут нанести значительные повреждения органам тела, значительно повлияв на их функционирование, что может в конечном итоге привести к смерти [11].

Радиоактивное загрязнение почв повлекло за собой проблемы, связанные с обеспечением населения продуктами питания не загрязненных радионуклидами или в пределах республиканских допустимых уровней. Поэтому на начальном этапе преодоления последствий катастрофы было ликвидировано 54 колхоза и совхоза, закрыто 9 перерабатывающих заводов агропромышленного комплекса. Из сельскохозяйственного оборота были исключены 264 тыс. га.

За прошедший период времени после аварии на Чернобыльской АЭС на загрязненных территориях произошли изменения в радиационной обстановке: радиоактивный распад короткоживущих и миграция вглубь почвы долгоживущих изотопов привели к значительному снижению уровня гамма-излучения. В то же время проникновение радионуклидов в зону корневого питания растений привело к увеличению их содержания в самих растениях.

Растения, содержащие больше кальция, накапливают в повышенных количествах стронций-90, а растения, отличающиеся высоким содержанием калия, легче накапливают и цезий-137. Накопление этих радионуклидов в товарной части сельскохозяйственных растений наиболее интенсивно происходит в корнеплодах (столовая свекла, морковь) и бобовых культурах (горох, соя, вика), более слабо – в картофеле, плодах томатов и особенно в зерновых злаках. Более низкое содержание в клубнях картофеля по сравнению с корнеплодами объясняется тем, что клубень – это видоизмененный стебель, а корнеплод – видоизмененный корень [15, 20].

Коэффициент перехода радионуклидов в лесные ягоды (землянику, малину, голубику, чернику, клюкву) зависит от типа почв, на которых они произрастают. Растения, которые поглощают питательные вещества из лесной подстилки (черника, голубика, брусника) накапливают большее количество радионуклидов, чем малина, рябина, калина, ко-

торые имеют более глубокие корни, а в этих горизонтах меньшая концентрация радиоактивных веществ [7].

С целью уменьшения накопления радионуклидов в продуктах питания и попадания их в организм человека рекомендуются агротехнические, лечебно-профилактические и санитарно-гигиенические мероприятия, которые сводятся к следующему:

- консервация почвы (залужение, мульчирование, посадка леса и др.). Мероприятие обеспечивает уменьшение миграционной способности радионуклидов и консервирование почвы до тех пор, когда появится техническая возможность дезактивации;

- дезактивация (удаление верхнего загрязненного слоя почвы или дернины). Мероприятие является чрезвычайно затратным, но дает возможность кардинальным образом решить проблему радиоактивного загрязнения почвы;

- обычная или мелиоративная вспашка (уменьшает концентрацию радионуклидов в корнеобитаемом слое почвы, что достигается перемешиванием «чистыми» слоями почвы или глубокое запахивание верхних, «грязных» слоев почвы на глубину до 70 см);

- внесение органических удобрений в комплексе с сорбентом (сапропель) улучшает почвенные условия и приводит к резкому увеличению почвенных микроорганизмов, как существовавших ранее в почве, так и привнесенных с навозом. При активном размножении в органическом субстрате, микроорганизмы накапливают в своей биомассе значительное количество биологически доступного цезия-137, что приводит к изоляции биологически доступной формы нуклида от корневых систем растений [21];

- внесение минеральных удобрений с микроэлементами, что способствует снижению концентрации радионуклидов в растениях и повышают их урожайность;

- с целью исключения или уменьшения попадания радионуклидов в организм человека с продуктами питания, концентрирующихся на поверхности продуктов, рекомендуется их мытье или ополаскивание. В ситуации, когда радиоактивные вещества содержатся непосредственно внутри продукта, то наиболее эффективным методом очистки (выведения) радионуклидов является варка в растворе соли;

- важным являются знания накопления радионуклидов в различных продуктах питания, радиационный контроль этих продуктов и соблюдение норм радиационной безопасности [10, 14, 16, 18, 19, 21].

Заклучение. Применение специальных агрохимических, агротехнических и агромелиоративных мероприятий наряду с процессами самоочищения почв сельскохозяйственных земель ввиду распада радионуклидов позволили существенно снизить переход радионуклидов в продукцию растениеводства и животноводства.

Проживание людей на загрязненных радионуклидами территориях сопряжено с опасностью не только внешнего, но и внутреннего облучения. Употребляя продукты питания, произведенные на землях, подвергшихся радиоактивному загрязнению, существует потенциальная опасность нанести серьезный урон своему организму. Учитывая особенности накопления радионуклидов в различных видах пищевой продукции и соблюдая предварительную обработку перед употреблением таких продуктов, появляется возможность избежать радиоактивного облучения органов и тканей организма человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабок, А. В. Организация рационального питания населения на территориях, загрязненных радионуклидами / А. В. Бабок, А. В. Домненкова // Обеспечение безопасности населения на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 12–14.
2. Босак, В. М. Забяспячэне радыяцыйнай бяспекі ў аграпрамысловым комплексе / В. М. Босак, Т. У. Сачыўка // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2017. – С. 20.
3. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак. – Старый Оскол: ТНТ, 2022. – 356 с.
4. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека: практикум / В. Н. Босак, А. В. Домненкова. – Минск: Вышэйшая школа, 2016. – 192 с.
5. Босак, В. Н. Обеспечение продовольственной безопасности регионов, пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Развитие агропромышленного производства и сельских территорий. – Новосибирск, 2016. – С. 70–74.
6. Босак, В. Н. Обеспечение радиационной безопасности в АПК Республики Беларусь / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Дальневосточная весна-2016. – Комсомольск-на-Амуре: КнАГТУ, 2016. – С. 131–133.
7. Босак, В. Н. Радиационная безопасность в лесном хозяйстве / В. Н. Босак, Л. А. Веремейчик. – Минск: РИПО, 2018. – 277 с.
8. В сельском хозяйстве – Новости Госчернобыля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://chernobyl.mchs.gov.by/zashchitnye-meropriyatiya/v-selskom-khozyaystve/>. – Дата доступа 20.11.2022.
9. Домненкова, А. В. Радиационная обстановка в лесах Республики Беларусь / А. В. Домненкова, В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Наслідкі аварыі на ЧАЭС: рэаліі сьгодня. – Житомир: ІСГП НААН, 2019. – С. 34–36.
10. Использование радиационных технологий в сельском хозяйстве / А. В. Домненкова [и др.] // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2022. – С. 86–89.
11. Козлов, В. Ф. Справочник по радиационной безопасности / В. Ф. Козлов. – Москва: Энергоатомиздат, 1987. – 326 с.

12. Погребичкая, А. Г. Динамика загрязнения радионуклидами сельскохозяйственных земель / А. Г. Погребичкая, Т. В. Сачивко // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2019. – С. 38–41.

13. Распределение территории лесного фонда Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь по зонам радиоактивного загрязнения / А. В. Домненкова [и др.] // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2023. – С. 61–62.

14. Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99): ГН 10-117-99: постановление Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 26.04.1999 № 16.

15. Сачивко, Т. В. Мероприятия по обеспечению радиационной безопасности в сельском хозяйстве / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 46–49.

16. Сачивко, Т. В. Новые рекомендации по ведению сельского хозяйства на территории радиоактивного загрязнения / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак, А. В. Домненкова // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2022. – С. 78–79.

17. Сачивко, Т. В. Нормирование содержания радионуклидов / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак, А. В. Домненкова // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2021. – С. 69–70.

18. Сачивко, Т. В. Особенности мероприятий по обеспечению радиационной безопасности в АПК Республики Беларусь / Т. В. Сачивко, Ю. В. Азаренко, В. Н. Босак // 30 лет после Чернобыльской катастрофы. Роль союзного государства в преодолении ее последствий. – Горки: БГСХА, 2015. – С. 189–193.

19. Сачивко, Т. В. Усовершенствование мероприятий по обеспечению радиационной безопасности в АПК Республики Беларусь / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 47–50.

20. Сельскохозяйственное производство на землях, загрязненных цезием-137 / А. В. Явтошук [и др.] // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 130–133.

21. Снижение накопления Cs-137 растениями при внесении в почву минеральных сорбентов в условиях конденсационно-топливного радиоактивного загрязнения / Н. П. Архипов [и др.] // Съезд по радиационным исследованиям. – Москва: 1997. – С. 429–430.

Аннотация. Растениеводство как отрасль сельскохозяйственного производства является определяющим звеном в загрязнении продуктов питания и поступлении радионуклидов в организм человека. На основании имеющихся научных исследований предлагаются агротехнические, санитарно-гигиенические и лечебно-профилактические мероприятия по снижению накопления радионуклидов в продуктах растениеводства и уменьшению их присутствия в пищевых продуктах.

Ключевые слова: радионуклиды, радиоактивное загрязнение почв, экологические последствия, продукты питания, радиационная безопасность.

ЯДОВИТЫЕ РАСТЕНИЯ КАК ФАКТОР РИСКА БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Н. В. КЛОЧКОВА, ассистент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. В основе безопасности жизнедеятельности лежит знание и понимание источников риска, к числу которых можно отнести ядовитые растения [2, 3].

В этой связи людям необходимо знать перечень видов местных ядовитых растений, особенности их влияния на организм, а также способы оказания первой помощи отравившимся растительными ядами. Особую актуальность в наше время приобрел такой фактор социального риска, как использование ядовитых растений в качестве источника наркотических препаратов [1].

Основная часть. Ядовитыми растениями считаются те растения, которые вырабатывают и накапливают ядовитые вещества, вызывающие у человека и животных отравления.

Основные действующие вещества ядовитых растений – это алкалоиды, гликозиды, эфирные масла, органические кислоты. Они содержатся обычно во всех частях растений, но часто в неодинаковых количествах, и при общей токсичности всего растения одни части бывают более ядовиты, чем другие [4, 8, 10, 12].

Климатические условия, а также характер почвы существенно могут влиять на процесс накопления яда в растениях. Так, в северных арктических и субарктических районах их мало. Токсичность многих ядовитых растений растет с продвижением к югу. Самое большое количество ядовитых растений в тропиках [5].

Республика Беларусь относится к странам с умеренным климатом, где, в отличие от тропиков и субтропиков, не сильно распространены ядовитые растения. Однако из двенадцати тысяч растений, произрастающих на ее территории, около сорока их видов опасны для здоровья и могут нанести существенный вред человеку и животным.

К наиболее опасным растениям, чей яд может привести даже к летальному исходу, относятся вех ядовитый (или цикута), болиголов пятнистый, ландыш майский, волчье лыко, бузина, белладонна. Эти растения широко распространены на всей территории Беларуси.

Наряду с аборигенными ядовитыми растениями Беларуси, в белорусской флоре встречаются и инвазивные виды, т. е. привнесенные в белорусскую флору растения [2, 3, 9].

Самым известным из таких растений является борщевик Сосновского, который был занесен на территорию Беларуси в середине прошлого века. Сок данного растения, при попадании на кожу и при действии ультрафиолетового излучения вызывает сильнейшие фотохимические ожоги. Распространен он по всей территории Беларуси, однако неравномерно, иногда образуя сплошные заросли и места концентрации. Наибольшую опасность представляет в Минском, Браславском, Городокском, Витебском, Чашникском, Толочинском районах. В настоящее время в стране реализуется Национальная программа по борьбе с данным видом, разработан и используется комплекс мер по его уничтожению и предотвращению расселения, включая профилактические, механические и химические методы борьбы.

Также опасными «чужеродными» растениями являются золотарник канадский и амброзия. Эти растения являются сильными аллергенами.

Отравление ядовитыми растениями обычно происходит при попадании их в организм человека через рот, органы дыхания (летучих веществ, выделяемых растениями), через кожу при соприкосновении с ядовитыми растениями и их соками.

Чаще всего отравления через дыхательные пути происходят в связи с профессиональной деятельностью. Не исключены и бытовые случаи отравления летучими веществами ядовитых растений. Так, например, большой букет лилий, мака, черемухи могут привести к недомоганию, головокружению, головной боли [7].

Также необходимо помнить, что к ядовитым растениям относятся и практически все лекарственные растения. Многие из них могут быть использованы в качестве сырья для получения лекарственных препаратов. Но применять такие средства рекомендуется только после консультации доктора и проведения необходимых обследований и анализов. При этом важно четко соблюдать дозировку, чтобы извлечь максимальную пользу и не причинить себе вред [4, 9, 11].

Ядовитые растения являются фактором риска, сопровождающим человека на протяжении всей жизни. Так, среди сорных растений, произрастающих на пастбищах, полях, вблизи жилища человека встречается значительное количество ядовитых. Это приводит к отравлениям привлекательными плодами и семенами, в особенности детьми. При попадании в продукты питания семян некоторых сорняков проис-

ходит снижение их качества, а в отдельных случаях это может вызвать отравления. Значительный ущерб оказывают животноводству ядовитые растения, растущие с кормовыми культурами на пастбищах [6].

Заключение. Для обеспечения безопасности жизнедеятельности населения необходимы профилактические меры, направленные на ознакомление граждан с внешним видом и свойствами сорных и декоративных ядовитых растений, признаками отравления и оказания первой помощи. Большая часть ядовитых растений не представляет фактически опасность для человека, если их не применять для самолечения и не путать со съедобными видами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Астахова, В. Г. Загадки ядовитых растений / В. Г. Астахова. – Москва: Книга по требованию, 2012. – 108 с.
2. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 312 с.
3. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак. – Старый Оскол: ТНТ, 2022. – 356 с.
4. Даников, Н. И. Целебные ядовитые растения: целительные свойства и первая помощь при отравлении (55 лучших рецептов) / Н. И. Даников. – Москва: РИПОЛ классик, 2005. – 512 с.
5. Ильин, А. Школа выживания в природных условиях / А. Ильин. – Москва: ЭксмоПресс, 2001. – 139 с.
6. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
7. Коледа, С. И. Выживание / С. И. Коледа, П. Н. Драчев. – Минск: Лазурак, 1996. – 187 с.
8. Лекарственные и ядовитые растения как фактор биологического риска / Н. Ф. Гусев [и др.]. – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2011. – 400 с.
9. Сачивко, Т. В. Лекарственные растения Ботанического сада / Т. В. Сачивко, В. П. Моисеев, Т. В. Шведовская. – Горки: БГСХА, 2021. – 27 с.
10. Сачивко, Т. В. Лекарственные растения (иммуномодуляторы) / Т. В. Сачивко, Н. А. Дуктова, О. А. Цыркунова. – Горки: БГСХА, 2023. – 60 с.
11. Сачивко, Т. В. Охраняемые растения Могилевской области / Т. В. Сачивко, В. П. Моисеев, Т. В. Шведовская. – Горки: БГСХА, 2021. – 32 с.
12. Цыркунова, О. А. Лекарственные растения. Химический состав лекарственных растений / О. А. Цыркунова, Т. В. Сачивко. – Горки: БГСХА, 2023. – 73 с.

Аннотация. Приведены основные виды ядовитых растений, произрастающих на территории Беларуси, пути поступления растительных ядов в организм человека.

Ключевые слова: ядовитые растения, лекарственные растения, отравление, безопасность жизнедеятельности.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УТИЛИЗАЦИИ НЕПРИГОДНЫХ К УПОТРЕБЛЕНИЮ ПЕСТИЦИДОВ

З. С. КОВАЛЕВИЧ, канд. с.-х. наук, доцент

Международный университет «МИТСО»,
Минск, Республика Беларусь

Введение. Применение пестицидов в сельском хозяйстве является важной составляющей в повышении урожайности сельскохозяйственных культур и обеспечения продовольственной безопасности страны. Для обеспечения экологической безопасности человека и окружающей среды в целом от агротехнологов требуется грамотное обращение с пестицидами [1–5, 13–16].

В Республике Беларусь применение пестицидов регламентируется законом «О карантине и защите растений» (от 25.12. 2005 №77-3, в ред. от 18.07.2016 № 398-3). В главе 4 «Средства защиты растений и обращение с ними» указано, что все средства защиты растений подлежат обязательной государственной регистрации, которая проводится «Главной государственной инспекцией по семеноводству, карантину и защите растений». Сведения о средствах защиты растений, прошедших госрегистрацию, включены в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений». На них выдается удостоверение о государственной регистрации. Средства защиты растений, не включенные в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений», могут применяться только на основании разрешения Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь для проведения научных исследований и в случае угрозы фитосанитарной безопасности Республики Беларусь. Надзор в области защиты растений осуществляется в соответствии с законодательством о контрольной деятельности в Республике Беларусь [8].

Основная часть. Обращение с пестицидами, разрешенными к применению в Беларуси, налажено должным образом. Тревогу и озабоченность вызывают накопившиеся еще со времен Советского Союза непригодные к употреблению пестициды, особенно относящиеся к стойким органическим загрязнителям (СОЗ).

СОЗ – это химические вещества, не разлагающиеся или медленно разлагающиеся в естественных условиях. К ним относится группа синтетических соединений, применяемых в сельском хозяйстве в качестве

пестицидов. СОЗ сохраняются в окружающей среде десятки лет, они обнаружены в тканях и органах млекопитающих. В организм человека попадают по пищевым цепочкам. Например, линдан – разрушающий гормоны пестицид, обнаруживается в шоколаде в результате использования какао-бобов, импортированных из стран, где в прошлом в интенсивно использовались СОЗ-содержащие пестициды.

СОЗ могут быть причиной заболеваний кожи, нарушений функционирования иммунной, гормональной, репродуктивной функций, вызывают у детей отставание в умственном развитии.

Критерием оценки загрязнения пищевых продуктов хлорорганическими пестицидами может служить содержание их в женском молоке. Результаты исследований, проведенных в 2000–2002 гг. в Республиканском научно-практическом центре по экспертной оценке качества и безопасности продуктов питания Министерства здравоохранения Республики Беларусь, показали, что во всех проанализированных пробах женского молока обнаруживался ДДТ в виде метаболита ДДЕ, более устойчивого, чем ДДТ. Во всех пробах определялся также гексахлорциклогексан (ГХЦГ) [6, 7, 12].

В 2001 году была принята Стокгольмская конвенция «О стойких органических загрязнителях», цель которой заключается в охране здоровья человека и окружающей среды от стойких органических загрязнителей (вступила в силу для Республики Беларусь 17 мая 2004 г.).

В перечень запрещенных стойких органических загрязнителей включено уже 30 хлорсодержащих органических веществ, в том числе пестициды, этот список пополняется. Согласно Стокгольмской конвенции, производство и применение практически всех СОЗ, запрещено, за исключением ДДТ (многие страны до сих пор используют его против опасных насекомых, переносчиков таких болезней, как малярия и клещевой энцефалит).

Применение хлорсодержащих пестицидов, отнесенных к СОЗ, в нашей республике запрещено более 20 лет назад, однако до сих пор по данным Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды количество таких пестицидов составляет более 5 тыс. тонн.

Работа с запрещенными или пришедшими в негодность средствами защиты растений регламентируется Законом Республики Беларусь от 20 июля 2007 г. № 271-3 «Об обращении с отходами» (в ред. от 28 июня 2022 г. № 178-3) [9].

Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды утвержден общегосударственный классификатор Республики Беларусь

«Классификатор отходов, образующихся в Республике Беларусь». В классификаторе отходов (блок 5, раздел 3), в группу 1 «Отходы химических средств защиты растений, фармацевтических и дезинфицирующих веществ, гигиенических средств, парфюмерно-косметической продукции», внесены «Запрещенные для применения пестициды, относящиеся к стойким органическим загрязнителям» (подгруппа 01) и «Непригодные для применения пестициды (кроме относящихся к стойким органическим загрязнителям)» (подгруппа 03). Все указанные отходы пестицидов относятся к 1 классу опасности, поэтому правильное обращение с ними может привести к серьезной угрозе здоровью человека и окружающей среде [10].

Согласно Техническому кодексу установившейся практики 17.11–09.2014 (02120) «Охрана окружающей среды и природопользование. Отходы. Правила обращения с непригодными пестицидами» непригодными пестицидами являются опасные отходы в виде пестицидов (средств защиты растений): с истекшим сроком годности; пришедшие в негодность при других обстоятельствах, запрещенные к использованию; с истекшим сроком действия удостоверения о государственной регистрации средства защиты растений.

Порядок организации работ по обращению с непригодными пестицидами включает в частности:

- обучение производственного персонала и инструктаж на рабочих местах на знание правил обращения и выполнения работ с непригодными пестицидами и проведение медицинского осмотра производственного персонала;

- проведение инвентаризации, идентификации и учета непригодных пестицидов (при переупаковке отдельно учитывать пестициды по степени токсичности и пожаровзрывоопасности. Переупаковка непригодных пестицидов производится в первичную тару с последующим размещением ее в жесткую транспортную тару);

- безопасное для окружающей среды и здоровья человека длительное (не менее 25 лет) хранение и сохранность непригодных пестицидов;

- организацию мониторинга окружающей среды вблизи объектов хранения непригодных пестицидов и проведение работ по ликвидации загрязнений окружающей среды непригодными пестицидами;

- возмещение ущерба окружающей среде, причиненного при обращении с непригодными пестицидами в соответствии с Указом Прези-

дента Республики Беларусь от 24.06.2008 № 348 «О таксах для определения размера возмещения вреда, причиненного окружающей среде»;

– недопущение несанкционированного уничтожения, захоронения (иное обезвреживание), продажи, применения в сельском хозяйстве непригодных пестицидов [11].

В настоящее время, выполняя требования Стокгольмской конвенции, в Беларуси реализован ряд проектов по программе международной технической помощи в области обращения с опасными отходами.

Учет непригодных пестицидов ведется в стране с 2004 г. ежегодно. Непригодные пестициды были захоронены на территории Беларуси в семи захоронениях: в Брестской (д. Гершоны), Витебской (Верхнедвинское, Поставское, Городокское), Гомельской (Петриковское), Гродненской (Слонимское) и Могилевской (Дрибинское) областях.

В настоящее время осталось в наличии 5 захоронений, полностью ликвидированы Брестское и Слонимское захоронения, продолжаются работы по ликвидации на Петриковском захоронении. Планируется ликвидировать все оставшиеся в Республике Беларусь захоронения непригодных пестицидов до 2028 г. [9].

Работы по обращению с непригодными пестицидами были реализованы и реализуются:

– в Национальном плане выполнения обязательств, принятых Республикой Беларусь по Стокгольмской конвенции о СОЗ, на 2007–2010 годы и на период до 2028 года;

– в Государственной программе «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2021–2025 годы (глава 6, подпрограмма 3), где намечено проведение мониторинга состояния здоровья населения и компонентов природной среды в связи с воздействием СОЗ.

В 2004–2006 гг. реализован проект международной технической помощи GEF TF 053865 «Первоочередные мероприятия по выполнению Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях (СОЗ) в Республике Беларусь». В рамках реализации данного проекта была проведена инвентаризация стойких органических загрязнителей в Республике Беларусь.

В 2008–2009 гг. реализован проект ГЭФ/Всемирного банка «Подготовка полномасштабного проекта по обращению со стойкими органическими загрязнителями и укреплению технического и институционального потенциала в Республике Беларусь». Проведены работы по мониторингу содержания стойких органических загрязнителей в

окружающей среде, по совершенствованию законодательной и институциональной базы в области обращения со стойкими органическими загрязнителями и просвещению общественности о проблеме СОЗ.

В 2009–2013 гг. по проекту «Обращение со стойкими органическими загрязнителями» более 2 тыс. тонн непригодных пестицидов извлечены из Слонимского захоронения и вывезены для обезвреживания в Германию.

Реализуется проект международной технической помощи (МТП) «Согласованное управление утилизацией озоноразрушающих веществ (ОРВ) и стойких органических загрязнителей (СОЗ) в Беларуси, Украине, Казахстане и Армении (региональный демонстрационный проект)», в рамках которого предусмотрена закупка оборудования для создания объекта по экологически безопасному уничтожению СОЗ и других опасных отходов на базе КУП «Комплекс по переработке и захоронению токсичных промышленных отходов Гомельской области» (1600 т в год). Ввод в эксплуатацию такого объекта позволит уничтожить отходы непригодных пестицидов, хранящиеся как в подземных хранилищах, так и на складах сельхозпредприятий.

В настоящее время реализуется проект международной технической помощи «Устойчивое управление стойкими органическими загрязнителями и химическими веществами в Республике Беларусь, ГЭФ-6» (2020–2022 гг.). Цель проекта заключается в обеспечении охраны здоровья населения и окружающей среды посредством ликвидации имеющихся запасов СОЗ и развития потенциала в области устойчивого управления ими.

Заключение. В Республике Беларусь проводится большая работа по выполнению обязательств, принятых по Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 312 с.
2. Босак, В. Н. Обеспечение безопасности при работе с пестицидами и удобрениями / В. Н. Босак // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК. – Минск: БГАТУ, 2014. – Ч. 1. – С. 396–399.
3. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, М. П. Акулич. – Минск: Высшая школа, 2019. – 317 с.
4. Кабанов, Н. И. Исследование пожарной безопасности непригодных пестицидов сельского хозяйства / Н. И. Кабанов, В. Н. Цап // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 53–55.

5. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
6. Кузьмин, С. И. Пестициды в Республике Беларусь: инвентаризация, мониторинг, оценка воздействия на окружающую среду / С. И. Кузьмин, А. А. Савастенко. – Минск: БелНИЦ «Экология». – 2011. – 84 с.
7. Малевич, Ю. К. Хлороорганические пестициды и их влияние на качественный состав грудного молока родильниц / Ю. К. Малевич, Е. В. Симонова // Белорусский медицинский журнал. – 2003. – № 3. – С. 86–88.
8. О карантине и защите растений [Электронный ресурс]: Закон Республики Беларусь от 25 декабря 2005 г. № 77-3 (в ред. от 18.07.2016 № 398-3) / Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/>. – Дата доступа: 25.11.2022.
9. Об обращении с отходами [Электронный ресурс]: Закон Республики Беларусь от 20 июля 2007 г. № 271-3 (в ред. от 28.06.2022 № 178-3) / Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/>. – Дата доступа: 24.11.2022.
10. Общегосударственный классификатор Республике Беларусь. Классификатор отходов, образующихся в Республике Беларусь [Электронный ресурс]: постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 9 сентября 2019 г. № 3-Т / Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/>. – Дата доступа: 24.11.2022.
11. Охрана окружающей среды и природопользование. Отходы. Правила обращения с непригодными пестицидами [Электронный ресурс]: Технический кодекс установившейся практики 17.11–09.2014 (02120). – Режим доступа: <https://tnpa.by/>. – Дата доступа: 24.11.2022.
12. Стойкие органические загрязнители (СОЗ) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.popsbelarus.by/ru/main/info.html>. – Дата доступа: 25.11.2022.
13. Требования охраны труда при работе с пестицидами и удобрениями / М. П. Акулич [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 3–6.
14. Улахович, Н. В. Особенности мероприятий по охране труда при работе с удобрениями и агроメリорантами / Н. В. Улахович, В. Н. Босак // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 99–100.
15. Швецкова, С. И. Требования охраны труда при применении удобрений и пестицидов в защищенном грунте / С. И. Швецкова, В. Н. Босак // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки, 2020. – С. 89–91.
16. Швецкова, С. И. Тушение пожаров на складах агрохимикатов и удобрений / С. И. Швецкова, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2019. – С. 64–65.

Аннотация. Показано современное состояние работ по обращению со стойкими органическими загрязнителями в Республике Беларусь в рамках выполнения обязательств Стокгольмской конвенции «О стойких органических загрязнителях».

Ключевые слова: стойкие органические загрязнители, непригодные пестициды, экология.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОХРАНЫ ТРУДА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

А. Е. КОНДРАЛЬ, канд. техн. наук, доцент
В. Н. БОСАК, д-р с.-х. наук, профессор

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Строительство принадлежит к одной из самых крупных и динамично развивающихся отраслей в Республике Беларусь. При этом строительная отрасль относится к наиболее травмоопасным в нашей стране. Характерными вредными и опасными факторами в строительной сфере являются: движущиеся механизмы, машины и их части; работа на высоте; загазованность, запыленность рабочих мест; возможные падение с высоты сырья, изделий при их монтаже и работы с ними; высокие и низкие температуры; риск воздействия электрического тока; чрезмерные физические нагрузки; воздействие вредных и токсичных веществ и т. д. Строительная деятельность занимает также лидирующие места по возникновению травм и заболеваний, связанных с профессиональной деятельностью [7–12, 14].

Основная часть. Для предотвращения травматизма и профессиональных заболеваний при выполнении строительных работ предусмотрен целый комплекс организационно-технических мероприятий, среди которых значимое место занимает разработка соответствующих нормативных правовых актов по охране труда [4, 6, 11, 12].

В настоящее время основой правового обеспечения охраны труда в строительной отрасли являются «Правила по охране труда при выполнении строительных работ» (постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 31 мая 2019 г. № 24/33).

Основными главами данного законодательного акта являются:

- требования при организации выполнения строительных работ;
- требования к строительным площадкам, участкам работ и рабочим местам;
- требования безопасности при складировании строительных материалов;
- обеспечение электробезопасности;

- обеспечение защиты работающих от воздействия вредных производственных факторов;
- санитарно-бытовое обеспечение;
- эксплуатация строительных машин;
- требования безопасности при эксплуатации стационарных машин;
- требования безопасности при эксплуатации средств механизации, средств подмащивания, технологической оснастки, ручных машин и инструмента;
- требования безопасности к процессам производства погрузочно-разгрузочных работ;
- требования безопасности при применении машин непрерывного действия;
- разборка зданий при их реконструкции или сносе;
- земляные работы;
- устройство искусственных оснований и буровые работы;
- бетонные и железобетонные работы;
- изоляционные работы;
- каменные работы;
- монтажные работы;
- кровельные работы;
- монтаж инженерного оборудования зданий и сооружений;
- отделочные работы.

В области пожарной безопасности основными актами являются:

- Закон Республики Беларусь от 15 июня 1993 г. № 2403-ХП «О пожарной безопасности» с изм. и доп.;
- Декрет Президента Республики Беларусь от 23 ноября 2017 г. № 7 «О развитии предпринимательства» (Приложение «Общие требования пожарной безопасности к содержанию и эксплуатации капитальных строений (зданий, сооружений), изолированных помещений и иных объектов, принадлежащих субъектам хозяйствования»);
- соответствующие постановления Совета Министров Республики Беларусь и Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь [1–3, 5, 13].

Заключение. Разработка нормативного правового обеспечения в области охраны труда при проведении строительных работ и выполнении ее требований, изложенных в законодательных актах, относятся к приоритетным мерам по предотвращению травматизма и профессиональных заболеваний в отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. М. Новыя правілы пажарнай бяспекі ў прыватнай гаспадарцы / В. М. Босак, Т. У. Сачыўка, А. У. Дамнянкова // *Технология органических веществ*. – Минск: БГТУ, 2023. – С. 54–56.
2. Босак, В. Н. Изменения в законодательстве о пожарной безопасности в Республике Беларусь / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль // *Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции*. – Минск: БГТУ, 2023. – С. 135–137.
3. Босак, В. Н. Новое в законодательстве о внештатных пожарных формированиях / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль // *Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции*. – Минск: БГТУ, 2021. – С. 168–170.
4. Босак, В. Н. Охрана труда в сельском хозяйстве: изменения в законодательстве / В. Н. Босак // *Вестник БГСХА*. – 2022. – № 4. – С. 180–181.
5. Босак, В. Н. Пожарная безопасность в сельском хозяйстве: изменения в законодательстве / В. Н. Босак // *Вестник БГСХА*. – 2023. – № 1. – С. 182–183.
6. Босак, В. Н. Правила по охране труда: новое в законодательстве / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, А. В. Домненкова // *Технология органических веществ*. – Минск: БГТУ, 2023. – С. 52–53.
7. Босак, В. Н. Требования охраны труда в различных отраслях АПК / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, Т. В. Сачивко // *Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства*. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 9–12.
8. Добрушина, М. А. Причины несчастных случаев в строительстве, связанные с обвалами и обрушением грунта / М. А. Добрушина, А. Е. Кондраль // *Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества*. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 17–19.
9. Зайцев, В. С. Новые направления обеспечения безопасности труда в строительстве / В. С. Зайцев, А. Е. Кондраль // *Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества*. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 54–56.
10. Кураленко, А. Ю. Международный опыт обеспечения охраны труда в строительном производстве / А. Ю. Кураленко, А. Е. Кондраль // *Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства*. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 78–80.
11. Лазаренков, А. М. Охрана труда в строительстве / А. М. Лазаренков, Л. П. Филянович. – Минск: РИВШ, 2018. – 439 с.
12. Сухачев, А. А. Охрана труда в строительстве / А. А. Сухачев. – Москва: КноРус, 2021. – 310 с.
13. Требования пожарной безопасности в АПК: изменения в законодательстве / А. Е. Кондраль [и др.] // *Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства*. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 20–22.
14. Улаховіч, Н. У. Прычыны вытворчага траўматызму ў Рэспубліцы Беларусь / Н. У. Улаховіч, В. М. Босак // *Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества*. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 90–92.

Анотацыя. Важным компонентом обеспечения охраны труда является своевременная разработка соответствующих нормативных правовых актов, а также строгое их соблюдение при выполнении работ в строительстве.

Ключевые слова: охрана труда, нормативное правовое обеспечение, строительство.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОХРАНЫ ТРУДА ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ МОЛОКА И МОЛОКОПРОДУКТОВ

С. А. КОРЧИК, ст. преподаватель
Т. В. МОЛОШ, канд. техн. наук, доцент

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

Введение. Перед молочной промышленностью поставлена задача повышения качества выпускаемой продукции, для решения которой необходимо постоянно совершенствовать материально-техническую базу промышленности, ускорять замену и модернизацию устаревшего оборудования, внедрять новые технологические процессы, автоматизированные линии, прогрессивные методы и средства контроля за качеством продукции, улучшать санитарный режим и культуру производства, увеличивать выпуск продукции в расфасованном виде. В настоящее время предприятия молочной отрасли перешли к внедрению прогрессивных методов производства молочных продуктов с применением современного оборудования и автоматизированных поточных линий, что способствует росту производительности труда, улучшению условий труда, повышению его безопасности. Обеспечение охраны труда на предприятиях перерабатывающей промышленности имеет важное социально-экономическое значение [2, 7, 10–12].

Основная часть. Выпуск промышленностью безопасной для употребления в пищу молочной продукции – серьезная задача не только предприятий молочной промышленности, но и государственного санитарного надзора. Организация систематического контроля со стороны санитарно-эпидемиологической службы за соблюдением санитарных норм и правил, правильным ведением технологического процесса производства молочных продуктов, системой производственного контроля за качеством выпускаемой продукции; разработка противозидемических мероприятий и проведение мер по повышению санитарного уровня и культуры производства имеют важное значение в выпуске продукции высокого качества [6, 9, 10].

Вместе с тем проекты строительства и реконструкции производственных объектов, а также машины, механизмы и другое производственное оборудование, технологические процессы должны соответствовать требованиям охраны труда. Новые или реконструируемые

производственные объекты не могут быть приняты в эксплуатацию без заключений соответствующих органов государственного надзора и контроля за соблюдением требований охраны труда.

У рабочих мест вблизи технологического оборудования должны быть вывешены памятки по соблюдению санитарно-гигиенического и технологического режимов, плакаты, предупредительные надписи, графики и режимы мойки оборудования, результаты оценки состояния рабочих мест и другие материалы, предназначенные для производственного персонала.

На предприятиях по переработке молока, полы в производственных помещениях должны иметь покрытие из нескользких, кислото- и щелочеустойчивых, водонепроницаемых материалов, ровную поверхность без выбоин с уклоном в сторону крытых лотков и трапов.

Хранение в производственных помещениях отходов, а также инвентаря и оборудования, не используемых в технологическом процессе, запрещается.

В планах работы предприятия следует предусматривать санитарные дни, не реже одного раза в месяц, для проведения генеральной уборки и дезинфекции всех помещений, оборудования, инвентаря, а также текущего ремонта.

Технологическое оборудование, аппаратура, посуда, тара, инвентарь, пленка и изделия из полимерных и других синтетических материалов, предназначенные для расфасовки молока и молочных продуктов, должны быть изготовлены из материалов, разрешенных органами госсанэпиднадзора для контакта с пищевыми продуктами.

Технологическое оборудование и аппаратура окрашены краской светлых тонов (кроме оборудования, изготовленного или облицованного нержавеющей сталью), не содержащей вредных примесей. Окраска посуды и инвентаря красками, содержащими свинец, кадмий, хром не допускается.

Расстановка технологического оборудования должна производиться в соответствии с технологической схемой, обеспечения, поточность технологического процесса, краткие и прямые коммуникации молокопроводов, исключать встречные потоки сырья и готовой продукции.

При размещении оборудования должны быть соблюдены условия, обеспечивающие свободный доступ работающих к нему, проведение санитарного контроля за производственными процессами, качеством сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, а также возможности мойки, уборки и дезинфекции помещений и оборудования.

Оборудование, аппаратура и молокопроводы должны быть смонтированы таким образом, чтобы обеспечивался полный слив молока, моющих и дезинфицирующих растворов. Все части, соприкасающиеся с молоком и молочными продуктами, должны быть доступны для чистки, мытья и дезинфекции. Металлические молокопроводы должны быть разъемными.

Внутризаводской транспорт и внутрицеховая тара должны быть закреплены за отдельными видами сырья и готовой продукции и соответственно промаркированы.

При проектировании и реконструкции предприятий молочной промышленности необходимо учитывать санитарно-гигиенические нормы и правила, предъявляемые к организации и гигиене труда.

Контроль за условиями труда должен включать оценку производственных факторов (параметры микроклимата; производственного шума на рабочих местах; естественного и искусственного освещения; загрязнение воздуха рабочей зоны; психофизиологические факторы, связанные с характером труда; бытовые условия на производстве; организация питания; медицинское обслуживание) [3–6, 10].

Микроклимат помещений (температура, относительная влажность, скорость движения воздуха) должен соответствовать требованиям санитарных правил и норм.

На предприятиях молочной промышленности должны быть предусмотрены санитарно-бытовые помещения для работающих в соответствии с действующими нормами. Администрация обязана организовать питание работающих (столовая, буфет, комнаты для приема пищи). Режим работы предприятия общественного питания устанавливается с учетом количества рабочих смен, их продолжительности, времени обеденного перерыва.

Лица, подвергающиеся воздействию вредных и неблагоприятных производственных факторов, подлежат обязательным предварительным и периодическим медицинским осмотрам. Медицинские работники здравпунктов предприятия совместно с санитарными врачами территориальных центров госсанэпиднадзора должны проводить анализ состояния здоровья работающих на основании изучения заболеваемости с временной утратой трудоспособности, профессиональной заболеваемости и результатов периодических медицинских обследований. По результатам изучения состояния здоровья разрабатывается план оздоровительных мероприятий.

На предприятиях молочной промышленности особое внимание должно быть уделено контролю за состоянием здоровья работающих, повышению санитарной грамотности производственного персонала, соблюдению ими правил личной гигиены. Лица, не прошедшие своевременно медицинский осмотр, могут быть отстранены от работы в соответствии с действующим законодательством.

Все вновь поступающие работники проходят обучение по программе гигиенической подготовки и должны сдать экзамен с отметкой об этом в соответствующем журнале и в личной медицинской книжке.

Важнейшим мероприятием производственной санитарии является гигиеническая оценка условий и характера труда на рабочих местах. Она проводится с целью:

- контроля условий труда работника на соответствие действующим санитарным правилам, создания банка данных по условиям труда на уровне предприятия, отрасли, района и т. д.;

- аттестации рабочих мест по условиям труда и сертификации работ по охране труда в организации [1];

- применения мер административного воздействия при выявлении санитарных правонарушений, а также привлечения виновных лиц к дисциплинарной и уголовной ответственности;

- сопоставления состояния здоровья работника с его условиями труда (при проведении периодических медицинских осмотров, составлении санитарно-гигиенической характеристики);

- расследования случаев профессиональных заболеваний и отравлений;

- установления уровней профессионального риска для разработки профилактических мероприятий и обоснования мер социальной защиты работающих [8].

Заключение. Руководители предприятий молочной промышленности обязаны обеспечить для своих работников необходимые условия безопасности труда на вверенном предприятии. На всех предприятиях молочной промышленности должна быть внедрена комплексная система управления качеством продукции с подсистемой санитарно-гигиенического обеспечения производства. Обеспечить потребителю полную эпидемиологическую безопасность при употреблении молочных продуктов может только хорошая организация противоэпидемических и санитарно-гигиенических мероприятий и контроль на всех этапах получения, обработки и поступления данных продуктов к потребителю.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аттестация рабочих мест по условиям труда / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – 24 с.
2. Букреев, Е. Г. Особенности модернизации технологического процесса производства творога / Е. Г. Букреев, В. Н. Босак // *Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции*. – Минск: БГАТУ, 2017. – С. 356–357.
3. Исследование микроклимата в рабочей зоне / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 23 с.
4. Исследование освещенности рабочих мест / А. Е. Кондраль [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 31 с.
5. Определение содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны / А. Е. Кондраль [и др.]. – Горки: БГСХА, 2020. – 20 с.
6. Охрана труда / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
7. Радиационные технологии в пищевой перерабатывающей промышленности / Г. А. Чернушевич [и др.] // *Технология органических веществ*. – Минск: БГТУ, 2021. – С. 72–73.
8. Сачивко, Е. В. Идентификация опасностей и оценка производственных рисков / Е. В. Сачивко, В. Н. Босак // *Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества*. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 95–96.
9. Специфические санитарно-эпидемиологические требования к объектам промышленности по переработке сельскохозяйственной продукции, продовольственного сырья и производству пищевой продукции: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 05.03.2019 № 146.
10. Федорчук, А. И. Охрана труда в организациях по переработке мясной и молочной продукции / А. И. Федорчук, Л. Т. Ткачева. – Минск: Беларуская энцыклапедыя, 2010. – 256 с.
11. Хирса, Р. А. Влияние глобализации на производство продуктов питания / Р. А. Хирса, В. Н. Босак // *Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества*. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 108–110.
12. Юшко, Е. А. Экономическая эффективность внутрихозяйственной промышленной переработки молока / Е. А. Юшко, В. Н. Босак, В. С. Тонкович // *Устойчиво развитие экономики: состояние, проблемы, перспективы*. – Пинск: ПолесГУ, 2010. – С. 251–252.

Аннотация. На предприятиях молочной отрасли специфика технологических процессов с высокомеханизированным и автоматизированным оборудованием, условиями труда связана с воздействием ряда факторов, оказывающих неблагоприятное влияние на состояние здоровья и работоспособность персонала, приводящих к возникновению травмоопасных ситуаций. Обеспечение охраны труда в отрасли имеет важное социально-экономическое значение.

Ключевые слова: охрана труда, производственные факторы, молочные продукты, переработка, санитарно-гигиенические условия.

УЛУЧШЕНИЕ УСЛОВИЙ И ОХРАНЫ ТРУДА ЖЕНЩИН В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

А. В. ЛАТЫГОВСКАЯ, магистрант
В. Л. МИСУН, инженер
Н. А. ИЛЬИНЫХ, студент

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

Введение. Агропромышленный комплекс (АПК) Республики Беларусь и его базовая отрасль – сельское хозяйство являются ведущими системообразующими сферами экономики, формирующими рынок сельскохозяйственной продукции и продуктов питания, продовольственную и экономическую безопасность, трудовой и социальный потенциал. В тоже время сельское хозяйство остается одним из наиболее сложных и травмоопасных видов экономической деятельности. В АПК женщины составляют значительную часть работающих, в своем большинстве находясь в репродуктивном возрасте. По данным Национального статистического комитета женщины в возрасте от 25 до 50 лет составляют около 60 % женщин-работниц сельского хозяйства. Многие из работниц заняты во вредных условиях труда [1].

Основная часть. В результате собранных клинико-статистических данных было установлено, что более высокие, чем в популяции, уровни патологии репродуктивного здоровья имеют место быть именно среди таких работниц в возрасте от 25 до 50 лет. Показатели соматической заболеваемости также выше, чем в среднем по популяции. Такие изменения можно объяснить тем, что женщины более чувствительны к воздействию различных производственных факторов. Это в свою очередь приводит к снижению рождаемости и ухудшению демографической ситуации.

В Республике Беларусь удельный вес женщин, работающих в промышленности и сельском хозяйстве достаточно высок. Нередко отмечается влияние факторов производственной среды и трудовой деятельности достаточно высокой интенсивности. Среди работающих женщин есть те, у которых возникают профессиональные заболевания, причем наблюдается тенденция к их росту, особенно в сельском хозяйстве. По-прежнему остается высоким количество профессиональ-

ных заболеваний среди женщин детородного возраста, а также показатели производственного травматизма.

Установлено, что при работе в неблагоприятных условиях труда развивается акушерско-гинекологическая патология в форме нарушения специфических функций женского организма, течения беременности и родов, здоровья новорожденных. Считается, что под влиянием неблагоприятных факторов производственной среды, формируется около 30 % нарушений здоровья [2].

Немало важную роль в нарушении здоровья отводится и к адаптации к факторам, обусловленным профессиональным воздействием, путем прохождения трех фаз: острая дезадаптация, возникающая в течение первых трех лет; фаза хронической субкомпенсации, которая зависит от способности организма к адаптации и может длиться до нескольких лет; фаза хронической декомпенсации наступает вследствие срыва адаптационных возможностей организма, проявляющихся в болезненных состояниях. Во-первых, при работах на предприятиях АПК женщины подвергаются воздействию различных вредных факторов: неблагоприятного микроклимата, тяжелого и напряженного труда, общей и локальной вибрации, химических токсических веществ и др. Несмотря на модернизацию технологических процессов, обновление оборудования, парка используемых сельскохозяйственных машин и транспортных средств, наиболее распространенным фактором профессионального риска здоровью работников сельского хозяйства остается тяжесть трудового процесса. Во-вторых, при работе на предприятиях животноводства значительное количество технологических операций выполняется работниками вручную: индивидуальное дозирование кормов при подаче их по кормопроводу, раздача кормов, уборка помещений, сортировка животных и птицы, отдельные виды зооветеринарных мероприятий, сортировка и перегон животных на другие участки. Трудовой процесс в скотоводстве и свиноводстве характеризуется высокой динамической физической нагрузкой при перемещении грузов на различные расстояния, статической нагрузкой при подъеме и перемещении грузов вручную и приложении усилий при их удержании, неудобными и вынужденными рабочими позами, глубокими наклонами корпуса. Поскольку рабочим местом в животноводстве является зона обслуживания животных и оборудования протяженностью до 100 м в длину и до 30 м в ширину и более, перемещения в пространстве по горизонтали, обусловленные технологическим процессом, могут достигать 7–15 км за смену [7].

Наиболее трудоемкими операциями являются уборка помещений и раздача кормов вручную. При ручной раздаче корма перемещаются на тележках (массой 250–300 кг) или в ведрах (массой более 10 кг) и вручную загружаются в кормушки. В процессе уборки помещений, которая занимает на отдельных участках до 35 % времени смены, часто используются рабочий инвентарь и приспособления (скребки, веники, лопаты и пр.), имеющие размеры, не соответствующие эргономическим требованиям, что способствует принятию неудобных и вынужденных положений тела и повышению физической нагрузки. Для птицеводства характерен малопроизводительный ручной и частично механизированный труд, связанный с физическими нагрузками, так как основные производственные операции по уходу за птицей, сбору яиц, сортировке и калибровке яиц, уборка инвентаря, оборудования, помещений и прочих операций выполняются вручную. Птицеводы за смену перемещают до тонны груза. Большинство операций связаны с ходьбой, занимающей от 36 до 53 % рабочего времени, суммарно в течение смены работница проходит от 5 до 8 км [5]. При наполном содержании птиц количество операций, выполняемых вручную с наклонами корпуса более 100 за смену, возрастает. Частая смена положения тела женщины, включая сидение и стояние, помогают избежать усталости.

С позиции сохранения репродуктивного здоровья женщин детородного возраста большое значение имеет недопущение для них физических перегрузок в процессе работы. Тяжелые физические нагрузки, как форма избыточного по объему физического труда, приводят к различным нарушениям в функционировании различных органов и систем, преждевременному «изнашиванию» организма, снижая его потенциал как экономического и демографического ресурса [2, 4, 6, 8].

Заболевания половой системы у женщин при наличии тяжелого физического труда делят на 3 группы: изменения в положении органа (опущение, выпадение); поражения самого органа (эндометрия и миометрия); изменения в функциональной деятельности.

В Республике Беларусь занятость женщин в общественном производстве высока и пока не имеет тенденции к снижению. В этих условиях необходимо принимать меры в области гигиены труда и охраны здоровья для защиты женщин, представляющих угрозу в первую очередь для материнства. В технических нормативных правовых актах класс условий труда по показателям тяжести трудового процесса уста-

навливается для женщин и мужчин по гендерному принципу, т. е. дифференцированно с учетом пола работника.

В условиях негативных демографических тенденций, которые выражаются в сокращении численности сельского населения трудоспособного возраста, задачи формирования действенных механизмов создания безопасных условий труда, остаются одними из приоритетных направлений в Республике Беларусь. Основными мерами профилактики профессиональных заболеваний, ассоциированных с тяжестью труда, являются: снижение класса тяжести трудового процесса; обязательные медицинские осмотры; профилактические мероприятия.

Заключение. Выполнен анализ клинико-статистических данных профессиональной заболеваемости женщин, занятых всельском хозяйстве. Определены показатели соматической заболеваемости работниц и предложены пути повышения демографической тенденции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алестрова, Ю. А. Гигиена труда женщин / Ю. А. Алестрова. – Минск: БГМУ, 2017. – 48 с.
2. Безрукова, Г. А. Профессиональные заболевания работников базовых отраслей сельского хозяйства, риск-ассоциированные с тяжестью трудового процесса / Г. А. Безрукова, Т. А. Новикова // Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции. – Пермь, 2021. – Т. 2 – С. 47–55.
3. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак. – Старый Оскол: ТНТ, 2022. – 356 с.
4. Канеева, А. Э. Особенности охраны труда женщин / А. Э. Канеева, В. В. Пузевич // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 60–62.
5. Медведева, И. А. Труд и занятость в Республике Беларусь / И. А. Медведева, Е. И. Кухаревич, Ж. Н. Василевская. – Минск, 2022. – 32 с.
6. Охрана труда / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
7. Студенникова, Н. С. Условия труда работников животноводства: проблемы и решения / Н. С. Студенникова // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2017. – Т. 13, № 8. – С. 1517–1531.
8. Шалыпина, Е. М. Обеспечение охраны труда женщин в различных странах мира / Е. М. Шалыпина, А. Е. Кондраль // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 112–114.

Аннотация. Рассмотрены направления труда женщин, занятых в агропромышленном комплексе Республики Беларусь. Проанализированы показатели соматической заболеваемости работниц, предложены пути повышения демографической тенденции.

Ключевые слова: сельское хозяйство, вредные условия труда, репродуктивное здоровье, охрана труда.

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА ПРИ ХРАНЕНИИ И ПЕРЕРАБОТКЕ ЗЕРНА

О. В. МАЛАШЕВСКАЯ, канд. с.-х. наук

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. К предприятиям хранения и переработки зерна относятся крупяные, комбикормовые и кукурузообработывающие заводы, а также мельницы, элеваторноскладские хозяйства, предприятия по подготовке семенного зерна и др. Основными вредными производственными факторами на данных предприятиях являются высокая запыленность воздуха, неблагоприятный микроклимат, высокий уровень шума и вибраций, а также монотонность труда. Возможны также отравления ядохимикатами, применяющимися при борьбе с амбарными вредителями; углекислым газом, который выделяется зерном или в результате иных процессов и накапливается в силосах, складах или в заглубленных, плохо проветриваемых помещениях и т. д. [1, 4, 7, 8, 13].

Свойства перерабатываемого сырья, а также технологические процессы приемки, отпуска и переработки зерна и получаемых из него продуктов приводят к возникновению особых, способствующих получению травм обслуживающим персоналом факторов. К ним, прежде всего, относятся: затягивание работника в зерновую массу при выпуске зерна из складов, бункеров и из силосов элеваторов; травмирование работника обрушившейся зерновой массой или массой продуктов переработки зерна в складах хранения; получение работником травм при его падении в открытый люк бункера или силоса; получение человеком травм при погрузочно-разгрузочных работах с сыпучими или тарными грузами; получение человеком травм при работе с тарными грузами в складах хранения. Затягивание человека зерновой массой происходит в связи с тем, что при ее выпуске из зернохранилища над выпускным люком вначале образуется небольшая воронка, диаметр которой по мере выхода зерна увеличивается до предела угла естественного откоса. В эту воронку поступает поток зерна, движущийся вертикально сверху вниз, в котором действуют различные силы, из них наибольшие – сдавливающие и вертикальные [13].

Пожарная опасность хранилищ зерна характеризуется наличием больших количеств горючих материалов, различных механизмов на

электрической тяге с вращающимися частями и возможностью быстрого распространения пожара. Горючей средой в зерноскладах являются зерно в больших количествах, зерновая пыль, сгораемые конструкции зданий, транспортерные ленты и т. п. [9–11].

Основная часть. Для предотвращения несчастных случаев и обеспечения безопасных условий труда при выполнении работ по хранению и переработке зерна следует строго соблюдать действующие в данной отрасли нормативные правовые акты [2, 3, 5, 6, 14].

Исключительную опасность для человека, попавшего в воронку движущегося зерна, представляет давление зерна. Случаи затягивания людей в насыпи выпускаемого зерна, чаще всего, происходят с лицами, не имеющими непосредственного отношения к данному зернохранилищу или производству работ. Кроме того, случаи затягивания происходили с временными рабочими, которые не были предупреждены об опасности пребывания на выпускаемой зерновой массе, а также с работниками, игнорирующими инструктаж, предупредительные надписи и плакаты по технике безопасности и ходившими по зерновому откосу или находившимися на насыпи зерна [2, 13].

Безопасность людей обеспечивается установкой в складах зерна специальных предохранительных вертикальных и горизонтальных решеток (без их наличия эксплуатация зернохранилищ недопустима). При отсутствии этих предохранительных устройств возможны случаи травматизма в результате падения обслуживающего персонала в открытые незащищенные люки. При работе на механизированных складах не допускается хождение по насыпи из зерна во избежание провала человека в скрытые пустоты, образовавшиеся в слежавшемся зерне. При перемещении зерна с помощью передвижных и самоходных механизмов нельзя стоять вблизи сводов слежавшегося зерна или обрушивать их без разрешения и наблюдения ответственного лица. Загружая склад зерном, не разрешается увеличивать высоту его насыпи выше предельно допустимой по проекту склада и указанной на его стенах четкой линией. Допуск рабочих в склады с наклонными полами, где выпуск зерна самотеком обеспечивается не полностью, разрешают только после окончания выпуска зерна самотеком и под наблюдением лица, ответственного за организацию работ на складе. Трубы и фасонные части самотечных трубопроводов должны быть надежно закреплены, плотно соединены между собой и не пропускать пыли. Объекты, технологическое оборудование и территория организаций по хранению и переработке зерна должны соответствовать требованиям техни-

ческих нормативных правовых актов системы противопожарного нормирования и стандартизации [13].

Все оборудование, являющееся источником выделения в воздух рабочей зоны пыли в концентрациях, превышающих предельно допустимые, необходимо аспирировать. Аспирационные установки должны устанавливаться с учетом требований взрывобезопасности и пожарной безопасности в соответствии с правилами пожарной безопасности Беларуси и правил взрывобезопасности для опасных производственных объектов Департамента по хлебопродуктам. Для обеспечения пожаро-взрывобезопасности в процессе эксплуатации необходимо проводить плановые осмотры и проверки соответствия вентиляционных систем в соответствии с утвержденным графиком [2, 11].

Защита работников от отрицательных последствий воздействия опасных и вредных производственных факторов включает бесплатную выдачу средств индивидуальной защиты согласно типовым нормам, оснащение рабочих мест средствами коллективной защиты, бесплатную выдачу смывающих средств и молока, обеспечение оптимальных режимов труда и отдыха [2, 12].

Заключение. Работа с персоналом по охране труда на предприятиях по хранению и переработке зерна является одним из основных направлений производственной деятельности, обеспечивающей безопасность, надежность и эффективность работы предприятия, и направлена на обеспечение соответствия квалификации лиц, принимаемых на работу, формирование необходимых знаний и навыков работника перед допуском к самостоятельной работе; совершенствование знаний и навыков при изменении производственных условий; постоянный и систематический контроль профессиональных знаний и навыков работника в процессе его трудовой деятельности; изучение и применение передовых безопасных приемов производства работ, воспитание у персонала ответственности за соблюдение правил, норм и инструкций по охране труда.

В целях профилактики производственного травматизма и профессиональных заболеваний, улучшения условий и охраны труда работников необходимо строго соблюдать действующие в отрасли нормы и правила по охране труда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Использование защитного поворотного ограждения при проведении комплекса мероприятий по очистке и сортировке зерна / В. Н. Босак, М. С. Петроченко //

Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции. – Минск: БГАТУ, 2015. – С. 190–191.

2. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, М. П. Акулич. – Минск : Вышэйшая школа, 2019. – 317 с.

3. Босак, В. Н. Охрана труда в сельском хозяйстве: изменения в законодательстве / В. Н. Босак // Вестник БГСХА. – 2022. – № 4. – С. 180–181.

4. Босак, В. Н. Совершенствование технических приемов обеспечения безопасности при производстве комбикормов / В. Н. Босак, В. Г. Андруш, Т. Г. Натынчик // Инновационные технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства. – Рязань: РГАТУ, 2014. – С. 54–56.

5. Босак, В. Н. Требования охраны труда в различных отраслях АПК / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, Т. В. Сачивко // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 9–12.

6. Босак, В.Н. Нормативное обеспечение охраны труда в сельском хозяйстве Республики Беларусь / В.Н. Босак // Трансформация промышленной безопасности и охраны труда на производстве. – Орел: Орловский ГАУ, 2022. – С. 7–11.

7. Малашевская, О. В. Мероприятия по охране труда на зерноперерабатывающих предприятиях / О. В. Малашевская, В. А. Романенков // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 26–28.

8. Машкарина, А. В. Улучшение условий труда работников путем усовершенствования устройства для очистки воздуха в кормоприготовительном цеху / А. В. Машкарина, Е. В. Яковлева // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 27–29.

9. Натынчик, Т. Г. Параметры молниезащиты комбикормового цеха / Т. Г. Натынчик, В. Н. Босак // Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций. – Минск: Промбьтсервис, 2013. – С. 101–103.

10. Пенязь, С. А. Обеспечение пожарной безопасности на линиях по доработке семян / С. А. Пенязь, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы. – Минск: КИИ, 2016. – С. 83–84.

11. Пожарная безопасность в сельском хозяйстве / В. Н. Босак [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 209 с.

12. Порядок обеспечения и расчет потребности средств индивидуальной защиты / М. П. Акулич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 26 с.

13. Ткачева, Л. Т. Безопасность производственных процессов переработки сельскохозяйственной продукции / Л. Т. Ткачева. – Минск: БГАТУ, 2010. – 272 с.

14. Требования пожарной безопасности в АПК: изменения в законодательстве / А. Е. Кондраль [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 20–22.

Аннотация. Проанализированы основные вредные и опасные производственные факторы, а также рассмотрены основные правила безопасности при выполнении работ при хранении и переработке зерна.

Ключевые слова: охрана труда, правила безопасности, хранение и переработка зерна.

СНИЖЕНИЕ ТРАВМАТИЗМА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ РАССЛЕДОВАНИЯ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ

И. В. МАЦКЕВИЧ, аспирант
В. Г. АНДРУШ, канд. техн. наук, доцент
Е. В. ШЕЛЕГОВА, ассистент

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

Введение. Состояние системы менеджмента охраны здоровья и обеспечения безопасности труда продолжает оставаться острой социально-экономической проблемой. В мире потери экономики от нарушений в системе охраны труда достигают до 4 % валового национального продукта. О характере распространенности нарушений требований безопасности в организациях можно судить по данным Департамента государственной инспекции Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь (в течение года выявляется около 200 тысяч случаев). В большинстве случаев причинами травматизма являются не производственные факторы, а организационные. Не отстает и «человеческий» фактор – нарушение работающими трудового распорядка, технологии производства, неприменение средств индивидуальной защиты [3, 4, 10, 14, 17–19].

Основная часть. В настоящее время произошла локализация технологических процессов, больше решений принимается на местах руководителями организаций, в том числе и в вопросах создания безопасных и благоприятных для здоровья рабочих мест.

Обеспечение функционирования СУОТ и управление профессиональными рисками – одна из главных задач работодателя [8].

Учитывая, что сегодня в мире существует более 70 методов оценки рисков, сложно выбрать и использовать наиболее подходящую. В связи с этим возрастает роль специалистов по охране труда, инспекторов по охране труда, участвующих в проведении проверок и расследовании несчастных случаев [1, 2, 7, 9, 11, 12, 15].

Оценивая уровень образования и подготовки специалистов по охране труда, лишь 64,3 % работодателей производственных отраслей экономики и 54,1 % работодателей социального сектора, считают специалистов по охране труда хорошо подготовленными к выполнению соответствующих трудовых функций.

На рисунке представлены результаты опроса работодателей о неудовлетворенности в подготовке специалистов в области охраны труда. Недостаток практики и отсутствие знаний о международных стандартах и лучших практиках в области охраны труда являются, по мнению респондентов, наиболее значимым.

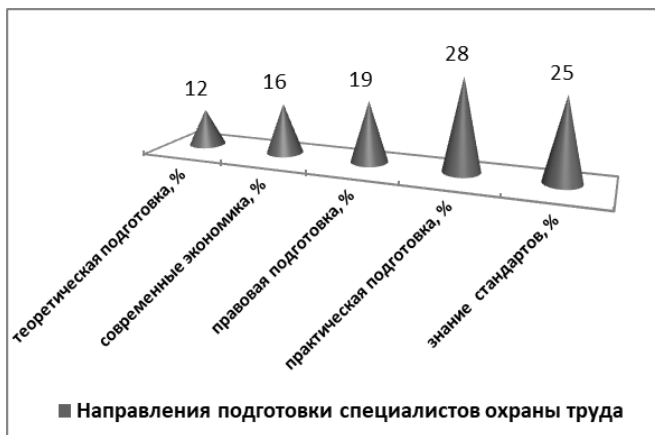


Рис. 1. «Слабые стороны» подготовки специалистов по охране труда по оценке работодателей

Компетентность персонала предприятий имеет определяющее влияние на уровень производственного травматизма. Зависимость между коэффициентом компетентности группы работников и коэффициентом частоты травмирования имеет линейно-логарифмический характер [6].

Предотвращение несчастного случая возможно, когда выявлены не только причины его возникновения, но и условия, способствующие его появлению. Только знание всей совокупности обстоятельств, вызывающих изучаемое явление, позволяет с уверенностью решать вопрос о том, какое из обстоятельств, участвующих во взаимодействии, является причиной изучаемого явления [5].

Деятельность инспектора и членов комиссии по устранению причин и условий, способствующих совершению нарушений правил охраны труда, включает в себя такую меру, как направление представления об устранении установленных в ходе расследования причин и условий, способствующих совершению конкретного нарушения правил охраны труда на производстве, в организации и должностным лицам [1, 13].

Представление не должно носить лишь информационный характер. Направлять его целесообразно не только в конце расследования, как это обычно бывает на практике, а по мере установления обстоятельств, создавших возможность совершения данного нарушения. Направляться оно должно не только руководителям предприятия, на котором имело место нарушение правил охраны труда, но и в соответствующие министерства и ведомства, так как и на других предприятиях могут иметь место аналогичные недостатки [16].

Заключение. К основным причинам несчастных случаев относятся: отсутствие у работодателя исчерпывающего перечня требований по охране труда; отсутствие локальных нормативных правовых актов, устанавливающих алгоритм реализации тех или иных процедур, таких как информирование, обучение, обеспечение работников СИЗ и т. д.; нарушение установленных процедур; отсутствие процесса распределения обязанностей и ответственности за соблюдение требований безопасности на всех или некоторых уровнях; отсутствие системы контроля функционирования СУОТ и мониторинга показателей реализации процедур.

Качество проведения расследования несчастного случая зависит от квалификации, знаний и умений лица, проводящего расследование. Ежегодная аттестация работников даст возможность сохранять полученные навыки по расследованию несчастных случаев и осуществлению производственного контроля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеенко, А. С. Совершенствование работы общественных инспекторов по охране труда / А. С. Алексеенко, М. В. Цайц // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2020. – Вып. 5. – С. 306–308.
2. Андруш, В. Г. Подготовка специалистов по охране труда / В. Г. Андруш, И. Е. Жабровский, В. Н. Босак // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2018. – Вып. 3. – С. 47–51.
3. Босак, В. Н. Значение человеческого фактора в обеспечении безопасности труда / В. Н. Босак, И. Е. Жабровский // Актуальные проблемы формирования кадрового потенциала для инновационного развития АПК. – Минск: БГАТУ, 2017. – С. 294–298.
4. Ващенко, А. В. Причины травматизма на производстве / А. В. Ващенко, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 15–16.
5. Кузнецова, Е. А. Методы расследования происшествий и аварий в линейных и нелинейных системах / Е. А. Кузнецова // Экономика, предпринимательство и право. – 2020. – № 12. – С. 21–24.

6. Мацкевич, И. В. Анализ производственного травматизма в сельском хозяйстве / И. В. Мацкевич, В. Г. Андруш // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции. – Минск: БГАТУ, 2021. – С. 208–211.

7. Методы изучения и анализа производственного травматизма / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 15 с.

8. Об охране труда: Закон Республики Беларусь от 23.06.2008 № 356-3 (в ред. от 18.12.2019 № 274-3).

9. О совершенствовании подготовки специалистов по охране труда / В. Г. Андруш [и др.] // Актуальные проблемы формирования кадрового потенциала для инновационного развития АПК. – Минск: БГАТУ, 2018. – С. 130–135.

10. Охрана труда / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.

11. Переподготовка и повышение квалификации по охране труда: опыт БГСХА / В. Н. Босак [и др.] // Перспективы развития высшей школы. – Гродно: ГГАУ, 2021. – С. 338–341.

12. Пищов, С. Н. Осуществление образовательного процесса в вузе при повышении квалификации / С. Н. Пищов, В. Н. Босак, И. Т. Ермак // Высшее техническое образование: проблемы и пути развития. – Минск, 2016. – С. 139–140.

13. Правила расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 15.01.2004 № 30 (в ред. от 21.05.2021 № 283).

14. Садо́мов, Д. А. Травматизм на производстве / Д. А. Садо́мов, О. В. Малашевская // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2019. – С. 44–46.

15. Сачивко, Е. В. Идентификация опасностей и оценка производственных рисков / Е. В. Сачивко, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 95–96.

16. Смагина, А. Н. Обстоятельства и установление причин несчастного случая на деревообрабатывающем предприятии / А. Н. Смагина, А. Ф. Зайнутдинова, Н. В. Кострюкова // Проблемы обеспечения безопасности. – Уфа, 2019. – С. 175–183.

17. Улаховіч, Н. У. Прычыны вытворчага траўматызму ў Рэспубліцы Беларусь / Н. У. Улаховіч, В. М. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 90–92.

18. Улаховіч, Н. У. Траўматызм на вытворчасці: размеркаванне па ўзросту і працоўнаму стажу / Н. У. Улаховіч, В. М. Босак // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 159–159.

19. Шешко, Е. В. Динамика несчастных случаев на производстве в Республике Беларусь / Е. В. Шешко, С. А. Янковский, А. Е. Кондраль // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 91–92.

Аннотация. Проведен анализ причины возникновения несчастных случаев на производстве. Предложены необходимые мероприятия для разработки мер профилактики травматизма.

Ключевые слова: производственный травматизм, несчастный случай, методы расследования, безопасность труда.

СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ ШУМА НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ ОПЕРАТОРА МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

В. Л. МИСУН, инженер
А. В. ГАРКУША, инженер

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

Введение. Важнейшая характеристика рабочего места оператора мобильной сельскохозяйственной техники (МСХТ) – его травмобезопасность, которая обеспечивается применением ряда конструктивных решений, касающихся компоновки транспортного средства, его кузова, сидений, органов рулевого управления, рычагов, педалей, щитка приборов, ветрового стекла и ряда других деталей и устройств, составляющих интерьер ТССХН [3, 4, 8].

Кроме того, для повышения травмобезопасности применяется ряд дополнительных устройств – ремни безопасности различных типов и конструкций, предохранительные пневматические подушки, подголовники и другие устройства [6, 7].

Основная часть. Для повышения безопасности дорожного движения во время сельскохозяйственных работ большое значение имеет состояние здоровья оператора транспортного средства. У усталого человека снижается работоспособность. Известно, что 6,8 % ДТП со смертельным исходом происходит в результате утомления операторов транспортных средств. Особенно опасно неожиданное ухудшение состояния здоровья, которое приводит к потере сознания или выражающееся в сильных болевых ощущениях [5].

Степень утомления оператора МСХТ, а следовательно, активная безопасность движения в значительной степени зависят и от физико-химических условий на его рабочем месте (шума, вибрации, микроклимата, состава воздуха и т. д.) [1, 2, 7].

Уменьшение неблагоприятного влияния шума достигается ослаблением источников шума, применением шумопоглощающих материалов и устройств, а также шумоизоляции. Интенсивность шума на рабочем месте оператора МСХТ можно уменьшить с помощью следующих мер: шумопоглощающей обивки под капотом (поглощает шум двигателя); внутренней обивки; звукопоглощающего покрытия метал-

лических поверхностей; плотных прокладок, расположенных на внутренней поверхности крыльев; прокладок на раме двери; амортизационной подвески различных деталей; плотной подгонки остекления окон [5, 9].

Для снижения шума МСХТ необходимо: использовать менее шумные механические узлы; уменьшать число процессов, сопровождающихся ударами; снижать величину неуравновешенных сил, скорости обтекания деталей газовыми струями, допуски сопрягаемых деталей; улучшать смазку; применять подшипники скольжения и бесшумные материалы. Кроме того, уменьшение шума МСХТ достигается применением шумопоглощающих и шумоизолирующих устройств. Шум во впускном тракте двигателя может быть уменьшен и с помощью воздухоочистителя специальной конструкции, имеющего резонансную и расширительную камеры, и конструкций впускных труб, уменьшающих скорости обтекания внутренних поверхностей потоком топливовоздушной смеси. Эти устройства позволяют снижать уровень шума выпуска на 10–15 дБ. Уровень шума при выпуске отработавших газов (при их истечении через выпускные клапаны)» может достигать 120–130 дБ. Чтобы уменьшить шум при выпуске, устанавливают активные или реактивные глушители.

Для повышение безопасности и улучшения условий труда оператора МСХТ может использоваться шумопоглощающий брызговик моторного отсека, содержащий тонколистовую с развитой поверхностью металлическую деталь в виде защитной несущей оболочки, состоящей из одной или нескольких, например, из трех отдельно смонтированных составных частей, имеющих горизонтальные и боковые поверхности, закрепленной фланцами с помощью съемных крепежных элементов типа болтовых соединений на силовых элементах каркаса или панелях кузова, деталях ходовой части, снабженной многослойной, самоклеящейся звукопоглощающей футеровкой, состоящей из одной монолитной или нескольких отдельных автономных плосколистовых звукопоглощающих панелей, которые смонтированы на внутренней поверхности несущей защитной оболочки [9].

При этом звукопоглощающая футеровка плосколистовых звукопоглощающих панелей, как минимум, содержит внешний защитный слой звукопрозрачной пленки, слой пористого (вспененного, волокнистого) звукопоглощающего материала и монтажный адгезионный клеевой слой. Несущая защитная оболочка шумопоглощающего брызговика выполнена составной, в виде отдельных сборных модулей. Периметр

внешних контуров монолитной плосколистовой звукопоглощающей панели или суммарный периметр внешних контуров плосколистовых звукопоглощающих панелей всего комплекта автономных панелей звукопоглощающей футеровки, превышает периметр квадратной монолитной плосколистовой звукопоглощающей панели той же лицевой площади не менее чем в три раза. Площадь лицевой поверхности плосколистовой звукопоглощающей панели составляет не меньше $0,25 \text{ м}^2$, а общее количество автономных плосколистовых звукопоглощающих панелей в составе шумопоглощающего брызговика в сборе принимается равным четырем [9].

Воздушные зазоры между противоположными торцами отдельных автономных плосколистовых звукопоглощающих панелей имеют величину не меньшую, чем толщина плосколистовых звукопоглощающих панелей. При этом плосколистовые звукопоглощающие панели могут устанавливаться как на горизонтальной поверхности несущей защитной оболочки шумопоглощающего брызговика, так и на ее боковых (вертикальных и наклонных) поверхностях, например, на поверхностях составной из трех несущих экранных элементов, две из которых являются боковыми. На монолитной плосколистовой звукопоглощающей панели имеется лабиринтный вырез, образующий воздушный зазор, ширина которого не менее толщины плосколистовой звукопоглощающей панели. Автономные плосколистовые звукопоглощающие панели выполнены в виде прямоугольных пластинчатых элементов и располагаются параллельно относительно продольной оси ТССХН, что способствует многократному отражению и поглощению шумопоглощающим брызговиком звуковой энергии, генерируемой агрегатами и системами моторного отсека транспортного средства сельскохозяйственного назначения.

Наиболее опасными, вызывающими резонанс колебаний частей тела человека, являются вибрации в диапазоне 1–5 Гц. Колебания, передающиеся к голове, влияя на изменение ритма и частоты дыхания, артериального давления, снижают остроту бинокулярного зрения, ухудшают деятельность нервной системы. При более высоких частотах вибрации также оказывают на оператора МСХТ отрицательное воздействие, но оно менее ощутимо. В этом случае большое значение имеет амплитуда колебаний; так, при амплитуде 0,01 мм вибрация почти не ощущается; при амплитуде 0,02 мм действует раздражающе; при амплитуде 0,03 мм – постоянно отвлекает оператора ТССХН от основной деятельности. При вибрациях, амплитуда которых более

0,03 мм, длительная работа невозможна. Для уменьшения вибрации применяют балансировку деталей, увеличивают жесткость вибрирующих деталей, создают условия, исключающие возникновение резонанса, используют вибропрокладки, вибропоглощающие смазочные материалы и покрытия. В наибольшей степени вибрацию предотвращают пневматические шины транспортных средств.

Заключение. Выполнен анализ характеристик рабочего места оператора мобильной сельскохозяйственной техники с точки зрения его травмобезопасности. Изучены вопросы повышения работоспособности оператора МСХТ. Предложено техническое решение для снижения уровня шума при управлении МСХТ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исследование микроклимата в рабочей зоне / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 23 с.
2. Исследование производственного шума / А. Е. Кондраль [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – 15 с.
3. Кабина транспортного средства: пат. № 16024 Республики Беларусь на изобретение / Л. В. Мисун [и др.]; заявл. 25.02.2010; опубл. 30.06.2012.
4. Кабина транспортного средства: пат. № 16250 Республики Беларусь на изобретение / Л. В. Мисун [и др.]; заявл. 09.04.2010; опубл. 30.08.2012.
5. Лебедев, О. В. Анализ функционального состояния водителя в условиях монотонной деятельности / О. В. Лебедев, Р. Р. Алиев // Проблемы механики. – 2009. – № 4. – С. 50–53.
6. Мероприятия по обеспечению безопасности дорожного движения при управлении транспортным средством сельскохозяйственного назначения / И. Н. Мисун [и др.] // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции. – Минск: БГАТУ, 2019. – С. 312–314.
7. Охрана труда / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
8. Устройство для герметизации рычага управления коробки скоростей в кабине транспортного средства: пат. № 16704 Республики Беларусь на изобретение / Л. В. Мисун [и др.]; заявл. 23.04.2010; опубл. 30.12.2012.
9. Шумопоглощающий брызговик моторного отсека трактора: пат. № 12966 Республики Беларусь на полезную модель / А. Л. Мисун [и др.]; заявл. 28.12.2021; опубл. 30.08.2022.

Аннотация. Рассмотрены направления снижения шума на рабочем месте оператора МСХТ. Предложено инженерно-техническое устройство для повышения безопасности и улучшения условий труда на его рабочем месте.

Ключевые слова: мобильная сельскохозяйственная техника, оператор, рабочее место, безопасность труда, шум.

К ВОПРОСУ БЕЗОПАСНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМ СРЕДСТВОМ

Л. В. МИСУН, д-р техн. наук, профессор
Ал-р Л. МИСУН, канд. техн. наук

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

Введение. Длительное управление транспортным средством (ТС) приводит к нервному перенапряжению оператора и быстрому его утомлению, что повышает возможность ДТП [3, 5, 6].

Нарушение управляемости движения ТС выражается в произвольном изменении направления движения, его опрокидывании или скольжении шин по дороге.

Основная часть. Потеря ТС, например, продольной устойчивости выражается, как правило, в буксовании ведущих колес, особенно часто наблюдаемом при преодолении автопоездом затяжных подъемов со скользкой поверхностью, а опрокидывание ТС в продольной плоскости возможно лишь как исключение.

Нарушение курсовой устойчивости при прямолинейном движении транспортного средства происходит под действием возмущающих сил: поперечной составляющей веса, бокового ветра, ударов колес о неровности дороги, а также различных по величине продольных сил (тяговой, тормозной), приложенных к колесам правой и левой сторон транспортного средства. При криволинейном движении транспортного средства к этим силам добавляется центробежная сила. Потеря устойчивости ТС может быть вызвана также и неправильными приемами управления (интенсивными торможением и разгоном, резким поворотом рулевого колеса) или техническими неисправностями (неправильная регулировка тормозных механизмов, заклинивание рулевого управления, прокол или разрыв шины) и др. [8].

Часто предпосылкой потери устойчивости является скорость ТС, не соответствующая дорожным условиям. Если транспортное средство движется с излишне высокой скоростью, тяговая сила (P_t) приближается по величине к силе сцепления ($P_{сц}$) ведущих колес с дорогой, вследствие чего возможно их пробуксовывание.

При криволинейном движении ТС потерю устойчивости обычно вызывает центробежная сила. Управляемость ТС оценивают по соот-

ветствию параметров его движения воздействиям оператора транспортного средства на рулевое управление. При различных воздействиях степень соответствия может быть различной, что затрудняет выбор единого критерия для комплексной оценки управляемости ТС в эксплуатационных условиях. Поворачивая рулевое колесо, оператор задает новое направление движению ТС. При плохой управляемости действительное направление движения не совпадает с желательным и необходимы дополнительные управляющие воздействия со стороны оператора. При особенно неблагоприятных условиях плохая управляемость транспортным средством может явиться причиной столкновения ТС, наезда на пешехода или выезда за пределы дороги [1].

подавляющее большинство опасных дорожных ситуаций (до 80–85 %) оператор транспортного средства ликвидирует путем своевременного поворота рулевого колеса и изменения направления движения. Применение же звуковых сигнализаторов позволяет разгрузить зрительный анализатор оператора, что приобретает особое значение по мере увеличения числа приборов внутренней визуальной информативности.

Посадка оператора ТС считается удобной, если части его тела образуют углы, исключая излишнее мышечное напряжение, благоприятствующие выполнению движений и обеспечивающие возможность управлять транспортным средством с минимальной затратой физической энергии. При этом части тела оператора ТССХН должны находиться под оптимальными углами одна к другой, что определяется конструкцией и взаиморасположением элементов сиденья [2].

Посадка в зависимости от положения сиденья и органов управления в кабине ТС предопределяет величину мышечного усилия оператора. Для уменьшения утомления оператора посадка должна быть такой, чтобы спина была выпрямлена, а не откинута назад и не согнута вперед. Это достигается при положении спинки сиденья, близком к вертикальному, с небольшим отклонением назад. При такой посадке центр тяжести корпуса оператора транспортного средства и точка вращения тазобедренного сустава располагаются на одной вертикали, вследствие чего оператор не тратит мускульных усилий для сохранения равновесия. Правильная посадка зависит также от расположения органов управления по отношению к сиденью. Ноги оператора должны легко доставать до педалей, а руки, лежащие на рулевом колесе, быть слегка согнуты в локтях, что позволяет сидеть естественно, не испытывая утомления при длительной поездке и затрачивая минимальные

усилия при воздействии на рулевое колесо, педали и рычаги управления. Если сиденье оператора ТССХН расположено далеко от педалей, то он должен подтягиваться к ним, что вызывает напряжение мышц. При очень высоком сиденье оператор горбится и наклоняет голову, это вызывает быстрое утомление мышц плечевого пояса, сжатие органов брюшной полости и легких, затруднение дыхания и утомление глаз. Если сиденье выдвинуто вперед, приходится сгибать ноги, что затрудняет управление как педалями, так и рулевым колесом. При низкой посадке оператор ТС, чтобы следить за дорогой, вынужден поднимать подбородок, напрягать мышцы шеи и спины. Конфигурация сиденья должна учитывать особенности анатомического строения спины человека – естественный S-образный изгиб позвоночника, сохраняющийся в положении стоя и изменяющийся в положении сидя, особенно при прямой посадке [9].

Оптимальное положение поясничного изгиба обеспечивается при некотором увеличении наклона спины назад и наличии опоры в области поясницы. Центральная точка опоры туловища в положении сидя должна приходиться на область между вторым и четвертым позвонками. Давление на сиденье ТС зависит от площади и жесткости опорной поверхности и от углов наклона подушки и спинки [7].

Упругие подушка и спинка сиденья позволяют снизить удельную нагрузку на тело оператора от его собственного веса. Таз водителя должен иметь некоторую свободу перемещения для смены положения и не быть сдавленным, чтобы часть веса тела не передавалась на суставы берцовых костей, что вынуждает их «скатываться» внутрь сиденья. Подушка сиденья должна быть упругой, давление на поверхность сиденья не должно распределяться равномерно. Для снижения давления опорную поверхность выполняют рельефной, соответствующей форме тела оператора ТС.

Колебания при движении ТС возникают вследствие воздействия сил инерции, вызываемых ускорениями и замедлениями движения. Кроме того, оператор ТС воспринимает колебания и вибрации кабины, передающиеся от эластичных шин, подвески, пружин сиденья и т. п. Колебания и ускорения возбуждают нервную систему человека, вызывают головную боль, снижают остроту зрения, повышают утомляемость, ухудшают психофизиологическую и рефлексорную деятельность. Наиболее характерными являются колебания работающего двигателя (75–100 Гц), пола кабины ТС (10–30 Гц), а также колебания самого ТС, вызываемые неровностями дороги. Чаще всего на оператора

ТССХН действуют колебания с частотой 2–4 Гц и ускорением $2,5 \text{ м/с}^2$. Под влиянием длительного воздействия таких колебаний у операторов ТС могут появляться изменения в системе кровообращения, мозгу, костно-суставной и мышечных системах. Вредное влияние колебаний приводит к появлению пояснично-седалищных болей. Колебания и вибрации элементов ТС гасятся в сиденье с помощью упругих элементов различных конструкций и амортизаторов [4].

Заключение. Проанализированы наиболее характерные показатели безопасности при эксплуатации ТС. Изучены направления повышения устойчивости транспортного средства сельскохозяйственного назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасное рулевое управление для транспортного средства сельскохозяйственного назначения: пат. № 12366 Республики Беларусь на полезную модель / А. Л. Мисун [и др.]; заявл. 20.12.2019; опубл. 30.08.2020.
2. Безопасное сиденье транспортного средства: пат. № 16448 Республики Беларусь на изобретение / Л. В. Мисун [и др.]; заявл. 09.04.2010; опубл. 30.10.2012.
3. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, М. П. Акулич. – Минск: Вышэйшая школа, 2019. – 217 с.
4. Вибрационная система сиденья: пат. № 7727 Республики Беларусь на полезную модель / Л. В. Мисун [и др.]; заявл. 14.04.2011; опубл. 30.10.2011.
5. Малашенко, А. Ю. Анализ гибели и травмирования людей в результате дорожно-транспортных происшествий с участием сельскохозяйственной техники / А. Ю. Малашенко, М. В. Цайц // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 51–52.
6. Охрана труда / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
7. Подвеска сиденья транспортного средства: пат. № 17141 Республики Беларусь на изобретение / Л. В. Мисун [и др.]; заявл. 07.10.2010; опубл. 30.06.2013.
8. Рудковская, А. П. Инженерно-техническое решение для повышения безопасности управления транспортным средством сельскохозяйственного назначения / А. П. Рудковская, Л. В. Мисун, А. Л. Мисун // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 89–91.
9. Чехол для кресла автомобиля: пат. № 11800 Республики Беларусь на полезную модель / Л. В. Мисун [и др.]; заявл. 26.05.2018; опубл. 27.10.2018.

Аннотация. Проанализированы наиболее характерные показатели безопасности управления транспортным средством, а также направления улучшения условий труда.

Ключевые слова: транспортное средство, кабина, сиденье, утомляемость, безопасность.

КОНСТРУКТИВНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Л. В. МИСУН, д-р техн. наук, профессор
Ал-й Л. МИСУН, магистр техн. наук

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

Введение. Конструктивная безопасность транспортного средства сельскохозяйственного назначения (ТССХН) включает активную, пассивную, послеаварийную и экологическую его безопасность. Активная безопасность проявляется в период, соответствующий начальной фазе дорожно-транспортного происшествия (ДТП), когда оператор транспортного средства в состоянии изменить характер движения ТССХН, пассивная безопасность – в период, когда оператор ТССХН, несмотря на принятые меры безопасности, не может изменить характер движения ТССХН и предотвратить ДТП (кульминационная фаза ДТП). Также различают внутреннюю пассивную безопасность, снижающую травматизм оператора ТССХН и обеспечивающую сохранность грузов, перевозимых ТССХН, и внешнюю безопасность, которая уменьшает возможность нанесения повреждений другим участникам движения.

Послеаварийная безопасность транспортного средства характеризуется возможностью быстро ликвидировать последствия происшествия и предотвращать возникновение новых аварийных ситуаций. В тоже экологическая безопасность ТССХН позволяет уменьшать вред, наносимый участникам движения и окружающей среде в процессе нормальной эксплуатации транспортного средства.

Для современных автомобильных дорог характерно наличие большого количества разнообразных транспортных средств, движущихся одновременно и образующих единый транспортный поток, параметры движения которого зависят от соотношения в нем транспортных средств различного типа. Состав транспортного потока может быть различным. На загородных дорогах в большой степени могут двигаться ТССХН, тракторы, тракторные поезда. На долю тракторного транспорта приходится до 80 % объема всех перевозок. Следует также отметить, что транспортные и погрузочные работы относятся к наиболее трудо- и энергоемким. Кроме того,

особенностью сельскохозяйственных перевозок является их многократность по дорогам общего пользования, что конечно сказывается на безопасности движения для операторов транспортных средств [7].

В период уборки урожая нагрузки на дороги общего пользования значительно возрастают, так как большой удельный вес в перевозках занимает транспортировка продукции растениеводства [1–3, 5, 6].

Режим работы транспорта во время уборки рассчитывается на круглосуточные перевозки. Именно тогда и происходит максимальная нагрузка на дороги общего пользования на снижение качества дорожного покрытия и безопасность движения, загрязнение дорог налипшей жидкой грязью от колес транспортных средств. Когда ТССХН движутся по проезжей части, особенно в сырую погоду, брызги, создаваемые колесами, или водяная пелена приводят к ухудшению видимости транспортных средств, движущихся сзади. Это очень опасно и может стать причиной ДТП. Брызги возникают по той причине, что грязь и вода забираются вращающимися шинами колес и отбрасываются на надколесную дугу, разбиваются на мелкие частички, тем самым создавая водяную пелену. Также снижаются сцепные качества дорожного покрытия, что может стать причиной ДТП.

Основная часть. Управляя ТССХН, оператор, постоянно изменяя скорость движения, должен быть всегда готовым к экстренной остановке ТССХН в случае появления внезапного препятствия. Замедление движения ТССХН, вызываемое трением в трансмиссии и сопротивлениями дороги и воздуха, невелико. В опасной же ситуации необходимо остановить ТССХН на коротком расстоянии. Это возможно лишь при наличии на нем специальной системы, создающей большое дополнительное сопротивление движению и быстро снижающей скорость. Сопротивление, создаваемое тормозными механизмами, дает возможность также удерживать на месте стоящее транспортное средство, а при его движении на спуске предохранять от нежелательного разгона.

Наибольшее значение для безопасности ТССХН имеет рабочая тормозная система. Ее применяют для плавного снижения скорости с замедлением (до $2,5\text{--}3 \text{ м/с}^2$) – служебное торможение и для резкого ее уменьшения с максимально возможным в данных дорожных условиях замедлением (до $8\text{--}9 \text{ м/с}^2$) – экстренное или аварийное торможение. Для обеспечения безопасности ТССХН тормозная система должна удовлетворять следующим требованиям:

- время срабатывания системы должно быть минимальным, а замедление ТССХН – максимальным во всех условиях эксплуатации;
- все колеса ТССХН должны затормаживаться одновременно и с одинаковой интенсивностью;
- тормозные силы на колесах должны нарастать плавно, в системе не должно быть заеданий и заклиниваний;
- эффективность действия системы должна быть постоянной в течение всего срока службы ТССХН, а вероятность отказов минимальной;
- работа тормозной системы не должна вызывать потери устойчивости ТССХН;
- усилия, необходимые для приведения системы в действие и перемещения рабочих органов управления (педали, рычаги), не должны превышать физических возможностей оператора ТССХН.

Ухудшение тормозной динамичности может быть вызвано увеличением зазора между фрикционными накладками и тормозными барабанами, наличием масла и воды на их поверхностях, нарушением регулировок, попаданием воздуха в гидравлический привод, недостаточным давлением в системе. Замасливание фрикционных накладок может уменьшить замедление и увеличить тормозной путь в 4–5 раз. Кроме того, при этом затрудняется управление ТССХН, так как оператору труднее ощущать начало рабочего хода тормозной педали. Для повышения тормозной динамичности и активной безопасности ТССХН применяют регуляторы, обеспечивающие более полное использование сцепления с дорогой каждым колесом, и противоблокировочные системы, предотвращающие юз. Подбирая состав резины и рисунок протектора шин, добиваются хороших сцепных свойств как в продольном, так и в поперечном направлении. Наиболее перспективно применение противоблокировочных систем, автоматически устранивающих блокировку затормаживаемых колес.

Для снижения появления на дорогах грязевых отложений от колес транспортных средств рекомендуется техническое устройство [4], представляющее собой плоскую панель, закрепленную вертикально позади колеса транспортного средства, с надколесной дугой (рис. 1), образованной из отражателей, расположенных бок о бок и перекрывающих друг друга для создания между ними, по меньшей мере, одного канала, проходящего от первой стороны панели, которая принимает воду и грязь поступающую от колеса при его вращении, к задней вто-

рой стороне панели. При этом канал неперпендикулярен плоскости панели и имеет один водогрязесборный карман.

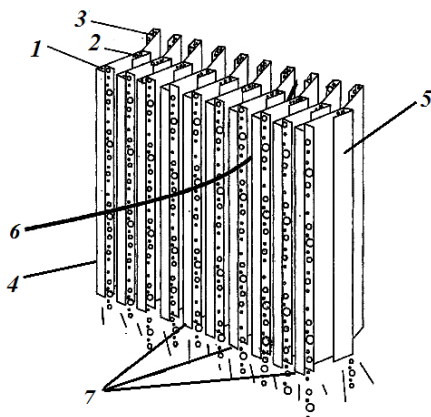


Рис. 1. Техническое устройство для снижения появления на дорогах грязевых отложений от колес транспортных средств:
1, 2, 3 – вертикальные стоки водосборных карманов; 4 – передняя панель;
5 – задняя панель ; 6 – канал; 7 – передняя часть панели

Надколесная дуга в своей задней части выполнена с расположенным на половине ее высоты шарнирным соединением, для поворота задней части относительно передней. В месте расположения шарнира, снаружи на внешней поверхности надколесной дуги, закреплены с помощью скоб две пружины кручения равной жесткости и одинакового направления навивки. Противоположные концы этих пружин расположены на разных частях надколесной дуги с возможностью ее фиксации в целостном положении с помощью расположенных на боковых сторонах упорных пластинок. Каждый отражатель имеет три водогрязесборных кармана в виде вертикальных U-образных стоков. При движении ТССХН по мокрым дорогам, грязь и вода отбрасывается колесом на первую сторону панели и перемещается с воздухом через первый канал. Но поскольку эти компоненты тяжелее воздуха, их частицы следуют по прямому пути и выходят из потока воздуха в другой карман, расположенный по касательной к изменению направления канала, в результате чего и происходит отделение грязи и воды от воздуха, не создавая при этом пелену на дорожном покрытии из грязи и воды. В случае соприкосновения на дорожном покрытии имеющих

неровностей в виде препятствий и ям, задняя часть надколесной дуги поворачивается шарниром и предотвращает поломку устройства.

После преодоления таких преград, задняя часть надколесной дуги под действием пружин возвращается в прежнее положение. При этом обе части надколесной дуги (передняя и задняя) соприкасаются друг с другом с помощью расположенных на их боковых сторонах упорных пластинок, что повышает надежность работы предохранительного технического устройства.

Заключение. Рассмотрены отличительные особенности оценки активной, пассивной (внутренней и внешней) и послеаварийной безопасности ТССХН. Предложено техническое устройство для снижения появления на дорогах грязевых отложений от колес транспортных средств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, М. П. Акулич. – Минск: Вышэйшая школа, 2019. – 217 с.

2. Ковтун, Р. В. Требования охраны труда при заготовке сена / Р. В. Ковтун, В. Н. Босак // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 75–77.

3. Мисун, А. Л. Повышение производственной безопасности при погрузке, разгрузке и перевозке сыпучих сельскохозяйственных грузов / А. Л. Мисун, А. Г. Мисун, А. Л. Мисун // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 30–32.

4. Направление повышения безопасной эксплуатации транспортных средств сельскохозяйственного назначения / А. Л. Мисун [и др.] // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции. – Минск: БГАТУ, 2019. – С. 308–310.

5. Охрана труда / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.

6. Смоляк, В. С. Требования охраны труда при работах на сельскохозяйственных машинах / В. С. Смоляк, Н. В. Улахович // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 99–101.

7. Ширяев, С. А. Транспортные и погрузочно-разгрузочные средства / С. А. Ширяев, В. А. Гудков, Л. Б. Миротин. – Москва: Телеком, 2007. – 226 с.

Аннотация. Проанализированы отличительные особенности оценки активной, пассивной и послеаварийной безопасности транспортного средства сельскохозяйственного назначения. Предложено техническое устройство для снижения появления на дорогах грязевых отложений от колес транспортных средств.

Ключевые слова: транспортное средство сельскохозяйственного назначения, дорожно-транспортное происшествие, безопасность.

ВИБРАЦИЯ: ВРЕДНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЧЕЛОВЕКА И МЕТОДЫ БОРЬБЫ

Е. В. МИЩЕНКО, канд. техн. наук, доцент
М. А. АНИКОНОВА, П. Д. АСАФОВ, студенты

Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина,
Орел, Российская Федерация

Введение. Человек в современном индустриальном обществе постоянно находится в контакте с такими явлениями как вибрация: на производстве, в транспорте, в повседневной жизни. Источниками такого явления являются различные машины, технологические оборудования [1, 2, 5, 6, 8]. Увеличение количества машин, их мощности, а также интенсивности и скорости транспортных потоков приводит к тому, что воздействие вибрации на человека тоже увеличивается. Таким образом, стоит ограничить это воздействие путем ужесточения регламентации и совершенствовании устройств виброзащиты.

Основная часть. Анализ литературных источников и собственные исследования показали, что вибрация является одним из факторов, обладающим значительной биологической активностью. Характер, глубина и направление функциональных изменений различных систем организма в первую очередь определяются уровнем, спектральным составом и продолжительностью вибрационного воздействия.

Вибрация машин может вызвать сбой в работе оборудования, вызвать серьезные аварии. Установлено, что вибрации являются причиной 80 % поломок в машинах [4].

Если же вибрациям подвергается человек, то важно знать, что тело человека можно представить, как сложную динамическую систему. Исследования показали, что эта система меняется в зависимости от поз человека, его состояния (расслабленное или напряженное) и т.д. В такой системе есть опасные резонансные частоты. Если внешние силы будут воздействовать на человека частотами, близкими или равными резонансным, то увеличивается амплитуда колебаний всего тела и отдельных его органов. У человека, стоящего на вибрирующей поверхности, есть два резонансных пика на частотах 5–12 Гц и 17–25 Гц, у сидящего человека – на частотах 4–6 Гц. Для головы они находятся на резонансных частотах 20–30 Гц. В таком диапазоне частот амплитуда колебаний может быть в три раза превышать амплитуду колебаний

плеч. У лежащего человека диапазон резонансных частот находится в пределах 3–3,5 Гц. Одной из важнейших колебательных систем является грудная клетка и живот. Колебания в этой системе происходят в вертикальном положении. Колебания внутренних органов этих полостей наблюдают резонанс на частотах 3–3,5 Гц. Максимальная амплитуда колебаний брюшной стенки находится на частотах 7–8 Гц, а амплитуда передней стенки грудной клетки – 7–11 Гц.

Параметры, характеризующие вибрацию, – это частота колебаний f (Гц), амплитуда колебаний A (м), виброскорость V (м/с) и виброускорение a (м/с²).

Различают общую и локальную вибрацию. Общая вибрация ухудшает центральную нервную систему. Ее действия могут привести к травмам межпозвоночных дисков, деформации костной ткани, смещению органов брюшной полости, ориентации в пространстве, частым головным болям с головокружениями, проблемам со зрением и слухом [8]. Происходит снижение тактильной чувствительности, а низкочастотные колебания могут даже изменить ход обменных процессов. Локальная вибрация часто приводит к спазму сосудов рук, которые перекрывают кровоснабжение всех тканей. Страдают нервные окончания, снижается чувствительность кожи, в суставах скапливаются солевые отложения, деформируются, снижается их подвижность. Вот почему вибрации так опасны.

В Орловском ГАУ авторами разработана лабораторная установка для проведения массообменных процессов с электромагнитным виброприводом (рис. 1) [3, 7, 11, 12]. При проектировании установки были учтены разработанные рекомендации для снижения вредного влияния вибрации на оборудование и человека.

Устранение или снижение вибрации в источнике возникновения должно быть реализовано на этапе проектирования машин и проектировании технологических процессов [9].

В то же время особое внимание стоит уделить максимальным включениям или сокращениям динамических процессов, вызванных ударами, резкими ускорениями.

Уменьшение вибрации в источниках ее возникновения осуществляется за счет уменьшения переменных сил, действующих в системе. Такие уменьшения переменных сил возможны при замене динамических процессов статическими, тщательной балансировкой вращающихся частей и т. д.



Рис. 1. Лабораторная установка с электромагнитным виброприводом

Вибродемпфирование основано на снижении уровней вибрации путем преобразования энергии механических колебаний в тепловую. Оно достигается при:

- использовании материалов с большим внутренним трением;
- нанесении эластичных вязких материалов на вибрирующие поверхности;
- применении поверхностного трения.

Динамическое виброгашение осуществляется установкой машин и агрегатов на фундаменте, масса которых рассчитывается таким образом, чтобы амплитуда колебаний основания фундамента не превышала 0,1–0,2 мм, а для некоторых конструкций 0,005 мм. Поглощение вибрации применяется к поверхностной вибрации вязкоупругих материалов с большим внутренним трением (резина, пластмасса, антивибрационные мастики).

При работе с виброоборудованием необходимо использовать средства индивидуальной защиты рук от вибрирующих предметов (ГОСТ 12.4.002-97 ССБТ «Средство защиты рук от различных вибраций. Технические требования и методы испытаний»).

Заключение. Виброзащита технологического оборудования и человека-оператора является на сегодняшний день весьма актуальной задачей, что делает актуальным проведение исследований в данном направлении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак. – Старый Оскол: ТНТ, 2022. – 356 с.
2. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, М. П. Акулич. – Минск: Высшая школа, 2019. – 317 с.
3. Вибрационная техника в пищевой и перерабатывающей промышленности / С. Ф. Яцун [и др.]. – Курск: КГСХА, 2010. – 144 с.
4. Кашина, С. Г. Защита от вибрации / С. Г. Кашина. – Казань, 2012. – 133 с.
5. Ковалевич, З. С. Безопасность жизнедеятельности человека / З. С. Ковалевич, В. Н. Босак. – Минск: МИТСО, 2015. – 392 с.
6. Комкин, А. И. Вибрация. Воздействие, нормирование, защита / А. И. Комкин // Безопасность жизнедеятельности: приложение. – 2004. – № 5. – С. 5–7.
7. Мищенко, В. Я. Новые подходы к проектированию вибрационного технологического оборудования в пищевой и перерабатывающей промышленности / В. Я. Мищенко, Е. В. Мищенко // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2016. – № 4 (52). – С. 116–121.
8. Охрана труда / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
9. Попова, Е. В. Средства и методы защиты от вибрации / Е. В. Попова. – Москва, 2017. – 86 с.
10. Солонинкин, Р. И. Воздействие шума и вибрации на организм человека / Р. И. Солонинкин / Р. И. Солонинкин, О. И. Богатов. – Харьков, 2010. – С. 148–150.
11. Яцун, С. Ф. Влияние вибрационного воздействия на процесс экстракции в пищевой промышленности / С. Ф. Яцун, В. Я. Мищенко, Е. В. Мищенко // Известия вузов. Пищевая технология. – 2009. – № 4. – С. 70–72.
12. Яцун, С. Ф. Использование вибрационного воздействия в процессах массообмена / С. Ф. Яцун, В. Я. Мищенко, Е. В. Мищенко // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2008. – № 5. – С. 99–101.

Аннотация. Среди большого количества вредных и опасных факторов, влияющих на человека, есть такие, с которыми человек сталкивается ежедневно. К этим факторам относятся виброакустические факторы, в том числе вибрации. Для нормального функционирования технологического оборудования и безопасности человека разрабатываются методы уменьшения вибрации.

Ключевые слова: вибрация, виброзащита, частота колебаний, резонанс, охрана труда.

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПОГРУЗОЧНО- РАЗГРУЗОЧНЫХ И СКЛАДСКИХ РАБОТ НА ПТИЦЕФАБРИКАХ

Т. В. МОЛОШ, канд. техн. наук, доцент
Н. Н. ЖАРКОВА, ст. преподаватель
Е. Я. ПАВЛОВА, магистрант

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

Введение. Одними из видов работ с повышенной опасностью в АПК являются погрузочно-разгрузочные [2, 6, 9].

Работы по погрузке, разгрузке, перемещению различных грузов на птицефабриках осуществляются вручную или с применением приспособлений и подъемно-транспортных механизмов. Неправильные приемы выполнения погрузочно-разгрузочных работ, использования грузо-подъемных устройств и транспортных средств, складирования грузов могут привести к несчастным случаям. В связи с этим обеспечение охраны труда работающих в процессе выполнения погрузочно-разгрузочных и складских работ имеет важное значение [4, 5, 10].

Безопасность работ при транспортировании и складировании продукции должна обеспечиваться организацией работ и выполнением операций погрузки, разгрузки, транспортирования и хранения с исключением или сведением к минимуму контактов работников с опасными и вредными производственными факторами [1, 3, 7].

Проблемы обеспечения производственной безопасности при выполнении погрузочно-разгрузочных и складских работ на птицефабриках требуют комплексного изучения, что даст возможность предупредить несчастный случай и разрабатывать мероприятия по совершенствованию охраны труда.

Основная часть. Хранение поступающего сырья, упаковки, тары, готовой продукции на птицефабриках осуществляется в складских помещениях в соответствии с требованиями технических нормативных правовых актов. Склады являются одним из важнейших элементов логистических систем, представляющие собой здания, сооружения и разнообразные устройства, предназначенные для приемки, размещения, хранения поступившей на них продукции. Технология хранения яйца требует особых условий, а процесс складирования осуществляет-

ся при помощи подъемно-транспортного оборудования и грузовых транспортные тележек, используемых при складировании яйца.

Зоны разгрузки и погрузки транспортных средств располагаются вне помещения на автомобильной рампе. При разгрузке грузчики разгружают коробки с яйцами из транспортного средства в поддоны, привезенные заранее на электропогрузчике из зоны хранения инвентаря на складе. При погрузке грузчики загружают коробки с яйцами в транспортное средство из поддонов, привезенных из зоны комплектации заказов на складе. Товар на поддонах (паллеты) с помощью электропогрузчика доставляется на хранение в зону складирования яйца. Складирование осуществляется штабельное и стеллажное. Разгрузка продукции из транспортного средства и погрузка его в транспортное средство – процессы очень трудоемкие, так как требуются значительные усилия грузчиков и много времени, чтобы переместить коробки с яйцами. Уровень механизации складских работ может достигать до 40,0 %, а степень механизации труда составлять около 12,5 %.

Каждый раз при ручном или механизированном перемещении грузов возникает риск несчастных случаев. Несчастные случаи и травматизм на складах могут иметь серьезные последствия. Наиболее часто встречающиеся причины возникновения несчастных случаев:

- недостаточная квалификация водителя погрузчика/штабелера (водители должны быть проинструктированы по охране труда при работе на складе);

- небрежность в работе (переподготовка, надзор и повышение квалификации работающих поможет уменьшить количество инцидентов, вызванных небрежностью);

- неверная планировка стеллажной конструкции (стеллажи должны соответствовать предъявляемым требованиям, габариты зоны складирования должны быть рассмотрены на самой ранней стадии проектирования);

- использование вилочных погрузчиков и штабелеров не соответствующих габаритов (складская техника должна быть рассмотрена на этапе планирования склада, особенно там, где габариты техники слишком малы либо, наоборот, слишком большие);

- использование не пригодных или поврежденных поддонов (не все поддоны подходят для использования в стеллажах, сломанные или провисающие поддоны могут вызвать преждевременную поломку балки);

– плохая уборка может привести к затруднению доступа к проходам, паллетам (обычным результатом проблемы является ударное повреждение передней стойки.).

Для создания безопасного склада требования безопасности необходимо учитывать на этапе планирования стеллажной системы. Должны соблюдаться все действующие требования к проектированию стеллажных конструкций. Правильное проектирование, монтаж и обслуживание стеллажей позволит сделать склад безопасным, избежать последствий аварий. При выборе стеллажной системы необходимо учитывать характер, размер, форму и вес грузов – параметры, определяющие тип стеллажной системы и ее комплектующих элементов.

Стеллажи должны быть установлены в соответствии с инструкцией по монтажу и инструкцией по эксплуатации. Каждый стеллаж должен иметь надписи о предельно допустимой нагрузке на каждом ярусе. Размещение грузов на стеллажах работающий должен производить с учетом предельно допустимой нагрузки на каждую полку, обеспечения устойчивого положения складываемых грузов, исключения их выпадения при хранении. Укладывать грузы на неисправные стеллажи и перегружать стеллажи не допускается.

Своевременный инструктаж персонала поможет снизить риски и последствия, связанные с поломкой оборудования, избежать распространенных ошибок, уменьшить показатели травматизма, уменьшить потери рабочего времени и минимизировать затраты на возмещение ущерба [1, 3, 7, 8].

Для повышения безопасности труда при выполнении погрузочно-разгрузочных работ на птицефабрике следует совершенствовать логистические процессы на складе готовой продукции. Технологические операции по транспортировке сырья, тары, упакованной продукции и другие должны осуществляться механизированным способом. При этом необходимо предусматривать меры безопасности и мероприятия, исключающие опасность травматизма и физического перенапряжения работников. Внедрение средств механизации на производстве позволит значительно повысить уровень комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ и снизить трудоемкость складских работ.

Заключение. Обеспечение безопасных условий труда работников на птицефабрике может быть достигнуто путем исключения или доведения превышающих величин опасных и вредных производственных факторов до установленных нормативов, максимальное снижение физического и нервно-эмоционального напряжения работников. В связи с

этим изучение причин несчастных случаев при выполнении погрузочно-разгрузочных и складских работ может служить основой для разработки предложений по повышению их безопасности на производстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андруш, В. Г. Охрана труда / В. Г. Андруш, Л. Т. Ткачева, Т. П. Кот. – Минск: РИВШ, 2021. – 620 с.
2. Босак, В. Н. Требования охраны труда в различных отраслях АПК / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль Т. В. Сачивко // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 9–12.
3. Вершина, Г. А. Охрана труда / Г. А. Вершина, А. М. Лазаренков. – Минск: ИВЦ Минфина, 2014. – 488 с.
4. Кудрявцев, А. Н. Анализ травматизма на производстве в Республике Беларусь / А. Н. Кудрявцев, В. Н. Босак // Вестник БГСХА. – 2020. – № 3. – С. 188–193.
5. Малашенко, А. Ю. Анализ производственного травматизма в сельскохозяйственном производстве / А. Ю. Малашенко, М. В. Цайц // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 151–152.
6. Организация работ с повышенной опасностью / А. Е. Кондраль [и др.]. – Горки: БГСХА, 2023. – 32 с.
7. Охрана труда / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
8. Разработка, согласование и утверждение инструкций по охране труда / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 20 с.
9. Смоляк, В. С. Безопасность проведения погрузочно-разгрузочных работ / В. С. Смоляк, Н. В. Улахович // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 91–92.
10. Улаховіч, Н. У. Прычыны вытворчага траўматызму ў Рэспубліцы Беларусь / Н. У. Улаховіч, В. М. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 90–92.

Аннотация. Проблемы охраны труда на птицефабриках во многом связаны с особенностями технологических процессов производства, хранения, складирования и транспортирования продукции птицеводства. Интерес представляет обеспечение безопасности труда при выполнении погрузочно-разгрузочных и складских работ, которые являются одними из наиболее травмоопасных на производстве. Рассмотрены меры по повышению безопасности труда при выполнении погрузочно-разгрузочных и складских работ на основе применения организационно-технических мероприятий.

Ключевые слова: производственная безопасность, условия труда, опасные и вредные производственные факторы, погрузочно-разгрузочные работы.

КЛАССИФИКАЦИЯ УСТРОЙСТВ-ДАЛЬНОМЕРОВ, СООБЩАЮЩИХ РАССТОЯНИЕ ДО ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

В. В. РУССКИХ, магистрант

Г. И. БЕЛОХВОСТОВ, канд. техн. наук, доцент

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

Введение. Выполнение работ сельскохозяйственной направленности с использованием крупногабаритной сельскохозяйственной техники зачастую осуществляется вблизи линий электропередач (ЛЭП) и происходит приближение транспортного средства (ТС) на недопустимое к проводам расстояние. И ежегодно незнание или же халатность со стороны работников и руководителей сельскохозяйственных организаций правилами охраны труда, приводит к тяжелым последствиям, связанным с поражением электрическим током [2, 4–6, 9, 13, 14].

Основная часть. Опираясь на нашу последнюю публикацию, по статистическим данным за 2017–2021 гг. выявлено 10 несчастных случаев, связанных с данной проблемой, в том числе 5 – со смертельным исходом [15].

Это доказывает актуальность проблемы и нами были предложены технические и теоретические методы ее решения [1, 15–17].

На 2022 г. в результате исследований была выведена классификация устройств-дальномеров (рисунок), демонстрирующих прямо на дисплей расстояние до ЛЭП.

Существуют следующие методики получения расстояний [3, 7, 8, 10–12, 18–21].

Фотообработывающие дальномеры. Первый из них построен на анализе снимка с фотокамеры с использованием метрических и угловых размеров объекта. Но, если объект имеет небольшие размеры или не имеет определенной формы, к примеру, дым, то для анализа создается модель движения объекта по нескольким кадрам и определяется расстояние на основании метрического и углового смещения объекта. В результате мы имеем способ определения расстояния до удаленных объектов с помощью видеокамеры без предварительной калибровки ее местоположения.

Второй способ. Специалистами из Финансового университета при Правительстве Российской Федерации [12] был написан алгоритм, который позволяет находить дальность от одного объекта до другого, анализируя изображение в цветовых каналах и картинах глубины. Первое изображение соответствует цветовому фрейму, т. е. является таким, каким его знает обычный обыватель, а на втором демонстрируются возможности современных камер с получением снимка с картиной глубины.



Рис. 1. Классификация устройств-дальномеров, сообщаящих расстояние до ЛЭП

Третий способ – предложен метод сегментации изображений [19]. При помощи написанного алгоритма происходит обработка изображения с камеры, в результате которой на изображении появляются границы всех объектов.

Ультразвуковые дальномеры. Предлагается интегрировать в бортовую систему навигации комбайна устройство [20], работающее по следующему алгоритму. Принцип работы датчика схож с навигационной эхолокацией летучих мышей, создает обособленные звуковые импульсы ультразвукового диапазона, недоступные человеческому уху. Как только данный звук достигает ближайшей границы объекта напротив, он отражается от нее по принципу возникновения эхо, затем датчик, принимающий отраженный сигнал, вычисляет расстояние до объекта, от которого произошло отражение. Полученная величина выводится на дисплей [1]. Данный метод был нами отброшен, ввиду малых размеров измеряемого провода.

Посредством GPS. Есть возможность получать данные о величине напряжения ЛЭП в местных отделениях электросетей или через глобальную навигационную спутниковую систему (ГНСС), принцип работы которой представлен в [1].

Лазерные дальномеры. Происходит метод, посредством лазерной триангуляции – лазерный луч отражается от поверхности, на которую направлен и фиксируется линзой камеры [11, 18].

В ходе дальнейших исследований мы отказались от этого метода, так как необходима коллимированная среда (с малой расходимостью), лазер необходимо наводить самому, размеры провода малы для замеров.

Заключение. Устройства, описанные в представленном материале, могут устанавливаться на крупногабаритные сельскохозяйственные машины, в частности зерноуборочные комбайны, что обезопасит работы под ЛЭП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андруш, В. Г. Комплекс технических решений, повышающих безопасность работы зерноуборочного комбайна под линиями электропередач. / В. Г. Андруш, Г. И. Белохвостов, В. В. Русских // Актуальные проблемы устойчивого развития сельских территорий и кадрового обеспечения АПК. – Минск, БГАТУ, 2021. – С. 343–346.
2. Андруш, В. Г. Охрана труда / В. Г. Андруш, Л. Т. Ткачева, Т. П. Кот. – Минск: РИВШ, 2021. – 620 с.
3. Безопасность при работе сельскохозяйственной техники под линиями электропередач / В. Г. Андруш [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2022. – Вып. 55. – С. 313–316.
4. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак. – Старый Оскол: ТНТ, 2022. – 356 с.
5. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, М. П. Акулич. – Минск: Вышэйшая школа, 2019. – 317 с.
6. Босак, В. Н. Требования охраны труда в различных отраслях АПК / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль Т. В. Сачивко // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 9–12.
7. Глобальные навигационные спутниковые системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://d33.infospacc.ru/d33_conf/tarusa2018/13.pdf. – Дата доступа: 02.03.2022.
8. Измеритель дальности и размерных параметров объектов на основе цифровой фотокамеры – [Электронный ресурс.] – Режим доступа: <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/5009/1/09%D0%9A%D0%BE%D0%B7%D0%BB%D0%BE%D0%B2.pdf>. – Дата доступа: 20.11.2022.
9. Кудрявцев, А. Н. Анализ травматизма на производстве в Республике Беларусь / А. Н. Кудрявцев, В. Н. Босак // Вестник БГСХА. – 2020. – № 3. – С. 188–193.

10. Матусевич, А. В. Обнаружение линий электропередач / А. В. Матусевич, В. Г. Андруш // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 68–70.

11. Определение параметров наблюдаемой телевизионной камерой плоскости с помощью расчетов, основанных на проецируемой на данную поверхность лазерной линии: свидетельство государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017663732: RU2018612131/ А. Н. Аширов, А. А. Власов, А. И. Щеколдин.

12. Определение расстояния до объекта в зоне движения автомобиля, используя анализ видеоданных – [Электронный ресурс.] – Режим доступа: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1511/1511.07963.pdf>. – Дата доступа: 20.11.2022.

13. Охрана труда / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.

14. Пожарная безопасность в сельском хозяйстве / В. Н. Босак [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 209 с.

15. Русских, В. В. Мероприятия и технические решения, повышающие безопасность работы габаритной сельскохозяйственной техники под линиями электропередач / В. В. Русских, В. Г. Андруш, Г. И. Белохвостов // Перспективы евразийской экономической интеграции. – Минск: Четыре четверти, 2022. – С. 272–275.

16. Русских, В. В. Разработка решения для безопасной работы габаритной сельскохозяйственной техники под линиями электропередач / В. В. Русских, В. Г. Андруш, Г. И. Белохвостов // Современные направления повышения эффективности использования транспортных систем и инженерных сооружений в АПК. – Рязань: РГАУ, 2022. – С. 108–112.

17. Русских, В. В. Решения, повышающие безопасность работы габаритной сельскохозяйственной техники под линиями электропередач. / В. В. Русских, В. Г. Андруш, Г. И. Белохвостов // Забезпечення цивільної безпеки в сучасних умовах. – Мелітополь: ТДАТУ, 2021. – С. 83–87.

18. Сорокин, М. И. Лазерный дальномер и 2d сканирование помещения / М. И. Сорокин // Аллея Науки. – 2017. – Т. 2, № 9. – С. 877–888.

19. Способ определения расстояния до объекта при помощи камеры (варианты) патент № 2014137990/28; RU2602729C2 / И. С. Шишалов, Н. В. Погорский, А. В. Филимонов, О. А. Громозин.

20. Ультразвуковой дальномер. [Электронный ресурс.] – Режим доступа: <http://yandex.ru/patents/doc/RU189788U120190604> – Дата доступа: 20.11.2022.

21. Устройство для обнаружения и сигнализации при приближении к линии электропередач: положительный результат предварительной экспертизы по заявке на выдачу патента на изобретение № а 20210180 / В. Г. Андруш, Г. И. Белохвостов, В. В. Русских, А. А. Пинчук.

Аннотация. Представлены статистические данные по травматизму оператора, выполняющего работы под линиями электропередач (ЛЭП). В результате исследований разработана классификация устройств-дальномеров, сообщающих расстояние до ЛЭП и предложено к использованию инновационное визуализирующе-сигнализирующее оборудование собственной разработки.

Ключевые слова: охрана труда, линии электропередач, классификация, дальномер, визуализация.

БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ В СЛОЖНЫХ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЯХ

В. Л. САМСОНОВ, ст. преподаватель
Г. Г. ЕВТУХ, ассистент
Л. А. ПОПОВА, зав. лабораторией

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Обеспечение охраны труда при осуществлении транспортных работ относится к важнейшим факторам предотвращения травматизма [2, 8].

Одной из причин, которая может влиять на безопасность движения, являются дорожные условия. Состояние полотна дороги оказывает огромное влияние на безопасность движения. Дорога с обилием выбоин и ям может привести к аварийным ситуациям.

Климатические и метеорологические воздействия на дорогу, разрушающее действие транспортных средств, временной фактор – все это ухудшает свойства автомобильной дороги как инженерного сооружения, снижая тем самым эффективность и безопасность дорожного движения увеличению ДТП. Серьезной и важной задачей повышения безопасности движения является устранение скользкости покрытия. Шероховатость покрытия в процессе эксплуатации снижается в результате истирания каменных материалов под действием шин транспортных средств. Растет тормозной путь, увеличивается

Основная часть. Неровность покрытия является причиной дорожно-транспортных происшествий, связанных с неблагоприятными дорожными условиями. Характер возникновения дорожно-транспортных происшествий заключается в необходимости неожиданного изменения скоростного режима (экстренное торможение), маневра в плане или одновременного совершения этих двух действий. Наличие неровностей на дорогах повышает утомляемость водителей, отвлекает их внимание от восприятия других объектов на дороге, снижает пропускную способность дороги и в конечном итоге снижает производительность подвижного состава [4, 5].

При текущем ремонте асфальтобетонных покрытий устраняют отдельные повреждения: трещины, выбоины, просадки, волны и наплывы на покрытиях, восстанавливают шероховатость поверхности на не-

больших участках покрытия, а также устраняют отдельные поврежденные бордюрного камня.

Средний ремонт дорожных покрытий выполняют с целью восстановления его прочностных свойств путем усиления покрытия слоем износа. Значимость мероприятий по улучшению транспортно-эксплуатационного состояния дорожной сети с позиции их влияния на безопасность дорожного движения можно оценить, если воспользоваться показателями снижения аварийности до и после реализации соответствующих дорожных работ.

Меры по повышению транспортно-эксплуатационного состояния дорожной сети:

- среднее снижение числа дорожно-транспортных происшествий с пострадавшими по отношению к исходному уровню до реализации мер;

- устройство шероховатых поверхностных обработок покрытия проезжей части;

- повышение качества дорожных покрытий;

- устройство искусственного освещения в необходимых местах;

- обеспечение в полном объеме работ по зимнему содержанию дорог, в зимний период года;

- комплексный ремонт проезжей части и обочин.

Наличие колеи, выбоин, ямок и других неровностей на дорожном покрытии может привести к потере водителем контроля над траекторией движения и управляемостью автомобиля.

Большие выбоины на дорожном покрытии увеличивают износ транспортных средств и могут вызвать их поломку. Для предотвращения всех этих неприятностей производится ремонт дорожного полотна. При проведении работ по улучшению состояния дорожного покрытия должны устраняться крупные неровности с тем, чтобы опасность потери контроля над транспортным средством снижалась. Другая цель такой меры – уменьшение износа транспортного средства и повышение комфортабельности поездки.

Безопасность движения по дорогам может быть достигнута только при условии одновременного проведения комплекса мероприятий:

- совершенствования конструкции автомобилей и других транспортных средств;

- содержания транспортных средств в надлежащем техническом состоянии;

- психофизиологическом отборе, качественной подготовке и постоянном повышении квалификации водителей [1, 3, 6, 7];
- строгого соблюдения водителями и пешеходами правил дорожного движения;
- обеспечения планом и продольным профилем дорог возможности движения автомобилей с высокими скоростями;
- поддержания дорожно-эксплуатационной службой транспортных качеств дорог, путем обеспечения необходимой прочности, ровности, коэффициента сцепления покрытий, необходимых расстояний видимости и т. д.;
- надлежащей информации водителей о дорожных условиях и правильном режиме движения путем установки дорожных знаков, издания маршрутных дорожных схем и карт, использования сети местного радиовещания и телевидения.

Статистика дорожно-транспортных происшествий учитывает количество происшествий за определенный период времени. Для сравнения относительной опасности маршрутов или отдельных участков дороги используют коэффициент относительной аварийности число происшествий на 1 млн. авт./км пробега для длинных участков дороги или на 1 млн. прошедших автомобилей для коротких участков дороги (мост, пересечение, кривая малого радиуса и т. п.).

Официальная статистика относит к числу дорожно-транспортных происшествий, вызванных дорожными условиями, сравнительно небольшой процент, полагая, что подавляющее большинство происшествий возникает в результате неправильных действий водителей.

Дорожно-транспортные происшествия чаще всего возникают в местах, где водители сталкиваются с внезапным осложнением дорожных условий, вызывающим необходимость изменения сложившегося ритма движения, чаще всего резкого снижения скорости. В этих местах в связи с неблагоприятными сочетаниями элементов плана и профиля, скользкого дорожного покрытия, ухудшением его ровности, возможностью внезапного появления пешеходов и т. п. допустима только ограниченная скорость.

В то же время, если на предшествующих участках причины для ограничения скорости отсутствуют, то водители с замедленной реакцией, ослабленным вниманием, неопытные или недисциплинированные, следующие с повышенной скоростью, не считаясь с особенностями расположенных впереди участков дороги, неожиданно сталкиваясь

с необходимостью резкого снижения скорости, могут попасть в аварийную ситуацию.

Основным показателем безопасности дороги для движения является отсутствие на дороге мест, на которых происходит резкое изменение скорости движения транспортного потока на коротком участке пути, а также малый перепад скоростей на таких участках [3].

Исследования психофизиологических процессов, возникающих в организме водителей, показали, что проезд трудных участков дороги всегда сопровождается резким повышением их эмоциональной напряженности. Устранение опасных и неудобных для движения участков дороги обеспечивает одновременно и существенное улучшение условий труда водителей. Хотя на опасных участках в аварии попадают только единичные автомобили, на этих участках весь транспортный поток снижает скорость движения, что уменьшает эффективность использования автомобильного транспорта. Поэтому повышение безопасности движения транспорта обеспечивает одновременно снижение стоимости автомобильных перевозок, улучшение условий труда водителей и повышение комфортабельности пассажирских сообщений.

Наиболее опасными на дорогах являются:

- участки резкого уменьшения на коротком протяжении дороги допускаемых скоростей движения, обеспечиваемы элементами плана и продольного профиля, преимущественно в связи с недостаточной видимостью и малыми радиусами кривых или отсутствием виражей;

- участки резкого несоответствия одного из элементов дороги скоростям движения, обеспечиваемым другими ее элементами (скользкое покрытие на кривой большого радиуса, узкий малый мост на длинном горизонтальном, прямом участке, кривая малого радиуса среди затяжного спуска и др.);

- участки, где план и продольный профиль дороги создают возможность значительного возрастания скоростей, которые могут превысить безопасные при данной ровности и шероховатости покрытия (затяжные спуски на прямых участках);

- участки, где у водителей может возникнуть неправильное представление о дальнейшем направлении дороги;

- места слияния или пересечения потоков движения на перекрестках, съездах и примыканиях, переходно-скоростных полосах;

- места, где имеется возможность неожиданного появления на дороге пешеходов и выезда транспортных средств с придорожной полосы;

– участки, где однообразность придорожного ландшафта, плана и профиля дороги способствует потере водителями легковых автомобилей контроля за скоростью или же где такое однообразие приводит к утомлению и сонливости водителей грузовых автомобилей.

Заключение. Для выявления участков дороги, характеризующихся неудачными сочетаниями элементов, создающими опасность возникновения дорожно-транспортных происшествий, а также для оценки относительной опасности маршрута следует применять методы коэффициентов аварийности и коэффициента безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берлова, И. С. Психологические особенности участников дорожного движения как фактор безопасности / И. С. Берлова // Ученые записки. – 2010. – Т. 1, № 2 (60). – С. 32–36.

2. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак. – Старый Оскол: ТНТ, 2022. – 356 с.

3. Босак, В. Н. Значение человеческого фактора в обеспечении безопасности труда / В. Н. Босак, И. Е. Жабровский // Актуальные проблемы формирования кадрового потенциала для инновационного развития АПК. – Минск: БГАТУ, 2017. – С. 294–298.

4. Влияние дорожных условий на безопасность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://present5.com/vliyanie-dorozhnyx-uslovij-na-bezopasnost-dvizheniya-odnoj>. – Дата доступа: 22.11.2022.

5. Влияние погодных условий на безопасность дорожного движения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://xn--d1amagipho.xn--p1ai/?p=22869>. – Дата доступа: 22.11.2022.

6. Гуревич, П. С. Психологический словарь / П. С. Гуревич. – Москва: ОЛМАПРЕСС Образование, 2007. – 800 с.

7. Комплекс универсальный психодиагностический УПДК-МК [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.neurocom.ru/ru2/-psych/updk_mk.html. – Дата доступа: 23.11.2022.

8. Охрана труда / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.

Аннотация. Рассмотрены климатические и метеорологические воздействия на дорогу. Раскрываются меры по повышению транспортно-эксплуатационного состояния дорожной сети. Дана подробная характеристика безопасности движения по дорогам. Рассмотрены исследования психофизиологических процессов, возникающих в организме водителей.

Ключевые слова: безопасность, дорожные условия, стиль вождения, погодные условия, дорожно-транспортные происшествия.

СОРТ ЯК ФАКТАР ЗАХАВАННЯ ХАРЧОВАЙ БЯСПЕКІ

Т. У. САЧЫЎКА, канд. с.-г. навук, дацэнт
В. М. БОСАК, д-р с.-г. навук, прафесар

УА «Беларуская дзяржаўная сельскагаспадарчая акадэмія»,
Горкі, Рэспубліка Беларусь

Уводзіны. У сучасных сусветных абставінах развіцця грамадства і непасрэдна аграпрамысловага комплексу ў забяспячэнні харчовай бяспекі значна вырасла роля сартоў айчынай селекцыі [1, 2, 10].

Сярод разнастайных аграгэнічных прыёмаў на долю сорта прыходзіцца да 25 % прыбаўкі ўраджаю, а ў складаных умовах надвор'я (суровыя зімы, засухі, эпифітоты хвароб і г. д.) сорту належыць вырашальнае значэнне [12, 16, 17, 19–22].

Сорт і сортазмена з'яўляюцца не толькі сродкам павелічэння ўраджайнасці, але і становяцца фактарамі, без якіх немагчыма рэалізаваць сучасныя інавацыйныя тэхналогіі ў сельскагаспадарчай вытворчасці.

Асноўнай крыніцай дадзеных пра сарты сельскагаспадарчых раслін, якіх прайшлі дзяржаўнае выпрабаванне сартоў і дапушчаны для вытворчасці, рэалізацыі і выкарыстання іх насення на тэрыторыі Рэспублікі Беларусь, з'яўляецца Дзяржаўны рээстр сартоў [4].

Дзяржаўны рээстр сартоў вядзецца дзяржаўнай установай “Дзяржаўная інспекцыя па выпрабаванню і ахове сартоў раслін” згодна з Палажэннем аб парадку правядзення дзяржаўнага выпрабавання сартоў, парадку ўключэння сартоў у дзяржаўны рээстр сартоў, выключэннем іх з дадзенага рээстру і парадку яго вядзення, якое зацверджана пастановай Савета Міністраў Рэспублікі Беларусь ад 05.09.2006 № 1135 [4, 6, 7].

Для сартоў, якія ўключаны ў дзяржаўны рээстр, прыведзены наступныя дадзеныя: рэгістрацыйны нумар заявы, назва сорту, год уключэння ў дзяржаўны рээстр, код і поўная назва заявіцеля, назва вобласці Рэспублікі Беларусь, на тэрыторыі якой сорт сельскагаспадарчай культуры дапушчаны для вытворчасці, рэалізацыі і выкарыстання яго насення; для асобных відаў прыводзіцца гаспадарча карыстныя і біялагічныя ўласцівасці сартоў.

Дзяржаўны рээстр сартоў складаецца з двух асноўных раздзелаў:

– сарты сельскагаспадарчых раслін, якія дапушчаны для вытворчасці, рэалізацыі і выкарыстання іх насення на тэрыторыі Рэспублікі Беларусь;

– сарты сельскагаспадарчых раслін, якія вызначаны для вытворчасці, рэалізацыі і выкарыстання фізічнымі асобамі, у тым ліку індывідуальнымі прадпрымальнікамі, а таксама юрыдычнымі асобамі, якія не ажыццяўляюць віды эканамічнай дзейнасці, якія адносяцца да груп 011–013 раздзелу 01 “Раслінаводства, жывёлагадоўля, паляванне і наданне паслуг у гэтых галінах”, і выкарыстання вышэйназванымі асобамі” (ПВ – прысядзібнае вырошчванне).

У дзяржаўным рэестры сартоў на 2021 г. знаходзіцца 6383 сарты. За 2018–2020 гг. у дзяржаўны рэестр па выніках дзяржаўнага выпрабавання ўключана 484 новыя сарты сельскагаспадарчых раслін, у тым ліку 77 сартоў беларускай селекцыі.

Сарты беларускай селекцыі з’яўляюцца пераважнымі сярод збожжавых культур (азімае жыта, азімая і яравая пшаніца, азімае і яравое трыцкале, ячмень, авёс), збожжаваструкавых культур (гарох, пялюшка, лубін, віка), асобных відаў тэхнічных (азімы і яравы рапс, лён-даўгунец, бульба), аднагадовых і шматгадовых траў, агароднінных і пладова-ягадных культур. Разам з тым, у сувязі з глебава-кліматэчнымі асаблівасцямі, сарты замежнай селекцыі пераважаюць пры вырошчванні цукровых буракоў, кукурузы, асобных відаў агароднінных, пладова-ягадных і дэкаратыўных культур.

Асноўнымі селекцыйнымі цэнтрамі на Беларусі з’яўляюцца НПЦ НАН Беларусі па земляробству, НПЦ НАН Беларусі па бульбаводству і пладаагародніцтву, Цэнтральны батанічны сад НАН Беларусі, Гродзенскі дзяржаўны аграрны ўніверсітэт, занальныя інстытуты і доследныя станцыі.

УА “Беларуская дзяржаўная сельскагаспадарчая акадэмія” займае ганаровае месца сярод асноўных селекцыйных устаноў нашай краіны. У БДСГА вядуцца паспяховыя селекцыйныя даследванні па стварэнню айчынных сартоў шэрагу збожжавых, збожжаваструкавых, кармавых і агароднінных культур.

Перспектыўным накірункам селекцыйнай дзейнасці з’яўляецца стварэнне айчынных сартоў малараспаўсюджаных агароднінных, зеляніўных і вострасмакавых культур. За апошнія гады створаны з уключэннем іх у дзяржаўных рэестр сартоў аўтарскія сарты фасолі агародніннай (*Phaseolus vulgaris* L.) Дубровенская і Чыжовенка, гароха агародніннага (*Pisum sativum* L. *convar. medullare* Flef. *emend.*

С.О. Lehm) Вершнік, цыбулі шмаг'яруснай (*Allium proliferum* Schrad.) Узгорак, цыбулі духмянай (*Allium odorum* L.) Водар, барага (*Borago officinalis* L.) Блакіт, герані буйнакарэнішчавай (*Geranium macrorrhizum* L.) Танюша, ісопа лекавага (*Hyssopus officinalis* L.) Завея, гарчыцы чорнай (*Brassica nigra* Koch.) Дарунак, пажытніка блакітнага (*Trigonella caerulea* (L.) Ser.) Росквіт, руты духмянай (*Ruta graveolens* L.) Смаляніца, мацярдушкі звычайнай (*Origanum vulgare* L.) Завіруха і Аксаміт [3–5, 8, 9, 11–15, 18].

Заклучэнне. Стварэнне і ўкараненне ў аграпрамысловую вытворчасць айчынных сартоў сельскагаспадарчых раслін, у тым ліку малараспаўсюджаных агароднінных, зеляніўных і вострасмакавых культур, дазволіць забяспечыць айчынным насеннем сельскагаспадарчых вытворцаў, знізіць імпорт насення гэтых раслін, што у выніку будзе садзейнічаць лепшаму забяспячэнню харчовай бяспекі Рэспублікі Беларусь.

ЛІТАРАТУРА

1. Босак, В. Н. Динамика экономического развития сельского хозяйства Республики Беларусь / В. Н. Босак // Актуальные проблемы и инновации в экономике, управлении, образовании, информационных технологиях. – 2009. – Вып. 5, том 1. – С. 100–101.
2. Босак, В. Н. Обеспечение импортозамещения в АПК Республики Беларусь / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Стратегические направления развития АПК стран СНГ. – Новосибирск: СФНЦА, 2017. – Т. 2. – С. 305–307.
3. Генетические ресурсы растений. Пряно-ароматические и эфирно-масличные культуры: рекомендации / Т. В. Сачивко [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 22 с.
4. Государственный реестр сортов Республики Беларусь / Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений. – Минск, 2021. – 282 с.
5. Приемы возделывания бобовых овощных культур / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 183 с.
6. Роль ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов» в сельскохозяйственном производстве / В. Н. Босак [и др.] // Актуальные проблемы инновационного и кадрового обеспечения АПК. – Минск: БГАТУ, 2019. – С. 234–237.
7. Роль ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов» в инновационной деятельности сельскохозяйственного производства Республики Беларусь / В. А. Бейня [и др.] // Актуальные проблемы формирования кадрового потенциала для инновационного развития АПК. – Минск: БГАТУ, 2016. – С. 217–220.
8. Сачивко, Т. В. Новый сорт горчицы черной: характеристика и особенности селекции / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Основные, малораспространенные и нетрадиционные виды растений – от изучения к внедрению (сельскохозяйственные и биологические науки). – Обухов, 2019. – Т. 1. – С. 350–352.
9. Сачивко, Т. В. Особенности селекции и характеристика *Geranium macrorrhizum* L. и *Ruta graveolens* L. / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Основные, малораспространенные и нетрадиционные виды растений – от изучения к внедрению (сельскохозяйственные и биологические науки). – Обухов, 2018. – Т. 1. – С. 195–197.

10. Сачивко, Т. В. Оценка исходного материала базилика (*Ocimum L.*) и его использование в селекции: дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Т. В. Сачивко. – Горки, 2014. – 143 с.

11. Сачивко, Т. В. Оценка хозяйственно полезных признаков *Borago officinalis L.* / Т. В. Сачивко // Овощеводство. – 2022. – Т. 30. – С. 139–146.

12. Сачивко, Т. В. Роль сорта в обеспечении продовольственной безопасности / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Продовольственная безопасность, импортозамещение и социально-экономические проблемы развития АПК. – Новосибирск, 2016. – С. 536–537.

13. Сачивко, Т. В. Характеристика и особенности агротехники нового сорта гороха овощного / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Овочівництво і баштанництво: історичні аспекти, сучасний стан, проблеми і перспективи розвитку. – Обухів: Друкарня ФОП Гуляєва В. М., 2020. – Т. 1. – С. 126–128.

14. Сачивко, Т. В. Характеристика и особенности селекции многолетних луков / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Развитие АПК на основе рационального природопользования: экологический, социальный и экономический аспекты. – Полтава: ПГАА, 2016. – С. 59–62.

15. Сачыўка, Т. У. Новыя сарты вострасмакавых культур у дэкаратыўным садоўніцтве / Т. У. Сачыўка, В. М. Босак // Лесное хозяйство. – Минск: БГТУ, 2023. – С. 171–173.

16. Сорт как фактор интенсификации сельскохозяйственного производства / В. А. Бейня [и др.] // Актуальные проблемы формирования кадрового потенциала для инновационного развития АПК. – Минск: БГАТУ, 2015. – С. 267–272.

17. Сортовое обеспечение сельскохозяйственного производства в Республике Беларусь / В. Н. Босак [и др.] // Актуальные проблемы формирования кадрового потенциала для инновационного развития АПК. – Минск: БГАТУ, 2018. – С. 258–262.

18. Характеристика и особенности агротехники новых сортов пряно-ароматических культур / Т. В. Сачивко [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – 19 с.

19. Хирса, Р. А. Влияние глобализации на производство продуктов питания / Р. А. Хирса, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 108–110.

20. Шапалов, Ш. К. Оценка устойчивости сортов пшеницы к листовой бурой ржавчине / Ш. К. Шапалов, В. Н. Босак // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 443–445.

21. Эффективность видов устойчивости сортов яровой мягкой пшеницы к листовой ржавчине / Ш. К. Шапалов [и др.] // Актуальные научные исследования в современном мире. – Переяслав-Хмельницкий, 2015. – С. 38–45.

22. Vitko, G. I. Seed production and food security in the Republic of Belarus / G. I. Vitko, S. A. Noskova // Вестник БГСХА. – 2022. – № 1. – С. 65–69.

Аннотация. Проанализирована роль сорта в обеспечении продовольственной безопасности; приведены авторские сорта малораспространенных овощных, зеленных и пряно-ароматических культур селекции УО БГСХА.

Ключевые слова: продовольственная безопасность, сорт, овощные, зеленные и пряно-ароматические культуры.

ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ^{90}Sr В ПРОДУКЦИИ ОСНОВНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР, ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ НА ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПЛОТНОСТИ ИХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

И. И. СЕРГЕЕВА¹, канд. с.-х. наук, доцент
И. П. КОЗЛОВСКАЯ², д-р с.-х. наук, профессор

¹УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

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

Введение. Республика Беларусь, преодолевая последствия чернобыльской катастрофы, поступательно реализует все необходимые мероприятия по социальной защите населения, обеспечению радиационной безопасности и социально-экономическому развитию пострадавших регионов. Среди важнейших задач – производство качественных, нормативно чистых по содержанию радионуклидов продуктов питания на тех территориях радиоактивного загрязнения, где разрешено проживание и ведение хозяйственной деятельности [1, 4].

Накопление радионуклидов растениями зависит от плотности загрязнения почв, типа, гранулометрического состава, агрохимических свойств почв, биологических особенностей культур. На торфяных почвах накопление радионуклидов растениями варьирует в достаточно широком диапазоне, при этом максимальные значения коэффициентов перехода значительно выше, чем на минеральных почвах. По этой причине многие площади торфяных почв продолжают оставаться критическими относительно накопления радиоактивных веществ сельскохозяйственными культурами [3, 5].

Прогноз загрязнения радионуклидами продукции растениеводства позволяет заблаговременно планировать набор культур для возделывания на загрязненных радионуклидами землях, размещение их по полям севооборотов и отдельным участкам с учетом различного использования получаемой продукции [2].

Основная часть. Согласно Закону Республики Беларусь «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС», сельскохозяйственное производство разрешено при плотности загрязнения почв ^{137}Cs до 1480 кБк/м² (до 40 Ку/км²) и ^{90}Sr до – 111 кБк/м² (до 3,0 Ку/км²).

Расчет уровня загрязнения продукции растениеводства производится по формуле:

$$УА = 37 \cdot П \cdot Кп,$$

где УА – удельная активность сельскохозяйственной продукции, Бк/кг;

П – плотность загрязнения почвы ^{90}Sr , Ки/км²;

Кп – коэффициент перехода радионуклида из почвы в сельскохозяйственные культуры, (Бк/кг : кБк/м²);

37 – коэффициент пересчета в Бк [2].

Согласно «Республиканским допустимым уровням содержания цезия-137 и стронция-90 в различных видах кормов для получения различных видов конечной продукции» допустимое содержание ^{90}Sr в зеленой массе для получения молока цельного не должно превышать 37 Бк/кг, а для получения молока-сырья для переработки на масло – 185 Бк/кг, допустимое содержание ^{90}Sr в зерне на пищевые цели зерновых культур не должно превышать 11 Бк/кг, а в зерне на фураж, комбикорм – 100 Бк/кг (для получения молока цельного) и 500 Бк/кг (для молока сырья для переработки на масло).

В наших исследованиях прогнозировалось содержание ^{90}Sr в зерне зерновых культур, возделываемых на торфяных почвах с плотностью загрязнения 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 и 3 Ки/км². Установлено, что получить зерно на пищевые цели (с удельной активностью не более 11 Бк/кг) возможно при выращивании пшеницы яровой, тритикале ярового на торфяных почвах с плотностью загрязнения ^{90}Sr 0,5 и 1 Ки/км², а тритикале озимого – до 2 Ки/км², но с учетом кислотности почвы. Нормативно чистое зерно ярового ячменя возможно получить, возделывая его при плотности загрязнения почвы до 1 Ки/км² при кислотности почвы 5,01–6,0. Содержание ^{90}Sr в зерне овса будет превышать 11 Бк/кг, не зависимо от плотности загрязнения торфяной почвы и ее кислотности. Использование зерна на фураж, комбикорм (с целью получения молока цельного) допустимо для всех исследуемых культур, при возделывании на торфяной почве с плотностью загрязнения ^{90}Sr до 3 Ки/км², за исключением овса, содержание ^{90}Sr в зерне которого, уже при плотности загрязнения 1,5 Ки/км² и кислотности 5,01–5,50, превышает РДУ-99 и составляет 158,4 Бк/кг. Однако, для получения зерна на фураж, комбикорм (с целью получения молока сырья для переработки на масло) допускается возделывать все исследуемые культуры, независимо от плотности загрязнения торфяной почвы ^{90}Sr , так как прогнозируемое содержание данного радионуклида не превышает 500 Бк/кг. По результатам прогнозной оценки установлено, что возделывание зеленой массы кукурузы и пайзы (для получения молока цельного) возможно при плотности загрязнения торфяных почв ^{90}Sr 0,5

и 1 Ку/км^2 , а так же $1,5 \text{ Ку/км}^2$ с кислотностью почвы 5,51–6,0. Зеленую массу овса и сеянных многолетних злаковых травостоев допустимо возделывать на торфяной почве с плотностью загрязнения ^{90}Sr от 0,5 до 3 Ку/км^2 .

Заключение. По результатам проведенной прогнозной оценке содержания стронция-90 в зерне и зеленой массе установлено, что получить зерно на пищевые цели (с удельной активностью не более 11 Бк/кг) возможно при выращивании пшеницы яровой, тритикале яровой и ячменя ярового на торфяных почвах с плотностью загрязнения ^{90}Sr до 1 Ку/км^2 , тритикале озимого – до 2 Ку/км^2 , но с учетом кислотности почвы. Использование зерна на фураж и комбикорм с целью получения молока цельного допустимо для всех исследуемых культур при возделывании на торфяной почве с плотностью загрязнения ^{90}Sr до 3 Ку/км^2 за исключением овса. Зеленую массу овса и сеянных многолетних злаковых травостоев допустимо возделывать на торфяной почве с плотностью загрязнения ^{90}Sr до 3 Ку/км^2 .

ЛИТЕРАТУРА

1. 35 лет после чернобыльской катастрофы: итоги и перспективы преодоления ее последствий / Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС МЧС Республики Беларусь. – Минск: ИВЦ Минфина, 2020. – 152 с.
2. Рекомендации по ведению сельскохозяйственного производства на территории радиоактивного загрязнения Республики Беларусь на 2021–2025 годы / Н. Н. Цыбулько [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – 142 с.
3. Рекомендации по применению новых форм минеральных удобрений на загрязненных радионуклидами торфяных почвах при возделывании сельскохозяйственных культур / Т. В. Ласько [и др.]. – Минск, 2019. – 24 с.
4. Сачивко, Т. В. Усовершенствование мероприятий по обеспечению радиационной безопасности в АПК Республики Беларусь / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 47–50.
5. Семененко, Н. Н. Торфяно-болотные почвы Полесья: трансформация и пути эффективного использования / Н. Н. Семененко. – Минск: Беларуская навука, 2015. – 282 с.

Аннотация: Представлены результаты прогнозной оценки содержания стронция-90 в зерне и зеленой массе растений, возделываемых на торфяной почве с разной плотностью загрязнения.

Ключевые слова: стронций-90, прогнозные содержание радионуклидов, торфяные почвы, плотность загрязнения, зерно, зеленая масса.

ПРАВОВАЯ ЗАЩИТА ПОТЕРПЕВШЕЙ СТОРОНЫ ПРИ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЯХ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

М. В. СМОЛЬНИКОВ¹, канд. техн. наук
С. А. ПЛОТНИКОВ¹, д-р техн. наук, профессор
Д. Г. СЕРГЕЕВ¹, канд. техн. наук, доцент
В. Л. ШТИН², председатель

¹Вятский государственный университет,

²Кировская региональная организация «Всероссийское общество автомобилистов»,
Киров, Российская Федерация

Введение. Дорожно-транспортные происшествия (ДТП) наносят значительный ущерб для национальной экономики [1–3].

В Российской Федерации в течение последних 9 лет продолжается снижение основных показателей дорожно-транспортной аварийности [3]. В 2021 г. на улицах и дорогах страны зарегистрировано 133331 (–3,1 %) ДТП, в котором погибли и (или) были ранены люди. В данных ДТП погибли 14874 (–5,8 %) человека и получили ранения 167856 (–4,2 %). Несмотря на позитивные изменения, уровень дорожно-транспортной аварийности в стране остается достаточно высоким – каждое одиннадцатое (9,5 %) ДТП приводит к смертельному исходу (12 653). В нескольких субъектах Российской Федерации одновременно увеличилось количество ДТП, число погибших и раненых, в частности в Республике Башкортостан и Костромской области. Острой проблемой остается совершение ДТП, лицами в состоянии опьянения и при отсутствии права управления ТС, скрывшиеся с места ДТП.

Основная часть. Анализ структуры, причин и условий дорожно-транспортной аварийности на основе абсолютных и относительных показателей является основой для формирования и проведения единой государственной политики в области обеспечения безопасности дорожного движения, определения приоритетных направлений деятельности в этой области, а также разработки мер, направленных на предупреждение дорожно-транспортного травматизма и сокращение потерь от аварийности на автомобильном транспорте.

В Вятском государственном университете (ВятГУ) в сотрудничестве с Всероссийским обществом автомобилистов (ВОА) длительное время проводятся исследования и анализ совершения ДТП [1, 5, 6].

В 2021 г. с участием водителей в состоянии опьянения или с его признаками произошло каждое восьмое (11,8 %, или 15719) ДТП (в 2020 г. – 13,5 %). В данных происшествиях погибли 3866 и ранены 20796 человек [3].

Среди нарушений ПДД, которые не являлись непосредственной причиной совершения ДТП, но устанавливались по их факту, значительную долю составляют следующие: несоблюдение требований ОСАГО (34,5 % ДТП), управление ТС при отсутствии права управления (32,9 %), нарушение правил применения ремней безопасности.

Необходимо отметить происшествия с участием водителей, имеющих признаки опьянения, у которых отсутствовало право управления ТС. Совершено 5174 таких ДТП, что составляет почти треть (32,9 %) от общего количества ДТП с участием водителей с признаками опьянения. Более трети (38,1 %) совершивших ДТП водителей, не имевших права управления ТС, составляют лица с признаками опьянения.

Особого внимания заслуживают происшествия с участием водителей, имеющих признаки опьянения, лишенных права управления ТС. Произошло 1087 таких ДТП, что составляет 6,9 % от общего количества происшествий с участием водителей с признаками опьянения. В этих происшествиях погибли 267 человек. Среди всех ДТП с участием водителей, лишенных права управления, факты управления ТС водителем с признаками опьянения составили почти половину (49,8 %).

В течение года наибольшие значения показателей аварийности с участием водителей, имеющих признаки опьянения, фиксируются в летний период. Пиковые значения количества ДТП (1936), числа погибших (525) и раненых (2534) приходятся на август.

Большинство (81 %) участвовавших в ДТП водителей с признаками опьянения имели среднее или среднее специальное образование. В долевым выражении водители с признаками опьянения преобладают среди лиц с неполным средним образованием.

Почти в трех четвертях (74 %) ДТП с участием водителей с признаками опьянения они ранее привлекались к административной ответственности за нарушение ПДД. Среди всех ДТП с участием водителей, ранее лишенных права управления ТС, 40,9 % имели признаки опьянения, а среди ранее привлекавшийся к уголовной ответственности факты управления ТС с признаками опьянения устанавливались в 43,8 %.

Почти половина (46,8 %) водителей с признаками опьянения, участвовавших в ДТП, официально не работали. Более пятой части (21 %) составляют работники непродуцированной сферы (торговли,

услуг). В долевым выражении среди водителей конкретной социальной группы преобладают работники производственной сферы (сельское хозяйство, строительство и т. п.), участвовавшие в ДТП с признаками опьянения.

По вине водителей, не имеющих права управления ТС, совершено 9183 ДТП, что составляет 7,9 % от всех ДТП по вине водителей. Доля погибших, приходящаяся на такие ДТП, в полтора раза выше (11,7 %, или 1444). Всего с участием водителей, не имеющих права управления ТС, в 2021 г. произошло 11467 ДТП.

Водителями, лишенными права управления, совершено 1840 ДТП, или 1,6 % от всех происшествий по вине водителей. Доля погибших, приходящаяся на такие ДТП, в два раза выше и составляет 3 % (366). Всего с участием водителей, лишенных права управления ТС, произошло 2184 ДТП. Наибольший показатель тяжести последствий зафиксирован в ДТП по вине водителей, лишенных (12,7) и не имеющих права управления ТС (11). Среди ДТП, совершенных лицами, имеющими право управления ТС, наибольшую тяжесть последствий имеют ДТП, произошедшие по вине водителей со стажем управления 15 лет и более.

Согласно анализу данных, имеем следующие отягчающие обстоятельства ДТП:

- с участием водителей в состоянии опьянения или с его признаками произошло каждое восьмое (11,8 %) ДТП;
- несоблюдение водителями требований иметь полис ОСАГО и это в каждом 3 ДТП (34,5 %);
- управление ТС при отсутствии права управления (32,9 % ДТП);
- 74 % ДТП с участием водителей с признаками опьянения, которые ранее привлекались к административной ответственности за нарушение ПДД;
- почти половина (46,8 %) водителей с признаками опьянения, участвовавших в ДТП, официально не работали.

При сложении всех обстоятельств, потерпевший в данных ДТП имеет крайне низкую возможность возмещения нанесенного ему морального и материального ущерба. Предусмотренные законодательством РФ в данном направлении механизмы урегулирования убытков зачастую не приносящие реальной эффективности. Пример: у виновной стороны нет водительского удостоверения соответственно лишить его нечего; далее нет полиса ОСАГО – значит возмещение урегулиру-

ется по суду, однако половина виновников ДТП не имеют официальной работы.

Заключение. В Российской Федерации ежедневно строятся новые современные дороги с улучшенной дорожной инфраструктурой, а также обновляются уже имеющиеся дорожные системы [7]. Принимаются ужесточения в наказании за совершения нарушения ПДД. Тем самым снижается напряженность транспортно-уличной сети, соответственно травматизм и смертность на дорогах.

Однако назревает острая необходимость пересмотреть на законодательном уровне отдельные позиции:

- ужесточение наказания для водителей ТС за отсутствие полиса ОСАГО;
- введение обязательных работ для виновных в ДТП, которые не имеют возможность выплачивать ущерб;
- при умышленном оставлении места ДТП приравнять виновника к лицам, находящимся в состоянии алкогольного опьянения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ правил дорожного движения Российской Федерации / С. А. Плотников [и др.] // Будущее технической науки. – Нижний Новгород, 2022. – С. 24–27.
2. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак. – Старый Оскол: ТНТ, 2022. – 356 с.
3. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации за 2021 год. – Москва: ФКУ «НЦ БДД МВД России», 2022. – 126 с.
4. О правилах дорожного движения: постановление Правительства Российской Федерации от 23.10.1993 № 1090 (ред. от 26.03.2020).
5. Смольников, М. В. Анализ БДД на транспорте Российской Федерации на примере автошкол / М. В. Смольников, С. А. Плотников, Д. Г. Сергеев // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 230–233.
6. Смольников, М. В. Обеспечение безопасности дорожного движения на транспорте в Российской Федерации / М. В. Смольников, Д. Г. Сергеев // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 251–255.
7. Стратегия безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018–2024 годы: распоряжение Правительства Российской Федерации от 08.01.2018 № 1-р.

Аннотация. Проведен анализ дорожно-транспортных происшествий в Российской Федерации; предложены мероприятия по их снижению.

Ключевые слова: дорожно-транспортное происшествие, безопасность дорожного движения, правила дорожного движения.

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ СУОТ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

Л. Т. ТКАЧЕВА, канд. техн. наук, доцент
О. Н. ГРИШЕНКОВА, магистрант

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

Введение. Сложность и многоплановость вопросов обеспечения охраны труда в сельскохозяйственных организациях обуславливает необходимость создания такой системы управления охраной труда, которая в полной мере позволяла бы эффективно решать назревшие проблемы безопасности работающих, и стала бы действительно надежным рычагом профилактики травматизма и профессиональных заболеваний работников сельскохозяйственной отрасли [1, 3, 5, 8].

Основная часть. Сельское хозяйство, являясь ведущей сферой экономики нашей страны, обеспечивающей ее продовольственную и экономическую безопасность, остается одним из наиболее сложных и травмоопасных видов экономической деятельности. В определенной степени это объясняется особенностями присущими данной отрасли: сезонностью работ, определяемых технологией возделывания культур, что требует другого ритма работы, мобилизации технических и людских ресурсов; разнообразием выполняемых работ и применением различной самоходной и особенно прицепной техники, что требует универсальных знаний; совмещением одним работником нескольких профессий (из-за нехватки рабочей силы); применением ручного труда из-за недостаточности средств малой механизации и автоматизации трудоемких операций; многие виды работ выполняются вне помещений и, следовательно, приходится работать в различных климатических условиях, зависящих от погодных условий; наличием больших производственных площадей и рассредоточением рабочей силы по различным участкам производства. Кроме того, специфическими для сельскохозяйственного производства, являются вопросы, связанные с опасностями биологического характера, поведением животных, социальными, экономическими и климатическими особенностями [4, 10].

Чтобы коренным образом изменить ситуацию, необходим переход к комплексному и системному управлению охраной труда и эффективной организации работы по охране труда. Несчастные случаи являются

закономерным итогом отсутствия на предприятии не только системы управления охраной труда, но и элементарного порядка [2, 6].

Комплексный подход включает учет всех факторов, влияющих на состояние безопасности труда: физиологические и психологические свойства человека, его подготовленность (обученность) к труду, социально-психологический климат в коллективе, методы, стиль и уровень руководства, моральное стимулирование, формы организации труда, трудовые приемы, предметы и орудия труда, технологии, средства защиты, окружающая среда, оплата труда, формы материального стимулирования, меры ответственности.

Системный подход дает возможность рассматривать безопасность труда как систему, состоящую из взаимосвязанных элементов, позволяет определить объективные связи этих элементов, выяснить их взаимовлияние и взаимозависимости, установить функциональную роль каждого элемента и системы в целом.

Сегодня необходимость разработки системы управления охраной труда в организации установлена законодательно. С принятием в 2019 г. новой редакции Закона Республики Беларусь «Об охране труда», на нанимателя возложена обязанность по разработке, внедрению и поддержанию функционирования системы управления охраной труда, обеспечивающей идентификацию опасностей, оценку профессиональных рисков, определение мер управления профессиональными рисками и анализ их результативности [7].

В процессе реализации Государственной программы «Рынок труда и содействие занятости» с 2021 по 2025 годы планируется внедрить систему управления охраной труда в 100 % организаций. Неисполнение требования об обязательной системе грозит серьезными штрафами, а при несчастном случае на производстве – и уголовной ответственностью.

В действующем законодательстве нет жесткого указания на внедрение какой-либо конкретной модели системы управления охраной труда (СУОТ). Модели, по которым организации могут разрабатывать свои системы, могут быть разными. На сегодняшний день в республике система управления охраной труда может разрабатываться и внедряться на основе:

1) рекомендаций по разработке системы управления охраной труда в организации, утвержденных приказом Министерства труда и социальной защиты от 30.12.2019 № 108 [9];

2) СТБ ISO 45001-2020 «Системы менеджмента здоровья и безопасности при профессиональной деятельности. Требования и руководство по применению» [11];

3) межгосударственного стандарта ГОСТ 12.0.230 «Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Общие требования» и иных документов [1].

Однако сразу нужно иметь в виду, что только система, разработанная по СТБ ISO 45001-2020, может быть сертифицирована. Процедура сертификации, при которой посредством аудита устанавливается, выполняет ли организация требования стандарта ISO 45001, не является обязательным условием функционирования СУОТ. И для некоторых сельскохозяйственных организаций нет необходимости проводить эту процедуру, тем более что и сама процедура сертификации, и обязательные ежегодные инспекционные аудиты осуществляются органами по сертификации на платной основе. Сертификат соответствия позволяет организации продемонстрировать заказчикам и партнерам свою надежность и состоятельность, поддерживать положительный имидж организации, что особенно важно при заключении договоров с зарубежными партнерами. Принимать решение – нужен сертификат или нет – должен наниматель.

В тоже время многие организации (даже имеющие сертификат соответствия) не ощущают явного эффекта от внедрения СУОТ и относятся к ней скептически. Но так ли виновата в этом сама система?

Анализ существующих систем управления охраной труда показал, что она будет успешной только тогда, когда при ее разработке и функционировании соблюдаются определенные условия:

во-первых, система должна разрабатываться применительно к своей организации, с учетом контекста организации (например, количества работающих, размера организации, географического положения, используемого оборудования, средств индивидуальной, коллективной защиты работников, практического опыта деятельности в сфере охраны труда, культурных особенностей и др.), а не списана под копирку. Не существует одинаковых организаций и СУОТ одной организации не может быть образцом для другой. При этом к разработке СУОТ не обязательно привлекать стороннюю организацию, которая оказывает услуги в данной сфере. Желательно попытаться самостоятельно, силами специалистов своей организации разработать СУОТ, поскольку это принесет больше пользы. Поэтому современному предприятию нужны заинтересованные специалисты (в том числе специалисты по охране

труда), способные грамотно организовать работу и выстроить систему управления охраной труда в организации. Такой специалист должен обладать большим объемом специальных знаний, обладать соответствующим набором профессиональных компетенций, определяющих способность выполнять определенный круг обязанностей по данной трудовой функции;

во-вторых, несмотря на то, что СУОТ – это инструмент в руках руководителей, и только от них зависит, будет ли этот инструмент функционировать, многие работодатели уstraняются от этой работы или проводят ее формально, откладывая вопросы безопасности работников «на потом», забывая простую, но важную истину: деньги нельзя зарабатывать ценой жизни и здоровья. Только грамотный и подготовленный руководитель может и должен тщательно оценить потребности предприятия применительно к имеющимся ресурсам, осуществить соответствующую адаптацию СУОТ, обеспечить ориентацию системы на эффективность мер профилактики и защиты. И если руководитель не готов руководствоваться принципами Концепции «Нулевой травматизм», на которых основаны СТБ ISO 45001-2020 и рекомендации Министерства труда и социальной защиты, а также реально исполнять задекларированные обязательства, разработанная система управления охраной труда не даст желаемого результата;

в-третьих, функционирование любой системы зависит от отношения к ней персонала предприятия и готовности выполнять ее требования от руководителя к работнику. Даже лучшая система, если она не будет воспринята, и не будет выполняться персоналом, не даст результатов. У работников и их представителей должна быть возможность полноценно участвовать в управлении охраной труда на предприятии путем прямого участия и согласования, в том числе при осуществлении процесса идентификации опасностей и оценки профессиональных рисков. Необходимо проводить обучение персонала по вопросам реализации СУОТ, разного рода тренинги и стажировки для обеспечения знакомства с системой и заинтересованности работников. От этого будет зависеть понимание и функционирование данной системы менеджмента. При этом нельзя забывать и о разработке мер по моральному и материальному поощрению работников за деятельность по обеспечению охраны труда.

Заключение. Грамотная и современная система управления охраной труда является мощным инструментом менеджмента, если ее создать правильно, то она будет работать на благо предприятия.

К числу главных преимуществ от ее построения и внедрения относятся: благоприятные и безопасные условия труда, что обеспечит доверие работников, повышение производительности; наведется порядок в процессах, документации, проще и быстрее будет реагирование на риски; во время проверки меньше будет претензий к документации, снизится количество возможных предписаний от контролирующих органов, а постоянное совершенствование обеспечит развитие организации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андруш, В. Г. Охрана труда / В. Г. Андруш, Л. Т. Ткачева, Т. П. Кот. – Минск: РИВШ, 2021. – 620 с.
2. 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. 76–78.
3. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак. – Старый Оскол: ТНТ, 2022. – 356 с.
4. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, М. П. Акулич. – Минск: Вышэйшая школа, 2019. – 317 с.
5. Ключкова, Н. В. Управление охраной труда в АПК Республики Беларусь / Н. В. Ключкова, В. Н. Босак // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции. – Минск: БГАТУ, 2021. – С. 195–197.
6. Кудрявцев, А. Н. Анализ травматизма на производстве в Республике Беларусь / А. Н. Кудрявцев, В. Н. Босак // Вестник БГСХА. – 2020. – № 3. – С. 188–193.
7. Об охране труда: Закон Республики Беларусь от 23.06.2008 № 356-З (в ред. от 18.12.2019. № 274-З).
8. Охрана труда / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
9. Рекомендации по разработке системы управления охраной труда в организации: приказ Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 30.12.2019 № 108.
10. Сачыўка, А. В. Патрабаванні аховы працы да пасляўборачнай апрацоўкі прадукцыі раслінаводства / А. В. Сачыўка, В. М. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 93–95.
11. Системы менеджмента здоровья и безопасности при профессиональной деятельности. Требования и руководство по применению: СТБ ISO 45001-2020. – Минск: Госстандарт, 2020. – 44 с.

Аннотация. Рассмотрены факторы, влияющие на создание эффективных систем управления охраной труда, проблемы при их разработке в сельскохозяйственных организациях и предложены пути решения.

Ключевые слова: системный подход, управление охраной труда, системы менеджмента, эффективность управления, меры управления профессиональными рисками.

Секция 2. МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

УДК 631.82

К ВОПРОСУ ЗНАЧИМОСТИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Г. О. ИВАНЧИКОВ, аспирант
В. С. АСТАХОВ, д-р техн. наук
В. Г. КОВАЛЕВ, канд. техн. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Удобрения – вещества, применяемые для улучшения питания растений, свойств почвы, повышения урожая. Эффект удобрений достигается отдачей недостающих питательных компонентов растениям, которые необходимы для их роста и развития. Во всех сельскохозяйственных предприятиях используются органические и минеральные удобрения [1–8, 11–15, 20].

Основная часть. Минеральные удобрения – соединения, содержащие элементы питания растений и способствующие увеличению урожайности растений и качества продукции [21].

Если сравнивать их с органическими, то каждое из удобрений имеет свои преимущества и недостатки (таблица).

Достоинства и недостатки минеральных и органических удобрений

Минеральные удобрения		Органические удобрения	
Достоинства	Недостатки	Достоинства	Недостатки
– высокая концентрация элементов питания; – небольшая потребность (300–400 кг/га); – возможность планирования и управления урожайностью и качеством продукции	– реальная опасность передозировки при внесении; – высокая стоимость	– увеличение гумуса в почве; – улучшение физико-химических свойств почвы; – активизация почвенных микроорганизмов; – наличие большого набора микроэлементов и их уравновешенное соотношение	– высокая потребность (10–15 т/га в год); – опасность применения перепревшего навоза; – необходимость перекопки после внесения; – невозможность применения для выращивания отдельных культур

Основные правила, необходимые при применении удобрений: сбалансированное питание растений; антогонизм и синергизм элементов

питания; применение комбинированного внесения минеральных удобрений с органическими [6, 8, 13].

Сбалансированное питание требует применение различных видов удобрений в оптимальных количествах, необходимых для полноценного развития культур [6, 8, 21].

Антагонизм элементов будет препятствовать поступлению других элементов, а синергизм способствует поглощению элементов. Наблюдаются эти процессы между большинством элементов. Например, избыток Al вызывает сильный дисбаланс макро- и микроэлементов, кальций вытесняется при наличии Sr и Mn; усвоение фосфора и кальция увеличивается при поступлении в растения Co и Mn. С увеличением обеспеченности азотом, фосфором и калием повышается потребность в микроэлементах и наоборот. Количество азота в растениях возрастает с поступлением в растения не только калия и фосфора, но и Ca, Mg, а также микроэлементов Cu, Fe, Mn, Zn. При переизбытке фосфора снижается поступление в растения Cu, Fe, Mn. Перенасыщение растений калием сокращает поступление Ca и Mg; поступление самого калия увеличивается при внесении Cl, и сокращается под влиянием большинства микроэлементов (Mn, Cu, Ni, Fe, Mo, Zn, B) [21].

Для наибольшего эффекта, чтобы в почву поступали все основные необходимые для жизни растений микроэлементы, необходимо применять комбинированное внесение органических удобрений с минеральными [6–8].

Минеральные удобрения классифицируют по различным показателям: содержанию элементов питания, по их количеству (простые и комплексные), по суммарному содержанию NPK (концентрированные и неконцентрированные), по содержанию примесей (балластные и безбалластные), по размеру (порошок, гранулы), по агрегатному состоянию (твердые и жидкие) [21].

Азотные удобрения классифицируются в основном по виду азота: нитратные, амидные и аммонийные. Наибольшей опасностью при их использовании является возможность накопления азота в растениях в виде NO_3 и NO_2 , вредных для здоровья человека [5, 8, 13].

Основными азотными удобрениями в Республике Беларусь в настоящее время являются карбамид (мочевина), КАС (карбамид-аммиачная смесь) и сульфат аммония. В небольших количествах используют аммиачную и кальциевую селитру.

Азотные удобрения используют под все сельскохозяйственные культуры в основном внесение (весной под предпосевную культиваци-

цию), а также в виде подкормок по фазам роста и развития растений. Осенью возможно внесение лишь небольших стартовых доз азота (как правило, в виде комплексных удобрений) под озимые зерновые культуры из-за опасности перерастания растений, а также вымывания азота с талыми водами.

Фосфорные удобрения необходимы для всех видов сельскохозяйственных растений. Дозы фосфорных удобрений рассчитывают в зависимости от плодородия почвы и планируемой урожайности [16, 19].

На связных почвах фосфорные удобрения вносят осенью под зяблевую вспашку, на почвах легкого гранулометрического состава (песчаных и супесчаных) – весной под предпосевную культивацию. Часть водорастворимых фосфорных удобрений (20–30 кг/га) при наличии специально оборудованных сеялок рекомендуется вносить при посеве.

Лучшие виды фосфорных удобрений – водорастворимые (простой и двойной суперфосфат). Труднорастворимые формы фосфорных удобрений (преципитат, фосфоритная мука) рекомендуется вносить на кислых почвах, а также на кормовых угодьях в запас. Значительная часть фосфорных удобрений в Республике Беларусь в настоящее время используется в виде комплексных соединений (аммофос, аммонизированный суперфосфат, диаммофос, диаммонийфосфат и т. д.) [21].

В калийных удобрениях также нуждаются все культуры. Калий хлористый, который является основным калийным удобрением в Беларуси, на связных почвах вносят осенью под зяблевую вспашку, на легких почвах – весной под предпосевную культивацию. Ценным калийным удобрением, особенно при возделывании овощных и плодовых культур, является сульфат калия [9].

Для питания растений нужны также макроэлементы магний, кальций и сера. В условиях Республики Беларусь основное количество магния и кальция поступает при известковании доломитовой мукой, а также при применении различных видов агромелиорантов [17, 21].

Сера входит в состав различных минеральных удобрений (сульфат аммония, сульфат калия, простой суперфосфат и др.) [14, 21].

Для сбалансированного питания сельскохозяйственных культур необходимы также микроэлементы (бор, цинк, медь, марганец, молибден, селен, йод и др.), которые вносят в виде простых или комплексных соединений [18, 21].

Основные условия, способствующие повышению эффективности удобрений, следующие:

– строгое соблюдение технологии применения любых видов удобрений (с учетом доз, форм, сроков и способов их внесения) [21];

- сбалансированное соотношение азота, фосфора и калия с микроэлементами в зависимости от плодородия почвы и биологических требований культуры [3, 13];
- проведение известкования кислых почв [21];
- использование ингибиторов нитрификации [10];
- использование медленнодействующих удобрений (удобрений пролонгированного действия) [21];
- применение комплексных удобрений [18];
- сбалансированное комплексное внесение минеральных и органических удобрений [6–8];
- улучшение оптимизации минерального питания культур [22–24].

Заключение. Основными направлениями усовершенствования применения удобрений являются: технология получения пролонгированных удобрений; технология получения азотных удобрений, содержащих все основные формы азота; технология получения комплексных удобрений. Также важным моментом является создание перспективных машин и агрегатов для внесения минеральных удобрений в почву и применение к ним вышеперечисленных технологий для повышения урожайности в сельском хозяйстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Астахов, В. С. К вопросу значимости минеральных удобрений в управлении производственным процессом и повышении их эффективности при использовании различных машин и способов внесения / В. С. Астахов, Г. О. Иванчиков // Вестник БГСХА. – 2022 – № 2. – С. 192–194.
2. Астахов, В. С. Проблемы применения систем точного земледелия при дифференцированном внесении твердых минеральных удобрений и пути их решения / В. С. Астахов, Г. О. Иванчиков // Вестник БГСХА. – 2022 – № 1. – С. 133–136.
3. 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.
4. Босак, В. Н. Влияние удобрений на процессы фотосинтеза и урожайность зерновых культур / В. Н. Босак, Н. А. Близнюк, О. Ф. Смянович // Современные проблемы повышения плодородия почв и защиты их от деградации. – Минск, 2005. – С. 54–55.
5. Босак, В. Н. Ограничение доз азотных удобрений при возделывании зеленных, пряно-ароматических и эфирно-масличных культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, М. П. Акулич // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России. – Красноярск: КГАУ, 2022. – С. 196–199.
6. Босак, В. Н. Оптимизация питания растений / В. Н. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. – 203 с.
7. Босак, В. Н. Органические удобрения / В. Н. Босак. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 256 с.
8. Босак, В. Н. Система удобрения в севооборотах на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах / В. Н. Босак. – Минск, 2003. – 176 с.

9. Босак, В. Н. Чем, как и когда подкормить сад / В. Н. Босак // Хозяин. – 2012. – № 7. – С. 8.

10. Влияние ингибиторов нитрификации на урожайность зеленой массы кукурузы на дерново-подзолистых супесчаных почвах / И. Ю. Веробей [и др.] // Научные основы и практические приемы повышения плодородия почв Урала и Поволжья. – Уфа, 1988. – С. 126.

11. Влияние удобрений на урожайность и качество зеленой массы ярового рапса на дерново-подзолистой супесчаной почве / Т. М. Серая [и др.] // Кормопроизводство: технологии, экономика, почвосбережение. – Жодино, 2009. – С. 152–155.

12. Колоскова, Т. В. Агроекономические аспекты агрохимических приемов возделывания сои *Glycine max* в Полесском регионе Республики Беларусь / Т. В. Колоскова, В. Н. Босак, В. В. Скорина // Молодежь в науке – 2011 (приложение к журналу «Весті НАН Беларусі»). – Минск, 2012. – С. 81–85.

13. Лапа, В. В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности / В. В. Лапа, В. Н. Босак. – Минск, 2002. – 184 с.

14. Лапа, В. В. Применение сульфата аммония в сельском хозяйстве / В. В. Лапа, В. Н. Босак. – Тольятти, 2006. – 24 с.

15. Лапа, В. В. Уплыву ўзрастаючых доз азотных угнаенняў на ўраджай і якасць азімай пшаніцы / В. В. Лапа, А. М. Лімантава, В. М. Босак // Весті АН БССР. Серыя сельскагаспадарчых навук. – 1991. – № 3. – С. 73–76.

16. Методические указания по разработке программы расчетов по системе удобрения сельскохозяйственных культур на РС / В. В. Лапа [и др.]. – Минск, 2003. – 48 с.

17. Новые виды агроулучшителей и перспективы их применения в сельском хозяйстве / В. Н. Босак [и др.] // Современные проблемы использования почв и повышения их плодородия. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 159–162.

18. Применение однокомпонентных и комплексных удобрений / В. Н. Босак [и др.]. – Минск: БГТУ, 2018. – 30 с.

19. Расчет доз удобрений на планируемую урожайность сельскохозяйственных культур / В. В. Лапа [и др.]. – Горки: БГСХА, 2003. – 36 с.

20. Серая, Т. М. Экономическая эффективность применения удобрений при возделывании кукурузы / Т. М. Серая, В. Н. Босак, Е. Н. Богатырева // Устойчивое развитие экономики: состояние, проблемы, перспективы. – Пинск: ПолесГУ, 2008. – С. 61–62.

21. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 390 с.

22. Технологии возделывания сельскохозяйственных культур / В. М. Шлапунов [и др.] // Адаптивные системы земледелия в Беларуси. – Минск, 2001. – С. 134–143.

23. Технологические приемы оптимизации минерального питания сельскохозяйственных культур / В. В. Лапа [и др.]. – Минск, 2005. – 15 с.

24. Bosak, V. Influence of long-term application of fertilizers on crop rotation productivity and fertility of Podzoluvisol / V. Bosak, A. Smeyanovich // Practical Solutions for Managing Optimum C and A Content in Agricultural Soils III. – Prague, 2005. – P. 6.

Аннотация. Проведен обзор основных минеральных удобрений, которые оказывают значительное влияние на получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: минеральные удобрения, элементы питания, почва, сельскохозяйственные культуры.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИСКОВЫХ ОРУДИЙ

В. Г. КОВАЛЕВ, канд. техн. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Дисковые орудия, к которым, в частности, относятся дисковые луцильники, дисковые бороны и дискаторы, находят достаточно широкое применение в сельскохозяйственном производстве. Они используются во всех системах обработки почвы, кроме по-till, и могут по праву считаться универсальными орудиями, способными выполнять различные виды обработки почвы, включая лущение стерни, полупаровую, предпосевную и даже основную обработки. Однако не всегда работа дисковых орудий сопровождается обеспечением требуемого качества обработки почвы. Причем это может быть обусловлено не только неправильной настройкой почвообрабатывающего орудия, но и неверным выбором его для выполнения необходимой операции.

Основная часть. Все почвообрабатывающие операции с использованием дисковых орудий условно можно разделить на три вида. Первый – это мелкая обработка почвы (до 6 см) при лущении стерни после зерновых или при предпосевной обработке. Второй – средняя по глубине обработка (до 12 см) с целью подрезания сорняков, измельчения и перемешивания растительной массы с почвой. Третий решает те же задачи, что и второй, с той лишь разницей, что в обработку вовлекается больший слой почвы (до 20 см за) и появляется возможность замены вспашки как основной обработки почвы дискованием.

Орудия, используемые для каждого из этих видов обработки, имеют свои конструкционные параметры: диаметр и форму дисков, углы установки плоскости вращения дисков к направлению движения (угол атаки дисков) и вертикали (угол наклона дисков – имеют только дискаторы), тип крепления на раме, общая масса орудия, – которые способны обеспечить требуемую глубину рыхления почвы. При этом следует иметь в виду, что глубина рыхления дисковыми орудиями зависит не только от их конструкции, но и от типа и состояния почвы. Последнее, в свою очередь, определяется как видом и сроками предшествующей операции, так и погодными условиями.

При оценке работы дисковых орудий, как правило, ограничиваются лишь определением соответствия фактической глубины обработки почвы заданной. При этом глубину обработки определяют по величине заглубления дисков в самой нижней точке их внешней кромки, не учитывая того, что дисковые орудия не обеспечивают сплошного рыхления почвы, подобного лемешным плугам, имеющим в качестве подрезающего почву элемента расположенный горизонтально плоский лемех. Особенностью рабочего процесса дисковых орудий является то, что в процессе работы каждый диск вырезает в почве пласт эллипсоидной формы, образуя желобчатое дно борозды. Между желобами, образованными дисками передней и задней батареей, движущимися по смежным следам, остаются гребни необработанной почвы, по высоте которых и следует судить о качестве обработки. Высота гребней зависит от диаметра диска, расстояния между дисками в батарее, которое определяет расстояние между смежными следами, образованными дисками обеих батарей, и угла атаки дисков. У дискаторов, как правило, ни один из этих параметров не регулируется. У дисковых борон можно изменять лишь угол атаки, от которого зависит глубина рыхления. Следует заметить, что глубина обработки почвы не влияет на высоту гребней.

Диски, используемые в дисковых орудиях, имеют диаметр в пределах 450–650 мм в зависимости от типа орудия: в более легких для неглубокого рыхления используются диски меньшего диаметра, в более тяжелых – большего, которые обеспечивают достаточно глубокое рыхление. Расстояние между дисками в батарее практически у всех орудий примерно одинаковое и обуславливает расстояние между смежными следами дисков передней и задней батареей, равное 100–125 мм [1–3].

При такой расстановке дискатор с дисками диаметром 450 мм при постоянном угле атаки 20° образует гребни высотой 5–8 см в зависимости от расстояния между дисками. Для обеспечения качественной обработки, при которой высота гребней не превышает половины глубины обработки, рыхление должно осуществляться на глубину не менее чем 12–14 см, что для легкого орудия не всегда возможно.

Дисковые бороны позволяют изменять угол атаки от 8° до 24° . При работе большими дисками диаметром 650 мм с углом атаки 16° и более они образуют гребни высотой менее 8 см, что вполне приемлемо при соответствующей глубине обработки. При угле атаки 13 – 14° высота гребней становится соизмеримой с глубиной обработки, и доста-

точное качество рыхления не обеспечивается, хотя поверхность поля и покрыта взрыхленной почвой.

При использовании дисков диаметром 450 мм гребни высотой до 8 см образуются при угле атаки уже не менее 20°, а чтобы гребни не превышали глубины обработки 12 см, угол атаки не должен быть меньше 17–18° [1–3].

При высоте гребней, меньшей глубины обработки, их вершины частично разрушаются, что несколько способствует повышению качества рыхления. Однако этого почти не происходит при превышении высоты гребней глубины обработки. Отсюда непонятна предоставляемая некоторыми производителями дисковых орудий возможность установки угла атаки 6–10°, при котором диски на поле будут только оставлять желобчатые следы, перемежающиеся необработанными полосками, присыпанными сверху взрыхленной почвой.

Таким образом, при использовании дисковых орудий важно учитывать особенность их работы, которая заключается в образовании необработанных гребней, высота которых зависит только от конструкции орудия и не зависит от глубины. Следовательно, для повышения качества выполнения процесса следует обеспечивать глубину рыхления, превышающую высоту гребней, используя по возможности соответствующие типы орудий или регулируемый угол атаки дисков, с увеличением которого высота гребней уменьшается.

Заключение. Для обеспечения достаточного качества обработки почвы дисковыми орудиями необходимо правильно выбирать тип орудия в соответствии с имеющимся состоянием почвы и требуемым видом обработки и обеспечивать глубину обработки с учетом высоты образуемых дисками гребней.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клочков, А. В. Сельскохозяйственные машины: теория и расчет / А. В. Клочков, В. Г. Ковалев, П. М. Новицкий. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 436 с.
2. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
3. Машины и оборудование в растениеводстве / А. В. Клочков [и др.]. – Минск: РИВШ, 2021. – 448 с.

Аннотация. Приводятся основные направления и пути повышения эффективности использования дисковых орудий.

Ключевые слова: дисковые орудия, угол атаки, глубина рыхления.

ПЛАНИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОТСЕИВАЮЩЕГО ЭКСПЕРИМЕНТА ОБМОЛОТА ЛЬНОТРЕСТЫ УСТРОЙСТВОМ С ЭЛАСТИЧНЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ

В. А. ЛЕВЧУК, ст. преподаватель
С. В. КУРЗЕНКОВ, канд. техн. наук, доцент
А. Н. ЧАЙЧИЦ, канд. техн. наук, доцент
М. В. ЦАЙЦ, магистр техн. наук, ст. преподаватель

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. С целью повышения эффективности отделения семян в линии первичной переработки была предложена конструкция устройства, позволяющая с минимальными материальными затратами усовершенствовать серийно установленный очесывающий аппарат [1, 2].

Внедрение в Республике Беларусь заводской технологии уборки льна-долгунца позволяет начать уборочный период на 12 дней раньше, снизить энергозатраты за счет сокращения технологических операций, проводимых в поле. Вместе с тем имеет место потеря (до 70 %) льносемян [2].

Основная часть. Построение ранжированного ряда факторов по их доле, вносимой в дисперсию критерия оптимизации, производили в две стадии. Вначале проводили серию опытов по составленной матрице, а затем строили диаграммы рассеяния для визуальной оценки степени влияния того или иного фактора и оценивали ее количественно.

Для того чтобы определить экспериментальную область факторного пространства, использовали результаты, которые были получены при проведении однофакторных поисковых экспериментов [3]. Также учитывали то обстоятельство, что при решении задачи оптимизации необходимо выбирать для первой серии опытов такую область, при которой будет возможность для пошагового движения к оптимуму [4].

При проведении отсеивающих экспериментов выбор уровней и интервалов варьирования факторов осуществлялся с учетом априорной информации о точности фиксирования их значений, диапазоне изменения параметра оптимизации и характере поверхности отклика. В соответствии с рекомендациями [4] принимаем функцию, описывающую поверхность отклика нелинейной, а диапазон изменения пара-

метра оптимизации широким и выбираем уровни и интервалы варьирования факторов.

Для изучения процесса обмолота лент льна обмолачивающим устройством с эластичным рабочим органом, имеющим зубчатую рабочую кромку, на основании теоретических исследований и априорной информации [5] нами были выделены следующие факторы:

Программа эксперимента предполагала оценку значимости таких факторов, как скорость подачи ленты льнотресты (кодированное обозначение X_1), смещение средней части зоны расположения семян в ленте относительно середины зоны обмолота (X_2), зазор между бичом и декой (X_3), угол установки плоскости бича к плоскости ленты (X_4), толщина слоя ленты льнотресты (X_5), частота вращения рабочего органа (X_6) как показатель кратности воздействия бича на обрабатываемую ленту льнотресты. Установление границ варьирования указанных факторов проводили как на основе анализа априорной информации и теоретических исследований, так и эмпирически. Варьирование значений исследуемых факторов осуществлялось на двух уровнях: верхнем (+) и нижнем (-). Верхняя граница скорости подачи ленты льнотресты принята равной 2,0 м/с исходя из теоретических расчетов, в результате анализа однофакторных поисковых экспериментов [3] нижнюю границу фактора X_1 приняли равным 1,2 м/с.

В качестве критерия оптимизации (Y) в отсеивающих экспериментах согласно ГОСТ 33734-2016 нами была принята степень обмолота коробочек льна

$$E_{ob} = \frac{m_2}{m_1}, \quad (1)$$

где m_1 – общая масса семян, содержащихся в одном погонном метре ленты льна, кг;

m_2 – масса выделенных семян в результате обмолота с одного погонного метра, кг.

Для проведения испытаний разработанное обмолачивающее устройство было установлено в линии первичной переработки льна «Wan Dommele» ОАО «Дубровенский льнозавод».

В обмолачивающем устройстве были предусмотрены возможности регулирования следующих параметров: частоты вращения рабочего органа, скорости подачи ленты льнотресты, величины смещения ленты льнотресты относительно обмолачивающего устройства (зоны обмолота), толщины ленты льнотресты, зазора между бичом и декой.

Составление плана отсеивающих опытов выполняли методом случайной выборки из матрицы полного факторного эксперимента 5^2 [5]. Матрица планирования отсеивающего эксперимента и значения критерия оптимизации приведены в табл. 1.

Таблица 1. Матрица планирования отсеивающих экспериментов и значения параметра отклика

№ опыта	Факторы						Значения параметра отклика (степень обмолота $E_{об}$)			
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	y_1	y_2	y_3	\bar{y}
1	-	-	-	+	+	+	0,8060	0,7750	0,9455	0,8422
2	+	+	-	-	-	+	0,9610	0,9920	0,9765	0,9765
3	+	-	+	-	+	-	0,8215	0,8525	0,8525	0,8422
4	-	+	+	+	-	-	0,6665	0,6355	0,6045	0,6355
5	-	+	+	-	-	-	0,6510	0,6510	0,6975	0,6665
6	+	-	-	+	+	+	0,9145	0,9145	0,8370	0,8887
7	-	-	+	+	-	+	0,9455	0,8370	0,9300	0,9042
8	+	+	+	+	-	-	0,8370	0,8215	0,8060	0,8215
9	-	+	-	+	+	-	0,4495	0,6200	0,6510	0,5735
10	+	+	-	-	-	-	0,7285	0,7285	0,7285	0,7285

Анализ результатов отсеивающих экспериментов выполняли на основании диаграмм рассеяния значений критерия оптимизации [6, 7]. Для этого по оси абсцисс отмечали факторы с их уровнями, а по оси ординат – опытные значения критерия оптимизации (рис. 1).

Результаты и обсуждение. Каждый фактор рассматривали независимо от других. Величину степени влияния (эффект) того или иного фактора оценивали по разности между средними значениями критерия оптимизации, вычисленными отдельно для каждого уровня фактора [8].

В качестве среднего значения использовали медиану. Отказ от среднего арифметического в пользу медианы обоснован тем, что зачастую влияние фактора описывается законом распределения отличным от нормального, и использование в этих случаях среднего арифметического зачастую приводит к абсурдным результатам [8].

В результате анализа диаграммы рассеяния (рис. 1) выбраны два наиболее значимых фактора: скорость подачи ленты льнотресты (X_1) и частота вращения рабочего органа (X_6). Количественную оценку эффектов этих факторов выполняли с использованием таблицы с двумя входами (табл. 2), в клетках которой записывали оцениваемые факторы с уровнями варьирования и значения критерия оптимизации, полу-

ченные в том или ином сочетании уровней факторов. В нее также включали результаты экспериментов, распределенные по различным комбинациям уровней факторов, и рассчитывали средние значения критерия оптимизации \bar{y}_i .

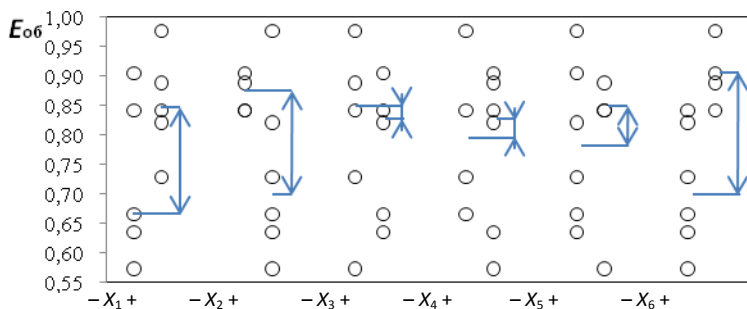


Рис. 1. Диаграмма рассеяния факторов, влияющих на степень обмота

Таблица 2. Таблица с двумя входами для вычисления эффектов факторов

Оцениваемый фактор	+X ₁	-X ₁
+X ₆	0,9765	0,8422
	0,8887	0,9042
	Σy ₁ = 1,8652	Σy ₂ = 1,7464
	$\bar{y}_1 = 0,9326$	$\bar{y}_2 = 0,8732$
-X ₆	0,8422	0,6355
	0,8215	0,6665
	0,7285	0,5735
	Σy ₃ = 2,3922	Σy ₄ = 1,8755
	$\bar{y}_3 = 0,7974$	$\bar{y}_4 = 0,6252$

Величину эффектов факторов X₁ и X₆ рассчитывали по следующим формулам [8]:

$$X_1 = \frac{\bar{y}_1 + \bar{y}_3}{2} - \frac{\bar{y}_2 + \bar{y}_4}{2}; \quad (2)$$

$$X_6 = \frac{\bar{y}_1 + \bar{y}_2}{2} - \frac{\bar{y}_3 + \bar{y}_4}{2}. \quad (3)$$

В результате расчетов по формулам (2–3) эффекты факторов составили: X₁ = 0,1158; X₆ = 0,1916.

Оценку значимости факторов X_1 и X_4 выполняли по критерию Стьюдента (t -критерию). Экспериментальные значения t -критерия для каждого из факторов в отдельности определяли по формуле [8]:

$$t_{X_1} = ((\bar{y}_1 + \bar{y}_2) - (\bar{y}_3 + \bar{y}_4)) / \sqrt{\sum \frac{S_{R_i}^2}{n_i}}; \quad (4)$$

$$t_{X_4} = ((\bar{y}_1 + \bar{y}_3) - (\bar{y}_2 + \bar{y}_4)) / \sqrt{\sum \frac{S_{R_i}^2}{n_i}}. \quad (5)$$

где S_{R_i} – среднеквадратическая ошибка, характеризующая рассеяние относительно средних значений в i -й клетке таблицы с несколькими входами; n_i – число наблюдений в i -й клетке таблицы с несколькими входами.

Среднеквадратическую ошибку $S_{R_i}^2$ рассчитывали по формуле [8]:

$$S_{R_i}^2 = \frac{\sum y_i^2}{n_i - 1} - \frac{(\sum y_i)^2}{n_i \cdot (n_i - 1)}. \quad (6)$$

Рассчитанные по формуле (6) значения среднеквадратической ошибки составили: $S_{R1} = 0,0039$, $S_{R2} = 0,0019$, $S_{R3} = 0,0037$, $S_{R4} = 0,0022$.

По результатам расчетов по формулам (4–5) значения t -критерия для факторов X_1 и X_6 составили: $t_{X1} = 3,32$; $t_{X6} = 5,50$.

Для признания фактора значимым вычисленное значение t -критерия должно быть больше табличного. Табличные значения t -критерия принимали в зависимости от уровня значимости и числа степеней свободы f , определяемого по формуле [8]:

$$f = \sum n_i - k,$$

где k – число клеток таблицы с двумя входами, $k = 4$.

Число степеней свободы f для табл. 2 составляет 10. В этом случае табличное значение t -критерия при 5%-ном уровне значимости равно $t_{0,05} = 2,447$ [8].

Поскольку расчетные значения t -критерия факторов X_1 и X_6 превышают табличное при уровне значимости 0,05, то можно заключить, что скорость подачи ленты льнотресты и частота вращения рабочего бича являются значимыми факторами.

После выделения эффектов и оценки значимости факторов X_1 и X_6 выполняли корректировку результатов отсеивающих экспериментов для того, чтобы четче выделить эффекты других менее сильных фак-

торов и парных взаимодействий. Корректировали путем прибавления эффектов выделенных факторов с обратным знаком к результатам отсеивающих экспериментов на верхнем уровне (+).

После корректировки результатов строили корректированную диаграмму рассеяния факторов (рис. 2), а также диаграммы рассеяния парных взаимодействий факторов (рис. 2).

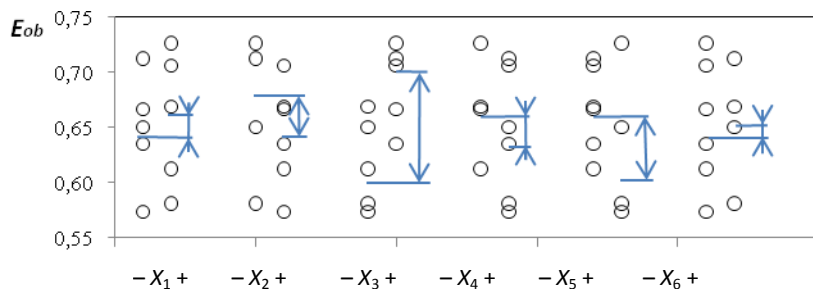


Рис. 2. Корректированная диаграмма рассеяния факторов, влияющих на степень обмолота

Проведя анализ скорректированной диаграммы рассеяния (рис. 2) выбран один наиболее значимый фактор: зазор между бичом и декой (X_3).

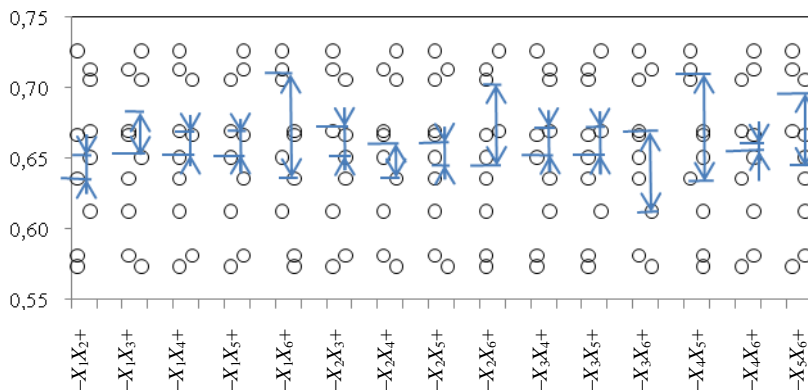


Рис. 3. Диаграммы рассеяния парных взаимодействий факторов, влияющих на степень обмолота

В результате анализа диаграммы рассеяния (рис. 3) выбрано наиболее значимое парное сочетание факторов: скорость подачи ленты льнотресты в сочетании с частотой вращения рабочего органа (X_1X_6). Количественную оценку эффектов этих факторов выполняли по вышеизложенной методике (табл. 3).

Эффекты факторов: $x_3 = 0,0632$; $x_1x_6 = -0,0438$.

Рассчитанные по формуле (6) значения среднеквадратической ошибки составили: $S_{R1} = 0,0005$, $S_{R2} = 0,0001$, $S_{R3} = 0,0028$, $S_{R4} = 0,0007$.

По результатам расчетов по формулам (4–5) значения t -критерия для факторов X_3 и X_1X_6 составили: $t_{X3} = 3,18$; $t_{X1X6} = -2,21$.

Сравнивая полученные значения t -критерия с табличным его значением, делаем вывод, что фактор x_3 является значимым, а парное взаимодействие факторов X_1X_6 – незначимым. В нашем случае табличное значение t -критерия при числе степеней свободы $f = 6$, $t = 2,447$.

Таблица 3. Таблица с двумя входами для вычисления эффектов фактора X_3 и парного взаимодействия факторов X_1X_6 , влияющих на степень обмолота

Оцениваемый фактор	$+X_1X_6$	$-X_1X_6$
$+X_3$	0,6355	0,7264
	0,6665	0,7126
		0,7057
	$\Sigma y_1 = 1,3020$	$\Sigma y_2 = 2,1446$
	$\bar{y}_1 = 0,6510$	$\bar{y}_2 = 0,7149$
$-X_3$	0,6691	0,6506
	0,5812	0,6127
	0,5735	
	$\Sigma y_3 = 1,8238$	$\Sigma y_4 = 1,2632$
	$\bar{y}_3 = 0,6079$	$\bar{y}_4 = 0,6316$

Последовательное применение процедуры отсеивания позволило нам за два этапа выделить все существенные факторы: X_1 , X_3 и X_6 и оценить эффекты этих факторов.

Заключение. В результате проведения отсеивающего эксперимента и обработки опытных данных установлено, что скорость подачи ленты льнотресты в диапазоне 1,2–2,0 м/с и частота вращения рабочего органа в диапазоне 1,7–3,3 об/с являются значимыми факторами, рациональные значения которых могут быть определены в ходе многофакторного эксперимента. Корректировка результатов отсеивающих экспериментов позволила выделить еще один значимый фактор – зазор между бичом и декой в диапазоне 0,01–0,03 м.

Результаты экспериментальных исследований показывают, что парное сочетание факторов скорости подачи ленты льна и частоты вращения рабочего органа является не значимым. Поскольку в ранжированном ряду парных взаимодействий факторов, влияющих на степень обмолота он занимает наибольшую долю вносимой в дисперсию критерия оптимизации, остальные парные сочетания можно считать незначимыми.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голуб, И. А. Перспективы возделывания и переработки льна-долгунца в Республике Беларусь / И. А. Голуб // Весці НАН Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2017. – № 3. – С. 91–98.
2. Основы расчета рабочих органов машин и оборудования для производства семян льна / В. А. Шаршунов [и др.]. – Горки: БГСХА, 2016. – 156 с.
3. Шаршунов, В. А. Поисковые эксперименты процесса обмолота лент льна устройством с эластичным рабочим органом в линии первичной переработки / В. А. Шаршунов, В. А. Левчук, М. В. Цайц // Весник БГСХА. – 2022. – № 1. – С. 148–153.
4. Адлер, Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – Москва: Наука, 1976. – 279 с.
5. Шаршунов, В. А. Экспериментальные исследования устройства с эластичными гребенками для обмолота ленты льна / В. А. Шаршунов, В. Е. Круглень, М. В. Левкин // Весці НАН Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2013. – № 3. – С. 105–110.
6. Налимов, В. В. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов / В. В. Налимов, Н. А. Чернова. – Москва, 1965. – 340 с.
7. Аль Насер Камаль. О двух моделях планирования отсеивающих экспериментов: автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. – Москва, 1994. – 14 с.
8. Мельников, С. В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С. В. Мельников, В. Р. Алешкин, П. М. Рошин. – Ленинград, 1972. – 200 с.

Аннотация. По результатам проведенных исследований построены диаграммы рассеяния факторов, а также их парных сочетаний, влияющих на степень обмолота. Анализ диаграмм рассеяния позволил выявить факторы, наиболее влияющие на степень обмолота: скорость подачи ленты льнотресты, частота вращения рабочего органа, зазор между бичом и декой, а также парное сочетание скорости подачи ленты льна и частота вращения рабочего органа.

Ключевые слова: лен, линия первичной переработки, заводской обмолот, бич, дека, отсеивающий эксперимент.

ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

И. Т. МИЗАНБЕКОВ, докторант
С. Б. БЕКБОСЫНОВ, канд. техн. наук

Казахский национальный аграрный исследовательский университет,
Алматы, Республика Казахстан

Введение. Обеспеченность сельскохозяйственной техникой – главная проблема для реализации концепции устойчивого развития и повышения конкурентоспособности сельскохозяйственного производства. От уровня научно-исследовательских и проектных работ в области сельскохозяйственного машиностроения и применения инновационных технологий зависит решение многих проблем АПК [6, 8].

Выход сельскохозяйственной продукции и эффективность производства в целом зависят от уровня технической оснащенности отрасли, технического состояния машинно-тракторного парка, его износа, степени загрузки и других параметров [1].

Поэтому при оценке технического потенциала сельского хозяйства должен применяться комплексный подход в исследовании количественных и качественных характеристик, что позволит объективно оценить его состояние и наметить основные пути восстановления [7].

Факторами, обуславливающими спрос на современную технику и средства механизации сельского хозяйства, являются изменения в технологии производства, прогрессирующая специализация и концентрация производства в развивающихся сельских хозяйствах, количественное и качественное состояние оснащения сельскохозяйственным оборудованием.

Основная часть. Автомобильные транспортные перевозки зерна как внутри страны, так и за ее пределы осуществляются с использованием специализированной техники тарным или бестарным способом. Здесь и заключается первая особенность: перевозка зерна влажностью выше 15 % в таре запрещена, так как это может привести к порче груза и развитию в нем патогенной микрофлоры. Для междугородних автомобильных перевозок зерна допустимо применять только транспортные средства определенного типа и вида, установленные нормативными документами: бортовые зерновозы, самосвальные автопоезда, зерновозы-цистерны.

Главное, чтобы в процессе перевозки не происходило изменений основных параметров сырья и соблюдались действующие в этой сфере санитарно-эпидемиологические нормы [2, 3].

Перед организацией перевозки зерна транспортное средство должно пройти осмотр на предмет соответствия санитарно-эпидемиологическим требованиям и технического состояния. При загрузке необходимо обеспечить сохранность груза от воздействия внешних условий, так как зерно является гигроскопичным материалом и способно «набирать» влагу из окружающей среды, что приводит к его порче.

В связи с многообразием условий выполнения перевозок и видов грузов грузовые автомобильные перевозки различают по отраслям (типы обслуживаемых предприятий и, следовательно, виды перевозимых грузов): например, сельскохозяйственные (сельскохозяйственная продукция, семена, удобрения и т. п.).

Эффективное использование транспортных машин в сельскохозяйственном производстве Казахстана зависит от их особых качеств, требуемых для отраслевых условий. Качество транспортных машин как технических конструкций предназначенных для перемещения грузов представляет собой сочетание определенных свойств, характеризующих их соответствие требованиям эксплуатации по назначению: грузоподъемность, грузместимость, проходимость, надежность, стоимость, экономичность и др.

Свойства машин является их объективной особенностью, которые закладываются при их проектировании и проявляют себя, когда начинается эксплуатация. Сущностью этих свойств является сочетание параметров, составляющую определенную особенность отдельной марки машины. Разнообразие условий эксплуатации обусловило специализацию транспортных средств, обеспечивающую наибольшую эффективность их использования в конкретных условиях. В этом случае при проектировании транспортной машины задается совокупность свойств, которыми она должна обладать, чтобы наилучшим образом выполнять производственное предназначение.

Специфические свойства транспортной машины дают возможность эксплуатировать ее при перевозке груза, когда сочетания факторов условий не позволяют эффективно использовать другие [4].

Автомобиль обладает многочисленными свойствами, так как конструктивно является уникально сложной машиной. Эти свойства можно объединить по определенным признакам. Большая их часть является эксплуатационными свойствами [5].

По ним осуществляется оценка степени адаптации (приспособленности) машин к выполнению перевозок, когда условия являются фиксированными. Значение каждого из эксплуатационных свойств, когда требуется оценить эффективность работы транспортных средств, зависит от условий, в которых они проявляются.

Факторы условий использования определяют специфические свойства транспортных средств – адаптацию к ним. Важно подчеркнуть, что свойство адаптации выявляется лишь в условиях эксплуатации.

В силу особой специфики производства продукции транспортные условия в сельском хозяйстве следует считать технологическими.

Факторы условий эксплуатации могут быть постоянными и изменяющимися в течение временного промежутка.

Постоянные условия эксплуатации, для которых спроектирована транспортная машина, адаптационные свойства не выявляются и выходные ее показатели находятся в номинальных значениях. Это указывает на полную адаптацию транспортных машин. Однако при отклонении любого фактора от стандартного, выходные показатели машин снижаются.

Степень этих изменений неодинакова для транспортных средств разных марок и моделей, что является проявлением различного рода и уровня адаптивности.

Свойство адаптации (приспособленности) для условий сельскохозяйственного производства становится основным приоритетом для того, чтобы повысить эффективность работы транспортных машин. (рис.). Обладая определенным качеством автомобиль имеет набор свойств S_1, S_2, S_n , которые являются совокупностью параметров автомобиля $\{p_1\}, \{p_2\}, \{p_n\}$. Эти свойства, взаимодействуя с постоянными X_1, X_2, X_n и изменяющимися во времени $X_1(t), X_2(t), X_n(t)$ факторами условий эксплуатации, выявляют приспособленность автомобиля к этим условиям. Приспособленность выражается как функция свойств автомобиля и факторов условий как постоянных, так и изменяющихся.

$$\Pi = f[S, X, X(t)]. \quad (1)$$

В свою очередь эффективность использования в сельском хозяйстве во многом зависит от условий производства отрасли, т. е. является функцией приспособленности:

$$\Theta = F(\Pi). \quad (2)$$

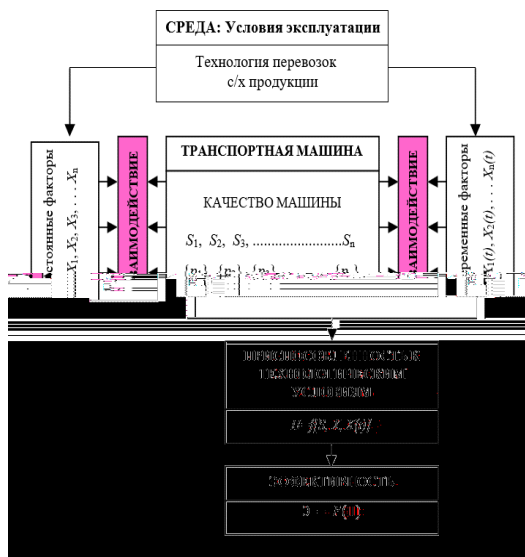


Рис. 1. Формирование эффективности использования транспортных машин с учетом их приспособленности к технологическим условиям перевозок

Свойство адаптивности присуще не только транспортной машине в целом, но и его агрегатам и отдельным деталям. Поэтому это эксплуатационное свойство необходимо рассматривать системно. Это значит, что все конкретные исследования, направленные на улучшение параметров и свойств транспортных средств, необходимо рассматривать в конечном итоге как повышение их приспособленности к перевозкам грузов в определенных условиях с наименьшими затратами.

Понятие системного подхода подразумевает комплексный и широкий охват в исследованиях всех существенных факторов условий эксплуатации в неразрывной связи с элементами рассматриваемой системы. Понятие самой системы и ее элементов является относительным. Так, система может выступать в роли элемента некоторой большой системы. Например, автомобиль является системой агрегатов и в тоже время элементом соответствующего автомобильного парка.

Системный подход не допускает принятия локальных решений, т. е. получаемых на основе учета недостаточного числа факторов.

Такие решения оказываются обычно неэффективными и на практике не дают должных результатов. Взаимодействие отдельных элементов системы между собой обуславливает появление синергических (системных) эффектов. Например, приспособленность парка автомобилей к условиям эксплуатации зависит от приспособленности каждого отдельного автомобиля, но не равна их сумме.

Переменный характер условий эксплуатации автомобилей в сельском хозяйстве и более широкие диапазоны изменения факторов по сравнению с другими отраслями требуют более точного раскрытия значений терминов «приспособленность» и «адаптивность».

Термин «приспособленность» более подходит при раскрытии этого свойств автомобилей по отношению к конкретным, постоянным либо изменяющимся в небольшом ограниченном диапазоне условиям эксплуатации. Решение проблемы приспособленности транспортных средств сельскохозяйственных предприятий, а также собственно автомобилей, являющихся их элементами, становится одним из главных направлений повышения эффективности использования парков.

Суть этой проблемы состоит в обеспечении высокой эффективности перевозок сельскохозяйственных грузов на основе повышения уровня адаптации транспортных машин и парков, в составе которых они работают, к условиям перевозок. Для ее решения приспособленность как важнейшее свойство транспортного средства должна всесторонне изучаться и в перевозочном аспекте. Это необходимо для управления приспособленностью автомобильных парков при их формировании с учетом изменяющихся факторов условий эксплуатации сельскохозяйственных предприятий.

Для характеристики приспособленности транспортных машин необходимо иметь количественные показатели оценки этого свойства.

Заключение. Повышение адаптации автомобилей к условиям эксплуатации является технико-экономической задачей. Ее техническая сторона состоит в разработке соответствующих конструктивно-технологических и эксплуатационных мероприятий, повышающих приспособленность конструкции автомобиля. Оценка этого свойства от результатов внедрения таких мероприятий должна производиться с технической точки зрения. Экономическая сторона этой задачи заключается в оценке экономической целесообразности свойства адаптации, а также в разработке соответствующих экономических показателей. Необходима разработка также и технико-экономических показателей указанного свойства.

Одним из показателей, с помощью которого можно оценить свойство адаптивности, является коэффициент адаптации. С его помощью можно оценивать адаптивность автомобилей с точки зрения технической, экономической, технико-экономической, а также по любым другим показателям и факторам условий эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдильдин, Н. К. Система материально-технического обеспечения в транспортном комплексе Казахстана / Н. К. Абдильдин, С. Б. Бекбосынов, И. Т. Мизанбеков // Наука, инновации и современные глобальные вызовы. – Казань: Профессиональная наука, 2020. – С. 23–30.
2. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, М. П. Акулич. – Минск: Вышэйшая школа, 2019. – 317 с.
3. Босак, В. Н. Требования охраны труда в различных отраслях АПК / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, Т. В. Сачивко // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 9–12.
4. Гасанов, Х. М. Обоснование технологии и оборудования для сушки фуражного зерна в условиях фермерских (крестьянских) хозяйств / Х. М. Гасанов, О. А. Сауытов // Исследования, результаты. – 2020. – № 3. – С. 340–345.
5. Курзенков, С. В. Определение показателя производственно-технической эксплуатации предприятий для использования его в системе агротехнического обслуживания Республики Беларусь / С. В. Курзенков // Вестник БГСХА. – 2018. – № 1. – С. 159–163.
6. Научно-технические основы построения машин химизации земледелия / Л. Я. Степук [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 410 с.
7. Русакович, А. К вопросу определения приоритетных направлений инвестирования материально-технической базы сельскохозяйственных организаций / А. Русакович // Аграрная экономика. – 2019. – № 9. – С. 18–27.
8. Эффективность использования устройства для повышения равномерности распределения семян вдоль рядка / А. С. Анищенко [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 54–57.

Аннотация. Необходимо обеспечение высокой эффективности перевозок сельскохозяйственных грузов на основе повышения уровня адаптации транспортных машин и парков к условиям перевозок. Пригодность как важнейшее свойство транспортного средства должна изучаться и в перевозочном аспекте. Для характеристики пригодности транспортных машин необходимо иметь количественные показатели оценки этого свойства.

Ключевые слова: перевозки, автомобильный транспорт, свойства, показатели, условия, условия, эксплуатация.

АНАЛИЗ МАШИН ДЛЯ ПОЛОСОВОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Д. М. УЛИНОВИЧ, магистрант
В. И. КОЦУБА, канд. техн. наук, доцент

УО «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 грунтовых вод в пахотный горизонт [2].

Атмосферные осадки, концентрируясь в пахотном горизонте, приводят к излишнему переувлажнению, а иногда и затоплению корнеобитаемого маломощного слоя почвы. Увеличивается поверхностный сток, развиваются эрозионные процессы, вынос питательных веществ. В сухой период, в условиях высоких атмосферных температур, корневая система быстро поражается, растение угнетается. Учитывая малую мощность пахотного слоя – 15–20 см, вода быстро испаряется, уплотненный подпахотный горизонт при этом препятствует поднятию грунтовых вод к корневой системе растений [4].

В результате растения, уже пораженные в весенний период чрезмерной влажностью, оказываются в условиях ее дефицита, перенося не только очередную стресс, но и продолжая угнетаться уже от недостатка водного, а значит, и минерального питания. В течение вегетативного периода такие колебания могут происходить неоднократно, что приводит к значительному снижению урожая.

Для снижения уплотнения почвы применяются чизельные рыхлители, позволяющие удерживать влагу в почве и сохранить верхний питательный слой. Однако наличие стерни на поверхности требует использования специальных орудий для предпосевной обработки почвы. Поэтому перспективной сберегающей технологией обработки почвы является полосовая обработка почвы.

Цель работы – изучить машины для полосовой обработки почвы, с целью повышения эффективности их применения.

Материалы и методика исследований. Технология полосовой обработки почвы 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 точного высева [1, 5].

Полосовая обработка позволяет сохранять естественное плодородие почвы, снижать уплотнение и эрозию за счет обработки только $\frac{1}{3}$ поля, выполнять одновременно рыхление почвы и посев.

Результаты исследований и их обсуждение. Рассмотрим отличия различных технологий возделывания культур и применяемые для их реализации машины.

Традиционная отвальная обработка почвы включает в себя основную обработку, выполняемую плугами, предпосевную обработку, выполняемую культиваторами или комбинированными почвообрабатывающими агрегатами, совмещающими культивацию и прикатывание почвы и посев. В настоящее время предпосевная обработка и посев объединяются за счет применения комбинированных почвообрабатывающих агрегатов, таких как АППА-6, АПП-6 и др.

Минимальная обработка почвы включает в себя основную обработку, выполняемую глубокорыхлителями или чизельными культиваторами, предпосевную обработку, выполняемую комбинированными агрегатами на основе дискаторов, обеспечивающих удаление стерни и посев, например АКПД-6Р или АППМ-6 ДК «Берестье».

Полосовая обработка почвы выполняется специальными культиваторами, а посев – сеялками точного высева. Культиваторы для полосовой обработки почвы имеют в своей конструкции раму, рабочие секции на каждую обрабатываемую полосу, рабочие органы для внесения твердых гранулированных или жидких минеральных удобрений [3, 5].

Каждая секция культиватора содержит следующие типы рабочих органов:

– передний диск для разрезания почвы, что позволяет снизить тяговое сопротивление орудия;

– рабочий орган для очистки полосы обработки от растительных остатков, которые могут забивать рабочие органы и повышать тяговое сопротивление секции культиватора;

– рыхлительная стойка, выполняющая обработку на глубину до 0,35 м. Рыхлитель может оборудоваться семяпроводами для внесения твердых гранулированных или жидких удобрений;

– боковые диски, ограничивающие зону обработки и зону поперечной деформации почвы;

– прикатывающий каток для прикатывания, измельчения и выравнивания почвы в зоне обрабатываемой полосы. Каток может выполняться в виде игольчатых дисков, цилиндрической формы с планками, спиралевидного барабана и др.

В результате проведенного анализа конструкций культиваторов для полосовой обработки почвы следует отметить то, что удобрения вносятся на дно борозды глубокорыхлителя. В результате они располагаются на удалении от корневой системы растений и могут вымываться в нижние горизонты почвы.

Заключение. В конструкции рабочего органа культиватора для полосовой обработки почвы следует предусмотреть возможность разноуровневого по глубине и ширине полосы внесения удобрений в процессе обработки почвы в зависимости от возделываемых растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агротехнические особенности использования Strip-till технологии в растениеводстве / Х. М. Сафин [и др.]. – Уфа: Мир печати, 2017. – 44 с.

2. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.

3. Культиватор для полосовой обработки почвы с прикатывающим катком / Р. И. Аминов [и др.] // Сельский механизатор. 2020. – № 5–6. – С. 16–17.

4. Надточаев, Н. Ф. Кукуруза на полях Беларуси / Н. Ф. Надточаев. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 411 с.

5. Сафин, Х. М. Технология Strip-Till в системе сберегающего земледелия: теория и практика внедрения / Х. М. Сафин. – Уфа: Мир печати, 2013. – 72 с.

Аннотация. Технология полосовой обработки почвы позволяет сохранять плодородие, а также снижать уплотнение и эрозию почвы за счет обработки только 30 % поля. Однако в конструкции рабочего органа культиватора для полосовой обработки почвы следует предусмотреть возможность разноуровневого внесения удобрений.

Ключевые слова: полосовая обработка почвы, машины, рабочие органы.

ФАКТОРЫ И КРИТЕРИИ ОПТИМИЗАЦИИ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ СЕМЯН ОТ СТЕБЛЕЙ ЛЬНА

М. В. ЦАЙЦ, магистр техн. наук, ст. преподаватель

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Основным условием, определяющим наиболее полное соответствие изучаемого процесса его математическому описанию, является правильный выбор основных факторов, влияющих на процесс, соответствующих условиям работы с учетом работоспособности конструкции и возможности конструктивного исполнения рабочего органа [1].

Основная часть. Анализ исследований некоторых авторов очесывающих и обмолачивающих устройств сведен в таблицу.

Исследования А. Н. Зинцова показали, что смещение ленты льна в сторону зажимного транспортера на 20 см приводит к росту отхода стеблей в путанину в 4 раза. При увеличении плотности ленты наблюдается некоторое возрастание потерь стеблей, которое практически исчезает с увеличением смещения ленты льна к зажимному транспортеру [2].

Р. А. Ростовцевым установлена зависимость ширины очесывающего щелевого пространства на чистоту очеса, что объясняется тем, что с уменьшением очесывающего щелевого пространства, меньшее число коробочек проходит сквозь него не очесанными. Однако при этом возрастают и повреждения стеблей, влияющие на выход волокна, которые происходят из-за их обрыва. Также им был установлен рост повреждаемости стеблей при увеличении очесывающего щелевого пространства с 7 мм. Отмечается существенное влияние формы лопатки, на чистоту очеса [3].

Анализ уравнений регрессии, полученных А. В. Галкиным при исследовании трехгребневого очесывающего аппарата, показывает, что наибольшее влияние на показатели чистоты очеса, отхода стеблей в путанину, повреждение стеблей и потери семян оказывает частота вращения барабана [4].

**Анализ исследований устройств
для отделения семенной части льна от стеблей**

Вид исследования	Критерий оптимизации	Фактор
1	2	3
Обоснование необходимости ориентирования ленты льна перед подачей ее в очесывающий аппарат	– потери в виде отхода стеблей в путанину; – потери семян от недоочеса	– ширина зоны расположения коробочек в ленте, м; – плотность стеблевой массы, ст./м; – смещение ленты льна относительно зажимного транспортера, м
Исследование щелевого динамически активного очесывающего аппарата	– чистота очеса, %; – повреждения стеблей, влияющие на выход волокна	– форма очесывающей лопатки; – ширина очесывающего щелевого пространства, м; – количество (масса m_n) очесываемых стеблей, кг
Исследование трех-гребневого очесывающего аппарата	– чистота очеса, %; – отход стеблей в путанину; – повреждения стеблей; – потери семян, выносом лентой, %; – мощность, потребной на привод, кВт	– скорость агрегата, м/с; – частота вращения барабана, c^{-1} ; – длина стеблей, м
Исследование барабано-вальцового обмолачивающего аппарата	– чистота обмолота, %; – общие повреждения семян, %; – дробление семян, %.	– частоты вращения барабана, c^{-1} ; – усилия предварительного натяжения лент, Н; – число проминающих пальцев в барабанах, шт.; – влажность коробочек, %.
Исследование вальцово-гребневого аппарата	– мощность привода, кВт; – число разрушенных коробочек, %; – чистота очеса, %	– сила сжатия вальцов, Н; – плотность ленты, ст./м; – ширина зоны расположения семенных коробочек в ленте, м; – смещение ленты льна относительно зажимного транспортера, м
Исследование аппарата для отделения семенных коробочек от стеблей льна	– чистота очеса, %; – потери семян выносом в ленте, %; – отход стеблей в путанину; – повреждение стеблей, влияющих на выход и качество волокна; – содержание путанины в ворохе, %; – мощность привода, кВт	– частота вращения битеров, c^{-1} ; – молотильный зазор, м; – линейная плотность подачи стеблей в очесывающий аппарат, шт./м; – угол установки битеров, град.
Исследование очесывающего аппарата льноуборочного комбайна	– чистота очеса, %; – отход стеблей в путанину; – содержание путанины в ворохе; – повреждения стеблей, влияющие на выход волокна, %; – потери семян выносом из камеры очеса, %	– скорость уборочной машины, м/с; – угол установки очесывающего барабана к зажимному транспортеру, град; – длина стеблей, м

1	2	3
Исследование льноуборочных агрегатов на повышенных скоростях	– чистота очеса, %; – мощность привода, кВт	– скорость рабочей машины, м/с
Исследование двухбарабанного обмолачивающего устройства с эластичной рифленной поверхностью	– степень обмолота, %	– частота вращения барабанов, с ⁻¹ ; – зазор между барабанами, м; – смещение ленты льна относительно зажимного транспортера, м; – скорость подачи ленты, м/с

С увеличением скорости агрегата и частоты вращения барабана показатели чистоты очеса, отхода стеблей в путанину и повреждение стеблей возрастают, а потери семян снижаются [4].

В исследованиях барабанно-вальцового обмолачивающего устройства А. Ф. Еругин установил влияние частоты вращения барабана на чистоту обмолота, а также необходимость повышения частоты вращения при увеличении влажности. Им также отмечается максимальная приемлемая влажность обмолачиваемого материала – до 20 % [5].

В исследованиях А. Ф. Еругина прослеживается положительное влияние сил сжатия на чистоту обмолота и отрицательное – на повреждение семян. Им также установлено, что с ростом числа вальцов в барабане с 4 до 10 чистота обмолота снопов повышается с убывающей интенсивностью с 94,5 до 99,7 %, при этом повреждения семян возрастают с 0,3 до 0,7 %. Увеличение числа вальцов в барабане снижает скорость перемещения снопа в зоне обмолота, что приводит к снижению производительности молотильного устройства [5].

В. В. Комаров установил зависимость сил сжатия вальцов и плотности ленты в зажимном транспортере. Он получил зависимости числа раздавленных коробочек в ленте и числа выделенных семян из ленты от силы сжатия вальцов. Влияние плотности ленты в зажимном транспортере на мощность привода незначительно [6]. При исследовании работы очесывающего барабана выявлены зависимости чистоты очеса, отхода стеблей в путанину и мощности на привод барабана от величины зоны расположения коробочек в ленте и от подачи зоны расположения коробочек. Под подачей понимается расстояние от зоны расположения коробочек до плоскости торцов шкивов зажимного транспортера [6].

Установлено, что с увеличением ширины зоны расположения коробочек и подачи этой зоны увеличение чистоты очеса изменяется несущественно. Это объясняется тем, что в исследованиях активная зона

действия гребней очесывающего барабана значительно превышает величину диапазона изменения факторов [6]. При исследовании работы очесывающего барабана выявлены также зависимости чистоты очеса, отхода стеблей в путанину от плотности ленты. Также установлено, что с увеличением зоны расположения коробочек до 0,35 м и подачи зоны расположения коробочек до 0,3 м отход стеблей в путанину возрастает с 1 до 3 % [6].

В результатах исследований аппарата для отделения семенных коробочек от стеблей льна В. А. Масленников отмечает целесообразность повышения частоты вращения битеров с целью снижения общих потерь семян и отхода стеблей в путанину [7].

В исследованиях льноуборочных агрегатов на повышенных скоростях В. Н. Рябцев отмечает несущественный рост затрат мощности на привод механизмов новых льноуборочных машин при их работе на скоростях до 11 км/час, а тяговое усилие трактора рационально используется для осуществления самого процесса теребления льна (корпусом машины) [8].

В исследованиях Д. Г. Фадеева установлено, что наиболее существенное влияние на чистоту очеса оказывает угол установки зажимного транспортера; меньшее значение на чистоту очеса оказывает скорость агрегата (в пределах до 11 км/ч); минимальное значение оказывает длина стеблей [9]. На отход стеблей в путанину, ее содержание в ворохе и повреждения стеблей, влияющих на выход длинного волокна наибольшее влияние, оказывают угол установки зажимного транспортера, затем скорость агрегата, и наименьшее – длина стеблей. На потери семян наибольшее влияние оказывает угол установки зажимного транспортера; меньшее значение оказывает длина стеблей; минимальное значение оказывает скорость агрегата. При этом длина стеблей льна оказала несущественное влияние на чистоту очеса [9].

Г. А. Райлян отмечает, что факторами, оказывающими наибольшее влияние на степень обмола та двухбарабанного обмолачивающего устройства с эластичной рифленой поверхностью, являются частота вращения барабанов и скорость подачи ленты льна в обмолачивающее устройство [10].

Заключение. Наиболее существенное влияние на чистоту очеса, степень повреждения стеблей льна влияющий на выход и качество волокна, отход стеблей в путанину, потери семян выносом с лентой, затраты энергии на привод оказывают частота вращения рабочего органа, силы сжатия и разрушения, действующие в молотильном зазоре,

скорость подачи обрабатываемой ленты льна в зону очеса (обмолота) и ее плотность, а также форма рабочего органа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методика выбора и оптимизации контролируемых параметров технологических процессов: методические указания, РДМУ 109-77. – Москва: Издательство стандартов, 1978. – 64 с.
2. Зинцов, А. Н. Обоснование и разработка процессов и машин для раздельной уборки льна-долгунца: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01 / А. Н. Зинцов. – Кострома, 2007. – 347 с.
3. Ростовцев, Р. А. Повышение качества очеса стеблей льна путем совершенствования технологии и оптимизации параметров и режимов работы очесывающего аппарата: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Р. А. Ростовцев. – Санкт-Петербург-Павловск, 2003. – 19 с.
4. Галкин, А. В. Повышение эффективности льноуборочного комбайна путем совершенствования гребневого очесывающе-транспортирующего аппарата: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / А. В. Галкина. – Тверь, 2007. – 239 с.
5. Еругин, А. Ф. Обоснование процессов, средств вымолота и очистки семян льна в селекции и семеноводстве: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01 / А. Ф. Еругин. – Торжок, 1990. – 235 с.
6. Комаров, В. В. Повышение эффективности процесса отделения семян от стеблей льна путем применения вальцово-гребневого аппарата: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / В. В. Комаров. – Кострома, 2005. – 23 с.
7. Масленников, В. А. Совершенствование технологии с обоснованием параметров и режимов работы аппарата для отделения коробочек от стеблей: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / В. А. Масленников. – Рязань, 1995. – 20 с.
8. Рябцев, В. Н. Исследование вопросов комплексной механизации уборки льна-долгунца с использованием льноуборочных агрегатов на повышенных скоростях: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. / В. Н. Рябцев. – Минск, 1962. – 26.
9. Фадеев, Д. Г. Совершенствование процесса очеса стеблей в льноуборочном комбайне: дисс. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Д. Г. Фадеев. – Тверь, 2017. – 236 с.
10. Райлян, Г. А. Повышение эффективности раздельной уборки льна применением двухбарабанного обмолачивающего устройства с эластичными билами: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Г. А. Райлян. – Горки, 2006. – 176 с.

Аннотация. Проведен анализ результатов исследований устройств (очесывающих, обмолачивающих) для отделения семенной части урожая льна от стеблей. Проанализировано влияние факторов на параметры оптимизации. Наиболее существенное влияние на качественные показатели очеса (обмолота), затраты энергии на привод оказывают частота вращения рабочего органа, силы сжатия, действующие в молотильном зазоре, скорость подачи обрабатываемой ленты льна и ее плотность.

Ключевые слова: лен-долгунец, уборка, обмолачивающее устройство, очесывающее устройство, критерии оптимизации.

АНАЛИЗ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МАШИН ДЛЯ ВНУТРИПОЧВЕННОГО ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ УДОБРЕНИЙ

Е. М. ШАЛЫПИНА, магистрант
В. И. КОЦУБА, канд. техн. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Одним из перспективных направлений повышения урожайности сельскохозяйственных культур является внутрипочвенное внесение жидких удобрений. Существенным их преимуществом является обеспечение растений легкодоступными элементами питания на протяжении всего периода вегетации, что особенно важно в засушливые годы. В результате создаются условия для наиболее полного использования потенциала почвы и повышается урожайность возделываемых культур [5, 12].

Для внутрипочвенного внесения могут применяться минеральные, органические и комплексные жидкие удобрения.

Внесение жидких минеральных удобрений требует точного соблюдения дозировок, так как превышение дозировки приводит к негативным последствиям вплоть до гибели растения [7].

Относительная безопасность применения жидких органических удобрений обеспечивается более низкой концентрацией в них питательных веществ. Кроме того, большинство органических удобрений не оказывают влияния на кислотно-щелочной состав почвы [3].

За счет органических удобрений в Беларуси компенсируется около 30–40 % выноса питательных элементов с урожаем сельскохозяйственных культур. Около 75 % органических удобрений от внесенного количества минерализуется и участвует в питании растений, 25 % гумифицируется и идет на восполнение потерь почвенного гумуса. Органические удобрения являются источником углекислого газа, который насыщает почвенный воздух и положительно действует на процессы, протекающие в почве. Повышается подвижность почвенных фосфатов. При мощном развитии растений и густом травостое углекислота, образуемая при разложении навоза, почти полностью усваивается растениями. Особенно большое значение это имеет для защищенного грунта [1–4, 8, 11].

Основным видом жидких органических удобрений для внесения в почву являются бесподстилочный навоз, навозные стоки (навозная жижа), получаемые на фермах крупного рогатого скота и свиноводческих комплексах. Бесподстилочный навоз – важное звено в круговороте питательных веществ в земледелии, так как в него переходит из кормов в среднем 50–80 % азота, 60–80 % фосфора, 80–95 % калия, до 90 % кальция, 60 % органического вещества. Использование различных систем гидросмыва для удаления навоза приводит к разбавлению навоза водой, значительному уменьшению содержания в нем питательных веществ [2, 3, 11].

Цель работы – изучить рабочие органы машин для внутрипочвенного внесения жидких удобрений и определить направления их совершенствования.

Материалы и методика исследований. Текучесть навоза зависит от содержания в нем сухого вещества и коллоидных частиц. В зависимости от содержания воды бесподстилочный навоз подразделяется на три вида: полужидкий – влажность менее 92 %; жидкий – влажность 92–97 %; навозные стоки – влажность более 97 % [3, 12].

Для внесения жидких органических удобрений используются следующие способы внесения:

- поверхностное – разбрызгиванием отражателем, распределителем с навесными шлангами и др.;
- внутрипочвенное – в открытые бороздки с последующим закрытием, с применением рабочего органа в виде культиватора.

Поверхностный способ внесения характеризуется высокой неравномерностью распределения удобрений, что приводит к неравномерному росту и созреванию растений. Кроме того, при сплошном поверхностном внесении жидких органических удобрений происходят значительные потери азота (до 15–40 %) из-за вымывания, денитрификации и освобождения газообразного аммиака.

Внутрипочвенное внесение позволяет избежать указанных выше недостатков. Этот способ может использоваться также на лугах и пастбищах, при минимальной обработке почвы.

Изменение физико-механических свойств жидких органических удобрений в широких пределах требует разработки рабочих органов, обеспечивающих высокое качество их внесения.

Результаты исследований и их обсуждение. Внутрипочвенное внесение подразделяется на мелкое (50–100 мм) и глубокое (150–

200 мм). Более глубокое внесение требуется при больших объемах навоза, чтобы избежать его просачивания на поверхность.

ОАО «Бобрыйсагромаш» выпускает машину МЖУ-20-1 (рис. 1, *а*) с адаптером АВВ-6 для внутривпочвенного внесения чизельного типа с рабочей шириной захвата 6 м. Машина обеспечивает дозу внесения от 10 до 60 т/га при ширине захвата 6–12 м. Производительность за час основного времени при расстоянии перевозки до 3 км, рабочей скорости 10 км/ч и дозе внесения 60 т/га составляет не менее 45 т/ч [9].

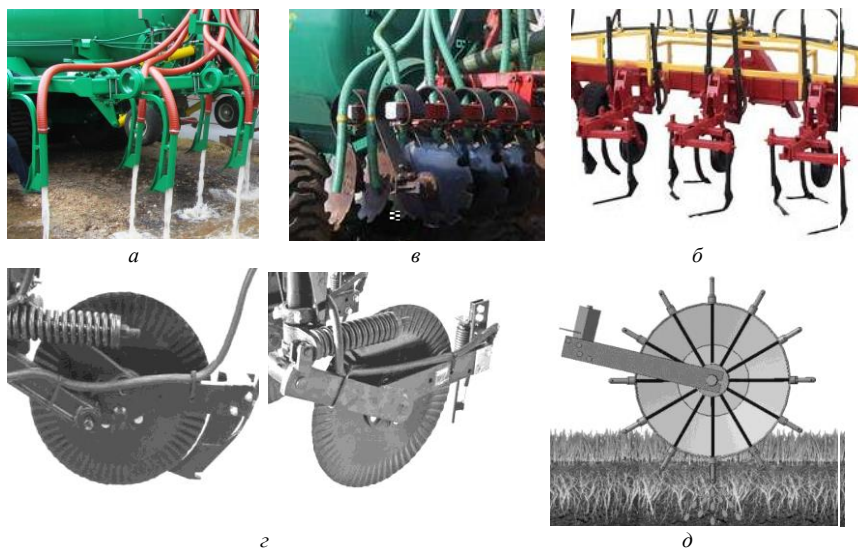


Рис. 1. Машины для внутривпочвенного внесения жидких удобрений: МЖУ-20-1 (*а*); МПВУ-16 (*б*); КРН-4,2 (*в*); Farm King 1410 (*г*); Dupont Liquiliser (*д*)

Адаптер имеет 13 чизельных пружинных стоек с расстоянием между стойками 450 мм. Глубина заделки удобрений регулируется опорными колесами, установленными по одному с каждой стороны регулируемой по высоте опоры адаптера. Регулирование опоры осуществляется вручную посредством вращения рукоятки, установленной на регулировочном винте.

В РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» разработана машина МПВУ-16 (рис. 1, *б*) с адаптером дискового типа.

Она имеет рабочую ширину захвата 3,5 м и производительность не менее 45 т/ч [10].

ООО «Техмаш» выпускает линейку культиваторов для обработки высокостебельных культур (кукурузы, подсолнечника и др.) КРН (рис. 1, в) с рабочей шириной захвата 4,2; 5,6 и 8,4 м с устройством для ленточного внесения гербицидов и КАС. Культиватор комплектуется двумя типами лап: плоскорежущими односторонними (правыми и левыми) и стрельчатыми. Глубина обработки почвы составляет 3–14 см, производительность насоса – 50–80 л/мин, емкость рабочей жидкости – 500 л [6].

Фирмой Farm King выпускается аппликатор-растениепитатель модели 1410 (рис. 1, г) шириной захвата 8,5 м, который комплектуется 11 или 17 волнистыми дисками диаметром 560 мм с инжектором или подкормочным ножом в зависимости от обрабатываемой почвы [14].

Фирмой Dupont выпускаются ликвилайзеры (рис. 1, д) для введения жидких минеральных удобрений на пашнях или пастбищах. Рабочими органами ликвилайзера являются колеса с иглами, которые перекатываясь по поверхности поля, прокалывают почву и вводят жидкость на нужную глубину [13].

Анализ машин для внутрипочвенного внесения жидких удобрений и их рабочих органов показал, что для глубокого внесения удобрений применяются чизельные лапы. Мелкое внутрипочвенное внесение жидких удобрений осуществляется культиваторными лапами, ножами различной формы или дисковыми сошниками, которыми прорезаются в почве борозды глубиной до 50 мм, куда вносится жидкое удобрение. После внесения удобрения борозды закрываются прикатывающим катком или нажимными вальцами, расположенными позади стоек инжектора. В последнее время получили распространение ликвилайзеры, использующие рабочие органы в виде игольчатых дисков.

Заключение. Преимуществом внутрипочвенного внесения жидких удобрений является обеспечение растений легкодоступными элементами питания на протяжении всего периода вегетации. Кроме того, внутрипочвенное внесение удобрений позволяет исключить потери азота из-за вымывания, денитрификации и освобождения газообразного аммиака.

Для внутрипочвенного внесения жидких удобрений используются машины с рыхлящими лапами, дисковыми сошниками или игольчатыми дисками. Однако проблемой остается обеспечение равномерности их внесения по глубине, особенно при подкормке растений, а также исключение выноса удобрений на поверхность при использовании ро-

тационных рабочих органов. Поэтому необходимы дополнительные исследования по обоснованию рабочих органов с целью повышения эффективности внутрипочвенного внесения жидких удобрений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Агроэкономическая эффективность применения различных видов органических удобрений / В. Н. Босак, О. Н. Марцуль // Нетрадиционные источники и приемы организации питания растений. – Нижний Новгород, 2011. – С. 33–36.
2. Босак, В. Н. Бесподстилочный навоз: свойства и особенности применения / В. Н. Босак // Наше сельское хозяйство. – 2014. – № 15. – С. 78–79.
3. Босак, В. Н. Органические удобрения / В. Н. Босак. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 256 с.
4. Босак, В. Н. Условия эффективного применения органических удобрений / В. Н. Босак // Наше сельское хозяйство. – 2010. – № 3. – С. 28–32.
5. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
6. Культиватор для междурядной обработки почвы КРН-4,2 А. Руководство по эксплуатации. – Лида: Техмаш, 2014. – 14 с.
7. Лапа, В. Применение жидких удобрений в технологиях возделывания озимых культур / В. Лапа, М. Рак, В. Босак // Главный агроном – 2008. – № 7. – С. 15–17.
8. Марцуль, О. Н. Влияние различных видов органических удобрений на накопление гумуса в почве / О. Н. Марцуль, В. Н. Босак // Современные технологии сельскохозяйственного производства. – Гродно: ГГАУ, 2012. – С. 69–70.
9. Машина для внесения жидких органических удобрений МЖУ-20. Руководство по эксплуатации. – Бобруйск: Бобруйскагромаш, 2020. – 85 с.
10. Машина для поверхностного и внутрипочвенного внесения жидкого навоза МПВУ-16 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://belagromech.by/research/hardware/fertilizers/mashina-dlya-poverhnoznogo-i-vnutripochvennogo-vneseniya-zhidkogo-navoza-mpvu-16>. – Дата доступа: 27.10.2022.
11. Применение органических удобрений в интенсивном земледелии / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки: БГСХА, 2015. – 50 с.
12. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 390 с.
13. Dupont Liquiliser [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dupont.eu/resources/image/files/Folder%20Dupont%20Liquiliser%20april%202022%20EN%2028042022%20mail%20versie.pdf>. – Дата доступа: 27.10.2022.
14. Fertilizer Applicator Model 1410. Operator and parts manual. – Willmar: Farm King, 2017. – 160 p.

Аннотация. Проанализированы способы внесения жидких удобрений, их преимущества и недостатки. Рассмотрены машины для внутрипочвенного внесения жидких удобрений и их рабочие органы.

Ключевые слова: жидкие органические и минеральные удобрения, внутрипочвенное внесение, машины, рабочие органы.

Секция 3. МЕХАНИЗАЦИЯ ЖИВОТНОВОДСТВА И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

УДК 681.5

КОНТУР АВТОМАТИЗАЦИИ В ПОНИМАНИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОДЕРЖАНИЯ СУЩНОСТИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

С. И. КОЗЛОВ¹, канд. техн. наук, доцент
С. А. БОРТНИК², ст. преподаватель

¹УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

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

Введение. В сельскохозяйственном производстве эксплуатируется большое количество разнообразных систем автоматизации, которые отличаются между собой назначением, конструктивным выполнением структурных элементов автоматических регуляторов и рабочим процессом. Несмотря на столь значительное разнообразие систем автоматизации и отличительные особенности, по указанным параметрам их можно разделить по определенному конструктивному признаку. Таким конструктивным признаком в автоматических системах является контур автоматизации [2–5].

Контуром в системах автоматизации называется непрерывный канал, который образуется совокупностью определенных и конкретных технических средств, выполняющих различные функции.

Технические средства, выполняющие в контурах автоматизации различные по содержанию функции, являются структурными элементами. Между структурными элементами, которые входят в состав контура автоматизации, осуществляется физическая связь.

Основная часть. Контур автоматизации образуется различными по функциональному назначению и конструктивному выполнению техническими средствами, которые могут иметь различную физическую природу. Контур автоматизации может формироваться техническими средствами электрической, гидравлической, пневматической и механической природы. Взаимодействие технических средств в контуре автоматизации осуществляется благодаря физической связи между

ними. Физическая связь проявляется в том, что выходной сигнал в виде определенных физических параметров предыдущего технического средства является входным сигналом последующего технического средства. Одновременно с прохождением сигнала от одного технического средства к другому в каждом из них может происходить изменение физической природы входного сигнала [1, 4, 7].

По характеру действия контура автоматизации реально действующие системы автоматизации разделяются на две разновидности. Каждая разновидность систем автоматизации характеризуется наличием замкнутого или разомкнутого контура автоматизации. Это означает, что в одной разновидности систем автоматизации действует главная обратная связь, в другой разновидности систем автоматизации отсутствует главная обратная связь. Наличие главной обратной связи в системе автоматизации означает, что в ней действует замкнутый контур автоматизации. Отсутствие главной обратной связи в системе автоматизации означает, что в ней действует разомкнутый контур автоматизации [4, 6, 9].

Замкнутый контур автоматизации представляет собой непрерывный и одновременно закольцованный канал в системе автоматизации, который создается в ней техническими средствами и обеспечивает контролирование только одного управляемого параметра объекта автоматизации. Замкнутый контур автоматизации в виде непрерывного кольцевого канала носит автономный и независимый характер и действует в системе автоматизации отдельно для каждого управляемого параметра объекта автоматизации. Автономность и независимость замкнутого контура автоматизации означает, что изменение одного управляемого параметра объекта относительно его заданного значения приводит к появлению управляющего сигнала и управляющей команды. Управляющий сигнал действует по каналу только своего замкнутого контура, не смешиваясь с управляющими сигналами других контуров автоматизации одной и той же системы автоматизации. Замкнутый контур автоматизации имеет в своем составе необходимые структурные элементы нужной функциональной направленности.

Функциональная направленность означает, что каждый структурный элемент целенаправленно и однозначно выполняет в системе автоматизации свою конкретную функцию. В общем случае функциональная направленность каждого структурного элемента выражается в конкретном преобразовании входного сигнала в выходной с конкретной целью. Преобразование входного сигнала в выходной может со-

проводятся в большинстве структурных элементов количественно и качественно, а в некоторых структурных элементах только количественно. Это означает, что в одних структурных элементах преобразование входного сигнала в выходной сопровождается увеличением численного значения, а также с одновременным изменением физической природы входного сигнала. Это означает количественное и качественное преобразование входного сигнала. В других структурных элементах преобразование входного сигнала в выходной сопровождается только увеличением численного значения входного сигнала без изменения физической природы. Это означает количественное преобразование входного сигнала [1, 4, 7].

В общем случае замкнутый контур автоматизации может включать в свой состав следующие функционально необходимые структурные элементы: измерительный преобразователь или чувствительный элемент (ИП или ЧЭ), сравнивающий (СЭ) и задающий (ЗЭ) элементы, усилительный орган (УО), исполнительный механизм (ИМ), регулирующий орган (РО). Структурными элементами являются технические средства автоматизации конкретного конструктивного исполнения. Замкнутый контур автоматизации, состоящий из указанной последовательности структурных элементов, эффективно и целенаправленно выполняет свою конкретную функциональную задачу. Содержание функциональной задачи заключается в автоматическом поддержании заданного состояния равновесия объекта автоматизации. Такой номинально необходимый количественный состав структурных элементов характеризуется традиционной элементной базой и образует автоматический регулятор управления [4, 6, 8].

Словосочетание «из указанной последовательности структурных элементов» означает, что замкнутый контур в системах автоматизации образуется структурными элементами в их изложенной последовательности.

Выполнение функциональной задачи сводится к измерению параметра управления объекта автоматизации, последующему преобразованию и передаче информации о его отклонении относительно заданного значения по каналу замкнутого контура во вход объекта. На основе такой информации формируются управляющие воздействия в виде сигнала определенной физической природы. Управляющие воздействия устраняют возникающие отклонения параметра управления объекта, что стабилизирует его заданное состояние равновесия. В случае управления объектом по двум и большему количеству управляе-

мых параметров обеспечение его заданного состояния равновесия осуществляется по каждому параметру. Это означает, что по каждому параметру управления формируются управляющие сигналы, которые проходят по индивидуальному и независимому каналу своего замкнутого контура. Количество замкнутых контуров в системе автоматизации соответствует количеству параметров управления объектом.

Непрерывный, но незакольцованный канал в разомкнутом контуре автоматизации имеет в основном электрическую, механическую и гидравлическую природу. Технические средства электрической природы, как правило, целенаправленно разрабатываются для формирования разомкнутого контура в системах автоматизации. Технические средства механической и гидравлической природы часто являются механизмами и соответственно узлами технологического оборудования, которые выполняют определенный технологический процесс. Разомкнутый контур автоматизации дополнительно оснащается техническими средствами автоматизации электрической природы [6–8].

Несмотря на различия в конструктивном исполнении и в физической природе технические средства автоматизации согласованно работают в разомкнутом контуре, который они образуют. Технические средства своим закономерным и последовательным расположением одного относительно другого обеспечивают физическую связь между выходом предыдущего и входом последующего технического средства. Выходной и входной сигналы двух соседних последовательно расположенных технических средств в контуре имеют одинаковую физическую природу и характеризуются одними и теми же физическими параметрами.

В каждом техническом средстве разомкнутого контура осуществляется преобразование входного сигнала в выходной за счет действия деталей и элементов каждого технического средства, образующих внутри такого средства непрерывный канал. В результате определенного расположения технических средств одного относительно другого в системе автоматизации образуется непрерывный канал, по которому проходят управляющие сигналы и преобразуются в управляющие воздействия. Незакольцованность непрерывного канала в системе автоматизации характеризуется тем, что управляющие сигналы проходят только в одном направлении, достигая объекта автоматизации в виде управляющих воздействий и целенаправленно действуя в него. Действие управляющих воздействий в объект направлено на выполнение заданного алгоритма функционирования.

В системах автоматизации различного вида (САР, САУ, САК) действует определенное количество разомкнутых контуров автоматизации. В каждой системе автоматизации одного вида количество разомкнутых контуров автоматизации зависит от ее конструктивного исполнения и количества физических параметров, которые используются для автоматического управления или автоматического контроля [1, 7].

В САР действует, как правило, один разомкнутый контур автоматизации. В САУ чаще всего действует один разомкнутый контур автоматизации, но может действовать и большее количество разомкнутых контуров автоматизации. В САК может действовать один разомкнутый контур автоматизации или большее количество разомкнутых контуров автоматизации, что определяется только количеством физических параметров, используемых для контроля за состоянием объекта.

Разомкнутый контур автоматизации в виде непрерывного незакольцованного канала носит автономный и независимый характер. Такой контур действует в системе автоматизации отдельно для каждого физического параметра, согласно которому осуществляется автоматическое управление или автоматический контроль. Разомкнутый контур автоматизации включает в свой состав необходимые структурные элементы в нужном количестве. Их оптимальный состав обеспечивает выполнение заданного алгоритма функционирования объекта.

Заключение. Исходя и вышеизложенного можно сделать следующие заключение, что замкнутый и разомкнутый контуры автоматизации характеризуются определенной общностью. Общность обоих контуров автоматизации имеет конкретное содержание, которое выражается в следующем.

Замкнутый контур автоматизации, образующий главную обратную связь в системах автоматизации, может иметь в своем составе местную обратную связь. В то же время разомкнутый контур автоматизации также может иметь в своем составе местную обратную связь. Местная обратная связь в обеих разновидностях контуров автоматизации может быть присуща одному структурному элементу (техническому средству одного вида) или может быть образована несколькими структурными элементами (техническими средствами различных видов).

Замкнутый и разомкнутый контур автоматизации в САР и САУ, образованный определенной совокупностью технических средств, представляет собой автоматический регулятор управления (АРУ). Разомкнутый контур автоматизации в САК, образованный конкретной совокупностью технических средств, представляет собой последова-

тельно соединенные автоматический регулятор контроля (АРК) и автоматический регулятор сигнализации (АРС).

ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматика и автоматизация производственных процессов / И. И. Мартыненко [и др.]. – Москва: Агропрмиздат, 1985.
2. Бородин, И. Ф. Автоматизация технологических процессов / И. Ф. Бородин, Н.М. Недилько. – Москва: Агропрмиздат, 1987.
3. Бородин, И. Ф. Автоматизация технологических процессов / И. Ф. Бородин, Ю. А. Судник. – Москва: Колос, 2004.
4. Головинский, О. И. Основы автоматики / О. И. Головинский. – Москва: Высшая школа, 1987.
5. Козлов, С. И. Развернутый структурный анализ систем автоматизации и его эффективность / С. И. Козлов // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 116–120.
6. Проектирование систем автоматизации технологических процессов / А. С. Клюев [и др.]. — Москва: Энергоатомиздат, 1990.
7. Радченко, Г. Е. Автоматизация сельскохозяйственной техники / Г. Е. Радченко. – Минск: Технопринт, 2005.
8. Ревин, Ю. Г. Основы автоматизации производственных процессов / Ю. Г. Ревин, Ю. В. Костенко. – Москва: Агропромиздат, 1991.
9. Шавров, А. В. Автоматика / А. В. Шавров, А. П. Коломиец. – Москва: Колос, 2000.

Аннотация. Определенная количественная совокупность структурных элементов и функциональная последовательность их расположения в автоматических регуляторах различного назначения обеспечивает в системах автоматизации конкретного каждого вида выполнение конкретной функциональной задачи. Такая работа направлена на вполне осмысленное понимание эксплуатационного содержания и сущности систем автоматизации. Большое количество разнообразных систем автоматизации, которые отличаются между собой назначением, конструктивным выполнением структурных элементов автоматических регуляторов и рабочим процессом. Несмотря на столь значительное разнообразие систем автоматизации и отличительные особенности, по указанным параметрам их можно разделить по определенному конструктивному признаку. Таким конструктивным признаком в автоматических системах является контур автоматизации.

Ключевые слова: автоматизация, объект автоматизации, автоматическое регулирование, контур автоматизации.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

А. М. КУЛИК, аспирант
П. Ю. КРУПЕНИН, канд. техн. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Гуминовые вещества возникают в результате природных процессов разложения органических остатков в почве. Именно эти вещества являются накопителями плодородия почв, обладают способностью влиять на обменные процессы, выделяя в почвенный субстрат физиологически активные вещества и элементы питания, обеспечивающие интенсивное развитие почвенной микробиоты, растительных организмов и биоценозов в целом. Сырьем для получения гуминовых кислот являются органометаллические породы, такие как торф, уголь, сапропель и горючие сланцы [2, 4, 10].

Основная часть. Имеющийся опыт применения гуминовых кислот в растениеводстве показывает, что они не только благотворно влияют на рост и развитие растений, но также повышают их устойчивость к неблагоприятным условиям и стрессам [1, 5, 8–12].

Многолетними исследованиями установлено, что использование жидкого гуминового препарата Биовермтехно для некорневой подкормки озимой пшеницы способствует раннему и равномерному появлению всходов, обеспечивает формирование более мощной корневой системы, что повышает уровень перезимовки растений на 5,5 %. В совокупности это повысило плотность стеблестоя на 38–77 шт/м² и обеспечило прирост урожайности на 2,3–5,0 ц/га по сравнению с контролем. Также имеются экспериментальные данные о том, что при опрыскивании озимой пшеницы растворами гуматов в 0,01%-ной концентрации повышает содержание клейковины в зерне на 2 % [3].

Эффективным приемом для зерновых культур является предпосевная обработка семян гуматом натрия. Например, при протравливании семян зерновых культур прибавка урожая для озимой пшеницы составила в среднем 2,6 ц/га, для ячменя и овса – 2,7 ц/га. Предпосевная обработка семян кукурузы гуминовыми препаратами повышает урожай зерна в среднем на 3,2 ц/га, силосной массы – на 20 ц/га.

Комплексное использование гуминовых препаратов при возделывании сельскохозяйственных культур по сравнению с их однократным применением обеспечивает больший эффект. Например, использование гуминового препарата Гуматадор только для предпосевной обработки семян или некорневой подкормки кукурузы позволило получить прибавку к урожайности зеленой массы в 45,36 и 64,28 ц/га, соответственно. При использовании препарата одновременно для протравливания семян и подкормки растений при возделывании кукурузы на зеленую массу обеспечило прибавку урожайности в 90,66 ц/га [7].

Также эффективно использование жидких комплексных гуминовых удобрений при выращивании овощных культур. В условиях закрытого грунта они обеспечивают прибавку урожая огурцов на 10–15 %, томатов – 4,0–9,5 %, сладкого перца – 5–16 %, лука на перо и салата кочанного – 16–25 % [13].

Применение гуминовых удобрений повышает урожайность картофеля на 32–45 ц/га для сорта Сантэ и 13–45 ц/га для сорта Орбита. При этом также улучшается качество сельскохозяйственной продукции, что выражается в увеличении содержания крахмала в клубнях картофеля на 1,8–2,7 %. Также отмечается пролонгирование действия таких удобрений в последующие годы.

Гуминовые препараты показывают свою эффективность и в садоводстве. Например, внекорневые подкормки яблонь 0,005%-ным раствором гумата натрия повышают урожай в зависимости от сорта на 7–12 %, а при его одновременном внесении с 0,5%-ным раствором мочевины – на 21–28 % (расход рабочей жидкости – 1200 л/га).

Протекторная функция гуминовых веществ может быть использована для снижения угнетающего воздействия на растения пестицидов, накапливающихся в почве при интенсивном использовании химических средств защиты. Имеются результаты исследований, что при обработке предшествующей культуры гексахлораном с нормой внесения 24 кг/га всходы ячменя отставали на 2–5 дней от контроля, а урожайность снижалась с 47,2 ц/га до 37,2 ц/га. Однако, при внесении гуминового препарата Гумофос в количестве 20 т/га, угнетающее воздействие гексахлорана блокируется и урожайность ячменя повышается до 45,6 ц/га, т. е. практически до уровня контрольного участка, на котором обработка пестицидами предшествующей культуры не проводилась. Это позволяет судить о том, что гуминовые препараты ускоряют разложение гексахлорана, что уменьшает его поступление в растения, а следовательно, и их угнетение.

Гуминовые препараты могут использоваться не только в растениеводстве, но и на животноводческих предприятиях в качестве кормовых добавок для животных и птицы. Имеются экспериментальные данные об их положительном влиянии на скорость роста животных, сопротивляемость заболеваниям и устойчивость к неблагоприятным условиям внешней среды. Также гуминовые препараты могут быть использованы в качестве адсорбентов микотоксинов в кормах.

При добавлении гумата калия в рацион дойных коров среднесуточный надой увеличился на 18–20 % с одновременным сокращением расхода обменной энергии и сырого протеина сухого вещества корма на 13,5–14,5 %, по сравнению с контрольной группой животных [6].

Скармливание нитрогуминового препарата в порошкообразном и жидком виде поросятам-сосунам способствовало повышению среднесуточного прироста по сравнению с контрольной группой на 20,6 и 42,8 г соответственно.

Применение малых доз гуминовых кислот в качестве биологически активных добавок к кормам птицы улучшает обмен веществ, увеличивает прирост массы и повышает сопротивляемость организма к неблагоприятным условиям. При вводе гуминовых добавок в рацион бройлеров прирост живой массы увеличивается на 2,60–2,85 % при снижении потребления кормов на 2,3–6,4 %. При этом сохранность поголовья повышается на 5,72–8,57 %. Достаточной дозой для обеспечения указанного эффекта является 200–400 г гуминового препарата на 1 т корма.

Заключение. Анализ опыта применения гуминовых кислот в сельском хозяйстве позволяет сделать вывод о том, что использование этой группы гуминовых веществ в составе комплексных удобрений, а также в качестве стимуляторов роста растений или кормовых добавок, обеспечивает положительный практический эффект.

Возрастающий интерес к технологиям органического сельского хозяйства в совокупности с имеющимся положительным эффектом использования гуминовых веществ, могут послужить факторами увеличения спроса на такие препараты, что потребует совершенствования технологий их производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Применение регуляторов роста на посевах озимой пшеницы / В. Н. Босак // Новые идеи в растениеводстве и пути их реализации. – Москва: ВАСХНИЛ, 1991. – С. 25–26.

2. Кулик, А. М. Анализ источников сырья для получения гуминовых веществ в Республике Беларусь // А. М. Кулик, П. Ю. Крупенин // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 61–63.

3. Кулик, А. М. Биохимические предпосылки совершенствования технологий получения гуминовых кислот // А. М. Кулик, П. Ю. Крупенин // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. – 2022. – № 1 (21). – С. 117–122.

4. Кулик, А. М. Методика проведения отсеивающего эксперимента при обработке торфа кавитационным диспергатором в процессе экстракции гуминовых кислот / А. М. Кулик, П. Ю. Крупенин, С. В. Курзенков // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 87–97.

5. Максимова, С. Л. Применение жидких гуминовых удобрений на основе биогауса в интенсивном земледелии / С. Л. Максимова, В. Н. Босак, Е. Г. Лузин; НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам. – Минск, 2014. – 18 с.

6. Микитюк, В. В. Использование гумата калия в кормлении продуктивных животных / В. В. Микитюк, С. В. Цап, Н. А. Бегма // Гуминовые вещества и фитогормоны в сельском хозяйстве. – Днепрпетровск, 2010. – С. 176–177.

7. Мустафаева, Ф. С. Агроэкологическое обоснование приемов применения гуминовых микроудобрений в технологии возделывания кукурузы и яровой пшеницы на кормовые цели в условиях центрального района нечерноземной зоны России: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01. – Караваяво, 2017. – 21 с.

8. Новые виды гуминовых удобрений в адаптивном земледелии / А. В. Шарاپов [и др.] // Вестник БГСХА. – 2020. – № 4. – С. 164–166.

9. Приемы возделывания бобовых овощных культур / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 183 с.

10. Применение новых видов гуминовых удобрений в агробиоценозах / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2020. – 14 с.

11. Применение регуляторов роста при возделывании овощных, пряно-ароматических и эфирно-масличных культур / В. Н. Босак [и др.] // Пути повышения эффективности удобрений, качества растениеводческой продукции и плодородия почвы. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 47–49.

12. Сачивко, Т. В. Эффективность применения гуминовых удобрений при возделывании пряно-ароматических и эфирно-масличных культур / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 337–339.

13. Торфогуминовые удобрения и их использование в овощеводстве. – Ленинград: ВНИИП, 1990. – 33 с.

Аннотация. Рассмотрены предпосылки к совершенствованию технологий получения гуминовых кислот в контексте факторов воздействия этих веществ на объекты живой природы и имеющегося практического опыта их использования в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: сельское хозяйство, экстракция, гуминовые кислоты.

СПОСОБЫ СКАРИФИКАЦИИ СЕМЯН

К. А. МАЧЁХИН, ст. преподаватель

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Основной стратегической целью отечественного агропромышленного комплекса является обеспечение населения основными продуктами питания (зерном, молоком, мясом и др.) за счет собственного производства, по доступным ценам для населения.

В проблеме обеспечения населения продуктами животноводства главным является система кормопроизводства – заготовки и использования кормов. Это определяет необходимость повышения обеспеченности животных качественными кормами и организацию бесперебойных зеленых конвейеров в летнее время. Высокоэффективное производство бобовых и злаковых трав является сегодня одной из важных задач в кормопроизводстве. Многолетние травы – это не только высокоэкономичный резерв создания качественной и сбалансированной по элементам питания кормовой базы, но и элементы системы земледелия, улучшающие структуру почвы и обеспечивающие сохранность ее плодородия, что в условиях дефицита ресурсов становится условием высокоэффективного хозяйствования [1–3].

Основная часть. Семена некоторых растений находятся в очень плотной оболочке, которая лопается и пропускает росток только через несколько месяцев, когда внутрь семян наконец попадет влага. Скарификация – нарушение твердой водонепроницаемой оболочки семян с целью облегчения их набухания и прорастания, а также увеличения процента всхожести [4, 5].

Механическая скарификация чаще всего применяется в промышленных масштабах. Зачастую в производстве могут использоваться машины для уменьшения количества твердых семян, не предназначенных специально для скарификации. В таком случае имеет место повреждение зародыша семенного материала и, как следствие, отрицательные результаты. В результате кожура немного потрескается, и всходы смогут свободно пробиться наружу. При этом исключается риск повреждения самого ростка.

При химическом способе наружный слой оболочки семян повреждают воздействием серной кислоты, обработка в течение 25 мин поз-

воляет снизить количество твердых семян у клевера на 65 %, у козлятника – на 30 % [6].

Но ввиду трудоемкости и высокой стоимости, опасности для людей при проведении обработки, химический способ применяется только для небольших партий семян в селекционных работах.

Большой интерес вызывает термический способ, при котором, семена помещают в горячую (100 °С), далее в холодную воду (1–15 °С), добавляя при этом разнообразные питательные вещества. Обеззараживающий эффект достигается при обработке кипятком, а дальнейшее охлаждение позволяет избежать повреждение зародыша семени, а резкий температурный перепад влечет за собой образование на семенной оболочке микротрещин. Недостатком данного способа является требование большой экспозиции и четкого выдерживания температуры нагрева, а также его трудоемкость в связи с необходимостью замачивания семян и последующей их сушки.

Ультразвуковой способ скарификации изучался достаточно подробно для семян после обработки в течение 10 мин всхожесть возросла в несколько раз. Разработан метод обработки в ультразвуковом поле, где одновременно со скарификацией семена обеззараживались, а также происходило стимулирование ростовых процессов. В результате всхожесть в полевых условиях возросла на 9,9 % по сравнению с контрольным вариантом.

За рубежом ученые также изучают различные способы скарификации. Бразильские ученые, проведя исследования с древесным бобом по скарифицированию его наждачной бумагой (механическая скарификация), погружении в концентрированную H_2SO_4 (химическая) и в горячую воду (термическая) в интервале времени 5–20 мин с шагом 5 мин показали, что наиболее эффективной обработкой оказалась химическая (20 мин обработки с прорастанием 93,0 % жизнеспособных семян), наименьшую эффективность показала термическая обработка [4], к тем же выводам пришли чешские исследователи. Ученые, проводившие скарификацию для бобовых культур в условиях Аравийской пустыни отмечают, что химическая скарификация более предпочтительная. В свою очередь, эксперименты в Аргентине показали, что наибольшую эффективность термическая обработка. Ученые Канады, которые исследовали воздействие скарификации на всхожесть клевера трех видов, получили аналогичные выводы [7].

Однако химическая, термическая и ультразвуковая скарификация семян, при всех своих достоинствах, в массовом производстве приме-

няется редко. При механической скарификации, в случае массовой обработки крупных партий семян, при применении скарификаторов, значительно снижающих трудоемкость процесса, возможно добиться требуемого качества обработки с высоким уровнем всхожести семян.

Заключение. Наиболее доступным, простым и производительным является механический способ нарушения целостности оболочки семян – скарификация. В результате скарификации на оболочке семян образуются микроскопические трещины и царапины, которые способствуют поступлению питательных веществ, влаги и воздуха, способствуя быстрому набуханию и прорастанию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Урожайность и качество клевера лугового в зависимости от доз и соотношений минеральных удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / В. Н. Босак, Н. А. Близнюк, Е. С. Малей // Почвоведение и агрохимия. – № 1 (36). – С. 174–180.

2. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.

3. Люцерна – резерв повышения молочной продуктивности / В. Н. Босак [и др.] // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве. – Минск: БГАТУ, 2014. – С. 166–168.

4. Мачехин, К. А. Скарификация семян галеги как путь повышения продуктивности производства кормов / К. А. Мачехин, Д. А. Михеев // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 113–115.

5. Мачехин, К. А. Скарификация семян галеги, как путь повышения продуктивности производства кормов / К. А. Мачехин // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. – 2022. – № 1 (21). – С. 123–126.

6. Обоснование режимов предпосевной обработки семян твердой оболочкой ультразвуком и электромагнитным полем сверхвысокой частоты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.altstu.ru/disser/2017/Avtoreferat-Zubovoj.pdf>. – Дата обращения: 15.11.2022.

7. The effects of temperature and scarification on seed germination of three Dalea species [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.researchgate.net/publication/281615954>. – Дата обращения: 18.11.2022.

Аннотация. Описаны способы скарификации семян для предпосевной обработки семенного материала.

Ключевые слова: скарификация, сельское хозяйство, всхожесть, оболочка, повреждение.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ШНЕКОВ РАЗДАТЧИКА-СМЕСИТЕЛЯ КОРМОВ РСК-12

А. В. МЕЛЕХОВ, ст. преподаватель

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Одним из основных процессов в животноводстве является приготовление и раздача кормов, для обеспечения которых применяются различные средства механизации, в том числе раздатчик-смеситель кормов РСК-12 [1–7].

Прицепной раздатчик-смеситель РСК-12 выпускается в Республике Беларусь ОАО «Бобруйскагромаш». Кормораздатчик предназначен для работы в животноводческих помещениях с шириной проезда не менее 2,3 м и высотой выездных ворот не менее 2,55 м при ширине кормового прохода не менее 2,1 м. Кормораздатчик агрегируется с колесными тракторами класса 1,4, имеющими выходы гидросистемы, пневмопривод тормозов, ВОМ, розетку электрооборудования и тягово-сцепное устройство ТСУ-2 (гидрокрюк) или ТСУ-2В (вилка).

Основная часть. На этапе приготовления кормосмеси происходит измельчение и перемешивание компонентов в бункере. Измельчение происходит благодаря закреплённым на винтовой поверхности шнека ножам. В модернизируемой машине для улучшения работы ножа и экономии энергоресурсов заменим лемешные болты с полукруглой головкой на лемешные болты с потайной головкой, что сократит потери мощности на сдвиг и перемещение корма головками болтов. Известно также, что масса 1000 лемешных болтов с полукруглой головкой 23,79 кг, а масса 1000 лемешных болтов с потайной головкой равна 16,4 кг. Отсюда следует, что масса комплекта болтов (256 шт.) первых – 6,1 кг, а вторых – 4,1 кг. Видно, что металлоёмкость машины уменьшится на 2 кг. Так как сила трения о поверхность болтов не оказывает значительного влияния, её можно пренебречь при расчётах затрачиваемой энергии. Также дополнительно вносятся изменения в конструкцию ножа. Для увеличения срока службы комплекта ножей сделаем дополнительные отверстия рядом с существующими, таким образом при износе ножа можно будет увеличить его вынос над винтовой поверхностью. Это должно увеличить срок службы ножей до

1,5 раз, что позволит сократить эксплуатационные и амортизационные издержки.

Определим массу перемещаемого корма одной головкой болта за один оборот шнека. Примем, что болт движется по окружности. Таким образом, для определения массы необходимо вычислить объем выталакиваемой массы кормосмеси за один оборот:

$$V_k = 2\pi R_{ш} \cdot S_{гол},$$

где $R_{ш}$ – радиус окружности, по которой расположены на шнеке болты ($R_{ш} = 255\text{мм}$);

$S_{гол}$ – площадь сегмента центрального сечения головки болта ($S_{гол} = 66,8 \text{ мм}^2$).

$$V_k = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,0255 \cdot 0,0000668 = 0,000011 \text{ м}^3.$$

Находим массу корма:

$$m = V \cdot \rho;$$

ρ – плотность корма, $\rho = 358,3 \text{ кг/м}^3$.

$$m = 0,000011 \cdot 358,3 = 0,0038 \text{ кг/об} = 3,8 \text{ г/об}.$$

Определим количество корма, передвигаемое головками всех болтов за требуемое время раздачи, принимаем исходя из требований,

$$t_p = 0,7 \text{ ч};$$

$$Q = 0,0038 \cdot 1,52 \cdot 2520 \cdot 120 = 1746 \text{ кг}.$$

Определим затрачиваемую мощность на перемещение корма полукруглыми головками лемешных болтов:

$$N = \frac{Q \cdot 10^2 \cdot L \cdot k'}{367},$$

где L – расстояние перемещения корма ($L_{\text{max}} = 0,005 \text{ м}$);

k' – коэффициент, учитывающий кривизну поверхности болта ($k' = 0,6$).

$$N = \frac{1746 \cdot 10^2 \cdot 0,005 \cdot 0,6}{367} = 1,4 \text{ кВт.}$$

Таким образом, замена лемешных болтов с полукруглой головкой на лемешные болты с потайной головкой сократит потери мощности на 1,4 кВт.

Заключение. При раздаче кормов мобильным кормораздатчиком РСК-12 происходит: уменьшаются капиталовложения, увеличивается производительность труда и уменьшаются затраты труда, а также увеличивается срок службы отдельных узлов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белянчиков, Н. Н. Механизация животноводства и кормоприготовления / Н. Н. Белянчиков, А. И. Смирнов. – Москва: Агропромиздат, 2015. – 432 с.
2. 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.
3. Завражных, А. И. Механизация приготовления и хранения кормов / А. И. Завражных, Д. И. Николаев. – Минск: Агропромиздат, 1990. – 336 с.
4. Рошка, Т. Б. Производственные технологии / Т. Б. Рошка, В. Н. Босак, О. В. Нилова. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 102 с.
5. Семенов, А. А. Требования к безопасности труда при использовании кормораздатчика ПРСК-12 с загрузочной фрезой / А. А. Семенов, А. М. Кулик // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 97–98.
6. Техническое обеспечение процессов в животноводстве / В. К. Гриб [и др.]. – Минск: Беларус. наука, 2004. – 831 с.
7. Шальпина, Е. М. Требования безопасности труда при использовании кормораздатчика РСК-12-3 с грейферным погрузчиком / Е. М. Шальпина, В. С. Черников // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 114–115.

Аннотация. Приведены направления модернизации раздатчика-смесителя кормов РСК-12, улучшающие его основные характеристики.

Ключевые слова: кормораздатчик, шнеки, загрузочный бункер, кормосмесь.

МЕТОДЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА МЕТАНОВОГО БРОЖЕНИЯ

А. А. ОСТРЕЙКО, ст. преподаватель

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. В большинстве стран мира биогазовые технологии стали стандартом очистки и утилизации муниципальных и промышленных сточных вод, переработки сельскохозяйственных и твердых бытовых отходов с целью получения биогаза для производства тепловой и электрической энергии и высокоэффективного органического удобрения. Получение биогаза из отходов животноводства представляет собой довольно сложный процесс, а для его успешной реализации необходимо решить большое число технологических, технических и экономических вопросов [2, 3, 7, 8].

Значительные трудности связаны с выбором технологии анаэробного сбраживания, режимами работы и обоснованием параметров технологического оборудования. Все это влияет на производство биогаза и должно быть учтено при решении вопроса интенсификации процесса метанового сбраживания.

Основная часть. В настоящее время существует две группы методов интенсификации процессов метанового сбраживания: группа микробиологических методов и группа конструктивно-технологических методов.

Микробиологические методы интенсификации процесса метанового брожения представлены следующими основными направлениями: коферментация, получение новых штаммов микроорганизмов, использование стимулирующих добавок, иммобилизация.

Коферментация (совместное сбраживание отходов растительного и животного происхождения) технологически оправдана, поскольку растительный субстрат дает значительно больший выход биогаза по сравнению с отходами животного происхождения, что объясняется более высоким содержанием различных факторов роста, таких как, аминокислоты и редуцирующие сахара [1, 4].

Перспективным также является получение новых штаммов микроорганизмов (*Methanosarcina*, *Methanobacterium*, *Methanospirillum*, *Metanobrevibacter* и др.), обладающих повышенной способностью к

метанообразованию, использование добавок, стимулирующих процессы окисления, которые изменяют соотношение углерода и азота (оптимальное соотношение $C/N = 20/1-30/1$) с целью интенсификации процесса анаэробного сбраживания. Также используются различные факторы роста, ферменты, энзимы [5].

Одним из наиболее эффективных микробиологических способов увеличения окислительной мощности традиционных биоэнергетических установок является применение адгезионной и адсорбционной иммобилизации биомассы на поверхности инертных твердых материалов. При этом происходит не только увеличение концентрации биомассы в единице объема метантенка, но и повышается устойчивость микроорганизмов к негативным факторам окружающей среды, что связано с обогащением видового состава биоценозов. Исследованиями иммобилизации микроорганизмов на гелях, мембранах, волокнах, решетках занимаются в настоящее время ряд ученых [1].

Значительные резервы интенсификации процессов получения биогаза скрыты в применении различного рода конструктивно-технологических методов интенсификации процесса анаэробного сбраживания, таких как температура, перемешивание субстрата, разделение процесса анаэробного сбраживания на стадии, качественная подготовка сырья.

Оптимальный температурный режим различен для каждого вида сырья, но на основании эмпирических данных различных установок, оптимальным диапазоном температур для мезофильного температурного режима является 34–37 °С, а термофильного 52–54 °С. Психрофильный температурный режим соблюдается в установках без подогрева, в которых отсутствует контроль температуры. Наиболее интенсивное выделение биогаза в психрофильном режиме происходит при температуре 23 °С [4, 9].

К преимуществам термофильного процесса сбраживания относятся повышенная скорость разложения сырья и, следовательно, более высокий выход биогаза, а также практически полное уничтожение болезнетворных бактерий, содержащихся в сырье.

Недостатками термофильного разложения являются: большое количество энергии, требуемое на подогрев сырья в реакторе, чувствительность процесса сбраживания к минимальным изменениям температуры и несколько более низкое качество получаемых удобрений.

При мезофильном режиме сбраживания сохраняется высокий аминокислотный состав биоудобрений, но обеззараживание сырья не та-

кое полное, как при термофильном режиме. Установлено, что для стран с холодными климатическими условиями наиболее предпочтительным является мезофильный режим.

В настоящее время проводятся экспериментальные исследования индукционного нагрева навоза в метантенке. Для эффективной работы биогазовой установки и поддержания стабильности процесса сбраживания сырья внутри метантенка необходимо перемешивание. Главными целями перемешивания являются: высвобождение произведенного биогаза; перемешивание свежего субстрата и популяции бактерий (прививка); предотвращение формирования корки и осадка; предотвращение участков разной температуры внутри реактора; обеспечение равномерного распределения популяции бактерий; предотвращение формирования пустот и скоплений, уменьшающих эффективную площадь реактора. Перемешивание является ключевым способом повышения эффективности работы биогазовой установки. Согласно литературным источникам, оптимальное перемешивание субстрата в метантенке увеличивает выход биогаза на 50 % [1, 9].

Процесс производства биогаза может быть основан на разделении природного биологического процесса метаногенерации на 3 стадии: гидролиз, кислотообразование, образование метана, либо на две стадии – гидролиз и кислотообразование (совместно с метанообразованием). Процесс может быть реализован в соединенных последовательно реакторах, либо в одном реакторе, разделенном на зоны перегородками. В целом, применение такой биосистемы позволяет интенсифицировать процесс в 2–3 раза.

Однако разделение процесса анаэробного сбраживания на стадии очень сложно реализовать с конструктивной точки зрения, так как для этого требуется значительное усложнение конструкции самого метантенка, либо применение дополнительных аппаратов, что ведет к увеличению и без того высоких капитальных затрат.

На эффективность работы биогазовых установок большое влияние оказывает предварительная подготовка исходного субстрата. Чем меньше размеры частиц органических компонентов исходного сырья, тем больше их удельная поверхность и соответственно интенсивнее происходят процессы сбраживания. В настоящее время для придания биомассе однородной и гомогенной консистенции используются ультразвуковые и гидродинамические кавитационные деструкторы [6].

Результатами предварительной обработки биологического сырья являются высокая степень измельчения и гомогенизации сырья;

уменьшение периода сбраживания биомассы и, как следствие, возможность строительства реакторов меньших размеров; высвобождение природных энзимов, являющихся биологическими катализаторами процесса сбраживания биомассы; стабилизация биологических процессов, что в целом приводит к увеличению содержания метана в биогазе до 70–75 % [9].

Заключение. Интенсификация процесса получения биогаза за счет микробиологических методов и конструктивно-технологических решений позволяет повысить количество и качество вырабатываемого биогаза, обеспечивая благоприятные условия для жизнедеятельности микроорганизмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баадер, В. Биогаз: теория и практика / В. Баадер, Е. Доне, М. Бренндерфер. – Москва: Колос, 1982. – 148 с.
2. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018. – 312 с.
3. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак. – Старый Оскол: ТНТ, 2022. – 356 с.
4. Веденев, А. Г. Биогазовые технологии в Кыргызской Республике / А. Г. Веденев, Т. А. Веденева – Бишкек: Евро, 2006. – 90 с.
5. Волова, Т. Г. Биотехнология / Т. Г. Волова. – Новосибирск: РАН, 1999. – 252 с.
6. Карташов, Л. П. Перспективы применения энергосберегающей кавитационной обработки материалов в технических процессах АПК / Л. П. Карташов, А. В. Колпаков // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. – 2010. – Т. 1. – С. 132–139.
7. Острейко, А. А. Оценка качественных характеристик сырья, используемого для получения биогаза / А. А. Острейко // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 98–101.
8. Острейко, А. А. Получение биогаза из смесей сырья животного и растительного происхождения / А. А. Острейко, К. Л. Пузевич // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 31–34.
9. Эдер, Б. Биогазовые установки: практическое пособие / Б. Эдер, Х. Шульц. – Москва, 2006. – 238 с.

Аннотация. Рассмотрены методы интенсификации процесса метанового сбраживания для более полной утилизации отходов АПК и повышения выхода биогаза, указаны их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: биогазовая установка, биогаз, метантенк, метанообразование, реактор, метановое брожение.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ ПРИ ПОСЕВЕ ПОД МУЛЬЧИРУЮЩУЮ ПЛЕНКУ

К. Л. ПУЗЕВИЧ¹, канд. техн. наук, доцент
В. И. КОЦУБА¹, канд. техн. наук, доцент
В. В. ПУЗЕВИЧ¹, аспирант
А. И. ФИЛИПШОВ², канд. техн. наук, доцент

¹УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

²УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
Гродно, Республика Беларусь

Введение. Урожайность культур и качество выращиваемого продукта в первую очередь зависят от почвы и ее состояния [2, 10, 15–17, 25, 28]. Почва – сложнейшая система взаимодействующих между собой минералов, органических соединений и живых организмов, формировавшийся миллионы лет, но очень хрупкий и легко разрушаемый неразумным хозяйствованием. А значит, почву нужно не только умело использовать, но и защищать. И одним из очень эффективных методов защиты почвы является мульчирование [7, 9, 21, 26].

Самым технологичным и самым универсальным мульчирующим материалом является полиэтиленовая пленка. В ряде зарубежных стран (Япония, США, ФРГ, Франция, Италия и др.) пленочное мульчирование стало обычным технологическим приемом при культивировании растений в открытом и защищенном грунте и проводится на сотнях тысяч гектаров [1, 3–6, 11–14, 19, 22].

Мульчирующую пленку используют для защиты сельскохозяйственных культур от агрессивных условий окружающей среды. Она задерживает испарение влаги и способствует равномерному ее распределению как в верхних, так и в нижних горизонтах почвы, что играет положительную роль не только в районах с недостаточным увлажнением, так как экономия воды при этом составляет около 60 %; ускоряет биологические процессы в почве, обеспечивает лучшее снабжение растений питательными веществами; активно используется для сохранения тепла и борьбы с сорняками. Все это положительно сказывается на росте и развитии растений, ускоряет созревание и увеличивает урожай от 40 до 60 % [13, 18, 20, 27].

Основная часть. Весной 2022 г. были проведены полевые опыты с целью выявления влияния мульчирующей пленки на физиологические показатели зерна кукурузы. Опыты проводились с кормовой и сахар-

ной кукурузой при использовании технологии традиционного посева и посева под мульчирующую пленку [10].

Как и указывали другие авторы [9, 21, 26], мульчирующая пленка способна создать условия для более раннего появления всходов, что и отражается на качестве полученного урожая.

Полученное зерно кукурузы было протестировано испытательной лабораторией качества семян УО БГСХА 7 октября 2022 г. Для этого использовались методы биохимической оценки, метод БИК-спектропии, методы термогравиметрии, методы оценки посевных качеств семян.

На рис. 1 (а, б, в, г) представлены результаты содержания лизина, метионина, цестина и сахара в зерне кукурузы, полученном по различным технологиям выращивания.

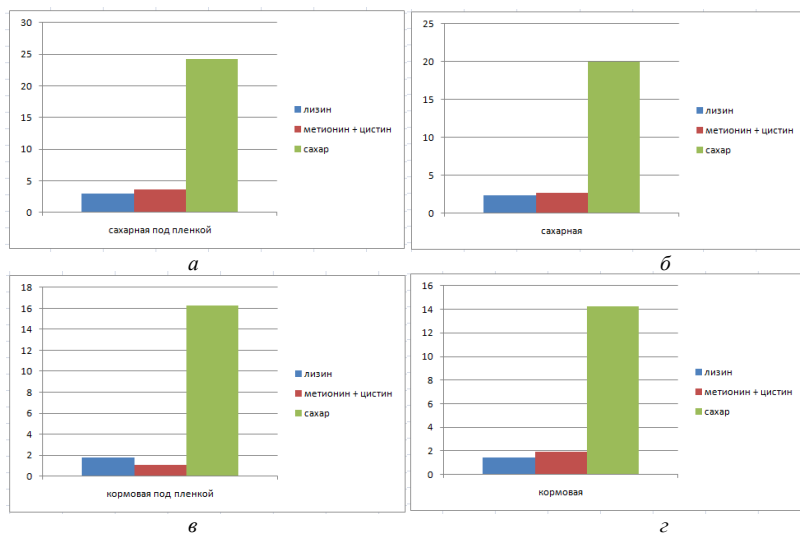


Рис. 1. Содержание аминокислот в зерне кукурузы по различным технологиям посева

Лизин и метионин – алифатические аминокислоты, входящие в состав белков. В организме человека не синтезируются, поэтому являются незаменимыми. Цистин – аминокислота, представляющая собой продукт окислительной димеризации цистеина. В организме человека находится в составе белков [8, 17, 23, 24].

Как видно из представленных данных, содержание лизина, метио-

нина, цистина и сахара выше у зерна, полученного при выращивании с применением мульчирующей пленки. Такой же рост показателей можно наблюдать и при анализе содержания каротина и витаминов группы В₁, В₂ и В₃, как показано на рис. 2 (а, б, в, г).

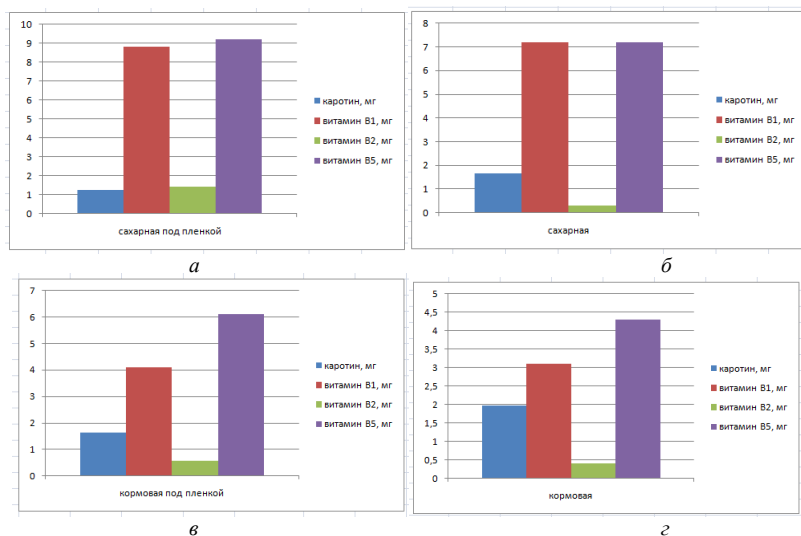


Рис. 2. Содержание витаминов в зерне кукурузы по различным технологиям посева

Витамин В₁ (тиамин) играет важную роль в процессах метаболизма углеводов, жиров и белков. Тело человека может хранить до 30 мг тиамин в тканях. Тиамин в основном сосредоточен в скелетных мышцах. Вещество необходимо для нормального роста и развития и помогает поддерживать надлежащую работу сердца, нервной и пищеварительной систем.

Витамин В₂ (рибофламин) является биологически активным веществом, играющим важную роль в поддержании здоровья человека. Витамин В₂ необходим для образования эритроцитов, антител, для регуляции роста и репродуктивных функций в организме. Он также необходим для здоровья кожи, ногтей, роста волос и в целом для здоровья всего организма, включая функцию щитовидной железы.

Витамин В₅ (пантотеновая кислота) является водорастворимым, имеет чувствительность к нагреванию, слабочувствителен к влажности. Пантотеновая кислота требуется для обмена жиров, углеводов,

аминокислот, синтеза жизненно важных жирных кислот, холестерина, гистамина, ацетилхолина, гемоглобина. Важнейшим свойством пантотеновой кислоты является ее способность стимулировать производство гормонов надпочечников – глюкокортикоидов, что делает его мощным средством для лечения таких заболеваний как артрит, колит, аллергия и болезни сердца. Витамин играет важную роль в формировании антител, а также способствует усвоению других витаминов.

Мульчирующая пленка также помогает защитить полученный урожай от зараженности патогенами (рис. 3).

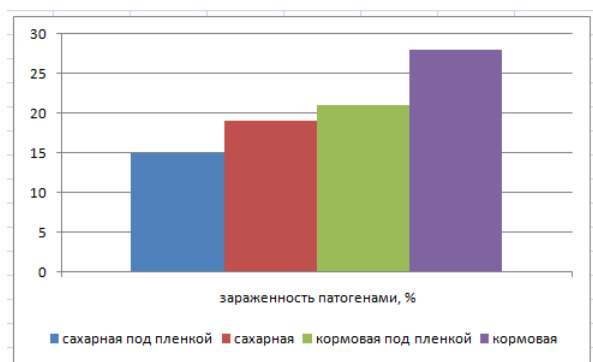


Рис. 3. Зараженность патогенами зерна кукурузы по различным технологиям посева

Содержание белка в сухом веществе выше у зерна, полученного при выращивании с применением мульчирующей пленки (рис. 4).

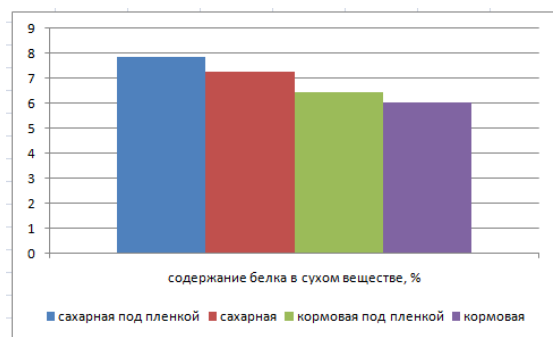


Рис. 4. Содержание белка в сухом веществе зерна кукурузы по различным технологиям посева

Заключение. Анализируя приведенные данные, можно сделать вывод, что применение мульчирующей пленки приводит к улучшению физиологических показателей зерна кукурузы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрегаты для посева сельскохозяйственных культур под мульчирующую пленку / К. Л. Пузевич [и др.] // Вестник БрГАУ. Серия: Технические науки. – 2022. – № 1. – С. 88–95.
2. Агрэоэкономическая эффективность применения удобрений при возделывании кукурузы / О. Н. Марцуль [и др.] // Почва, удобрение, урожай. – Горки: БГСХА, 2010. – С. 105–108.
3. Анализ машин для посева под мульчирующую пленку и обоснование движения их рабочих органов / В. И. Коцуба [и др.] // Вестник БГСХА. – 2021. – № 3. – С. 146–150.
4. Анализ машин для посева пропашных культур под мульчирующую пленку / В. И. Коцуба [и др.] // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. – Брянск: БрГАУ, 2020. – С. 107–113.
5. Анализ мульчирующих пленок / К. Л. Пузевич [и др.] // Главный агроном. – 2022. – № 3 – С. 12–14.
6. Анализ мульчирующих пленок / К. Л. Пузевич [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 135–137.
7. Анализ способов мульчирования / К. Л. Пузевич [и др.] // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. – Брянск: БрГАУ, 2021 – С. 59–166.
8. Босак, В. Н. Использование показателей биологической ценности белка в оценке качества зерновых культур / В. Н. Босак // Здоровье для всех. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – С. 26–27.
9. Дудка, В. Мульчирование почвы / В. Дудка // Лидер-Агро. – 2018. – № 12 (22). – С. 18–24.
10. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
11. Коцуба, В. И. Анализ машин для посева пропашных культур под мульчирующую пленку / В. И. Коцуба, В. В. Пузевич, К. Л. Пузевич // Главный агроном. – 2022. – № 2. – С. 66–69.
12. Коцуба, В. И. Анализ машин для посева пропашных культур под мульчирующую пленку / В. И. Коцуба, В. В. Пузевич, К. Л. Пузевич // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2022. – № 3. – С. 29–33.
13. Коцуба, В. И. Анализ машин для посева пропашных культур под мульчирующую пленку / В. И. Коцуба, К. Л. Пузевич, В. В. Пузевич // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 71–75.
14. Лукьянцев, А. В. Комбинированная машина для посева с мульчированием пленкой SPAPPERI SMP / А. В. Лукьянцев, В. В. Пузевич // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 6–7.
15. Марцуль, О. Н. Влияние различных видов органических удобрений на продуктивность зеленой массы кукурузы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве /

О. Н. Марцуль, В. Н. Босак // Почва – удобрение – плодородие – урожай. – Минск, 2009. – С. 190–192.

16. Марцуль, О. Н. Влияние удобрений на продуктивность кукурузы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / О. Н. Марцуль, В. Н. Босак, Т. М. Серая // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – № 2. – С. 190–197.

17. Минюк, О. Н. Продуктивность и аминокислотный состав бобовых овощных культур в зависимости от применения удобрений / О. Н. Минюк, В. Н. Босак // Овощеводство. – 2021. – Т. 29. – С. 72–79.

18. Обоснование конструкции высевашающего аппарата для посева под мульчирующую пленку / В. И. Коцуба [и др.] // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. – Брянск: БрГАУ, 2022. – С. 195–201.

19. Обоснование технологической схемы агрегата для посева сельскохозяйственных культур под мульчирующую пленку / К. Л. Пузевич [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 121–129.

20. Определение формы высевашающих клещей для посева под мульчирующую пленку / В. В. Бечикова [и др.] // Молодежь и инновации–2022. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 94–99.

21. Подробно о мульчировании почвы: практические рекомендации [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://east-fruit.com/article/podrobno-o-mulchirovanii-pochvy-prakticheskie-rekomendatsii>. – Дата доступа: 25.11.2022.

22. Посев сельскохозяйственных культур под мульчирующую пленку / К. Л. Пузевич [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2020. – Вып. 5. – С. 163–166.

23. Приемы возделывания бобовых овощных культур / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 183 с.

24. Рекомендации по определению биологической ценности белка сельскохозяйственных культур / И. М. Богдевич [и др.]. – Минск, 2005. – 13 с.

25. Серая, Т. М. Экономическая эффективность применения удобрений при возделывании кукурузы / Т. М. Серая, В. Н. Босак, Е. Н. Богатырева // Устойчивое развитие экономики: состояние, проблемы, перспективы. – Пинск: ПолесГУ, 2008. – С. 61–62.

26. Способы мульчирования грунта [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://vladam-seeds.com.ua/ru/agronomiya/sposoby-mulchirovaniya-grunta>. – Дата доступа: 25.12.2022.

27. Теоретические основы движения рабочих органов для посева под мульчирующую пленку / В. И. Коцуба [и др.] // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. – Брянск: БрГАУ, 2021. – С. 241–245.

28. Урожай зерна кукурузы на дерново-подзолистых легкосуглинистой и рыхлосупесчаной почвах в зависимости от применения минеральных и органических удобрений / В. Н. Босак [и др.] // Земляробства і ахова раслін. – 2008. – № 2. – С. 67–68.

Аннотация. Рассмотрены результаты, полученные при анализе зерна кукурузы испытательной лабораторией качества семян УО БГСХА. Доказано, что применение мульчирующей пленки приводит к улучшению физиологических показателей зерна кукурузы.

Ключевые слова: мульчирующая пленка, зерно кукурузы, аминокислоты, витамины, белок, патоген.

СОВРЕМЕННЫЕ КОРМОРАЗДАТЧИКИ ДЛЯ ФЕРМ КРС: ПРЕИМУЩЕСТВА И ОСОБЕННОСТИ

А. С. СИМЧЕНКОВ, ассистент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Содержание большой фермы требует немалых физических усилий и траты времени. Но благодаря современным технологиям множество дел, в том числе кормление животных, можно выполнять с помощью машин, благодаря чему деятельность упрощается и ускоряется. Для этой цели в хозяйствах используют различные кормораздатчики [1–7].

Основная часть. Раздатчик пищи для животных представляет собой специальный механизм, который принимает, перевозит и раздает заданное количество корма или смесей по кормушкам для скота. Эти устройства могут раздавать грубые, зеленые и растительные корма, а также различные смеси.

Подобные механизмы должны:

- соблюдать обозначенные дозы с допустимым небольшим отклонением;
- обеспечивать своевременную, равномерную и точную подачу корма;
- быть безопасными для людей и животных;
- сохранять корм в чистом виде, без загрязнений;
- не допускать расслоения кормовых ингредиентов в смесях.

Для содержания одной козы или коровы нет смысла покупать дорогостоящее оборудование, а вот с большим поголовьем будет уже тяжело справиться вручную. Давайте рассмотрим все явные преимущества автоматизации ферм:

- наличие дозаторов, которые дают возможность контролировать количество подаваемой животным пищи;
- снижение времени и трудозатрат, затрачиваемых на кормёжку скота;
- измельчение и при необходимости обработка корма перед его подачей;
- транспортировка кормов к месту питания;

- наблюдение за процессом приготовления пищи;
- контроль температуры кормов и смесей;
- снижение себестоимости получаемой продукции.

Все эти преимущества автоматизации помогают держать под контролем расход кормовых продуктов и значительно облегчают сам процесс кормления скота. Используя подобные устройства, можно увеличить доход фермы и при этом экономически снизить ее содержание.

Существуют различные модели раздатчиков корма, адаптированные под определенное содержание и потребности животных. Основная классификация подразумевает механизмы, отличающиеся по методу движения, варианту раздачи и способности перевозить определённый вес корма.

Все чаще предприниматели стали предоставлять своему персоналу кормораздатчики для ферм КРС, что значительно влияет на качество кормления скота, чем повышает рентабельность бизнеса. Данные агрегаты автоматизируют ранее выполняемую руками людей работу по кормлению животных. Более того, они обеспечивают рациональное и качественное питание скота, поскольку регулируют выдачу пищи, количество порций и состав рациона.

Преимущества и особенности кормораздатчиков. Для упрощения работы на ферме сейчас все чаще используются кормораздатчики. Хозяин предприятия может считать целесообразным приобретение столь дорогостоящего оборудования, если на его ферме содержится большое поголовье животных. Агрегат обладает следующими преимуществами и особенностями: измельчает и подготавливает (при необходимости) корм для скота в соответствии с его потребностями. Механизм имеет встроенные дозаторы, которые регулируют количество пищи, подаваемой животным. Высчитывание размера порции может определяться с помощью измерений объема или массы продукта. Современные кормораздатчики имеют функцию, определяющую и регулиующую температуру кормов. Также некоторые виды агрегатов подключаются к мониторам, благодаря чему можно следить за приготовлением пищи для скота. Все эти функции повышают экономичность содержания стада, поскольку контролируют расход кормов. Согласно статистике, применяя такие технологии можно увеличить процент годовой выдойки коров на десять процентов.

По типу раздачи.

Тип раздачи у раздающих корм механизмов тоже может быть разный. Выделяют устройства, которые подают корм и смеси только с

одной стороны и те, которые могут это делать с двух сторон от ёмкости, где животные едят.

По грузоподъемности.

Различия по грузоподъемности показывают, какой вес может привезти раздатчик. Такая классификация характерна именно для мобильных устройств. Этот показатель зависит от количества осей у тракторов и грузоподъемности шасси автомобилей, на которых устанавливается раздатчик.

Средние показатели грузоподъемности раздающих корм устройств могут быть такими:

- у техники с одной осью – 1,1–3,0 т;
- у механизмов с двумя осями – 3,5–4,0 т.

Решая, какой раздатчик корма подойдет для вашей фермы, смотрите внимательно на характеристики этого оборудования. Параметры раздающих механизмов могут быть общими (например, скорость работы, объём кормового бункера, количество обслуживаемых голов) и индивидуальными, касающимися какой-то определенной модели.

Разновидности кормораздатчиков. На рынке можно увидеть очень разные кормораздатчики. В домашних условиях их использовать не выгодно. Однако на больших производствах они необходимы.

Кормораздатчики стационарного типа. Наиболее известные модели:

ТВК-80Б. Это ленточная модель, которая подходит для всех сухих и твёрдых кормов. В составе устройства есть лента в форме замкнутого кольца, шириной около 0,5 м. Питание происходит от электромотора, который заставляет двигаться ленту.

Корм из бункера одинаковыми долями распределяется вдоль емкости для кормления, а затем устройство отключается. Такой раздатчик позволяет полностью автоматизировать процесс кормежки скота.

РК-50А. Раздатчик с ленточным транспортером располагается над кормушкой и распределяет мелкие корма. Устройство механизма такое: наклонный и поперечный транспортер, 1 или 2 раздатчика-транспортера, блок управления.

При этом каждый транспортер имеет свой электрический привод. Корм проходит такой путь: наклонный транспортер, затем поперечный, направляющий пищу на транспортер-раздатчик, кормушка.

КРС-15. Вид скребкового раздатчика корма для животных. Чаще применяется для сочного, сухого корма и различных смесей. Транс-

портер, состоящий из двух раздающих каналов, проходит по дну кормушки.

Устройство начинает работу с помощью электродвигателя. Корм подается в ограждение, а потом раздается скребками. Как только скребок заканчивает полный оборот – привод отключается. Устройства могут быть:

- ленточными – имеют в своем устройстве специальную роликтовую ленту;
- платформенными – работает транспортер, выдающий корм по дозам;
- скребковыми – по желобу из бетона двигаются цепно-скребковые транспортеры;
- тросошайбовыми – корм доставляется с помощью троса с закрепленными шайбами, двигающегося внутри трубы.

Перемещение мобильных раздатчиков происходит на тракторных установках или раме автомобиля, но есть и полностью автономные механизмы, запитанные электроэнергией. Что касается раздатчиков-смесителей, то они работают под контролем операторов с помощью рычагов и пульта и тоже «питаются» электричеством.

Стационарные механизмы для раздачи корма отличаются тем, что их необходимо монтировать непосредственно в коровнике, без возможности дальнейшей транспортировки. Работают агрегаты за счет электрических двигателей. Стационарные механизмы могут быть ленточного, ленточно-планочного, ленточно-цепочного или скребкового типа. Главные функции таких кормораздатчиков заключаются в том, чтобы подавать порции корма в емкость, предусмотренную для этого. С помощью трансформера пища перевозится и распределяется по всем загонам.

Кормораздатчики мобильного типа. Мобильные раздатчики распределяют и подают скоту сухой и зеленый корм. Полужидкое питание предоставляется с помощью специальных смесителей (зачастую они приобретаются на свинофермах). Мобильность механизма объясняется тем, что он раздает корм из бункера, а распределяет его по кормушках всех загонных фермы с помощью раздатчиков, которые наделены функцией самостоятельного перемещения. Мобильность смесителей, работающих с жидкими и полужидкими смесями, относительна. Это объясняется тем, что агрегаты данного типа передвигаются по специальным колеям, заранее смонтированным на поверхности пола. Они могут выполнять свою миссию исключительно в одном здании.

Немаловажным преимуществом раздатчиков данного типа является то, что они перемешивают жидкий или полужидкий корм перед тем, как подавать его скоту. Благодаря этой функции все животные получают пищу равномерной консистенции.

Среди мобильных кормораздатчиков, заслуживших хорошую репутацию в нашей стране, можно перечислить: ПРСК-12, ИСРК-12, ИСРК-12Г, ИСРК-12Ф, СРВ-11, ИСРВ-12.

Размер и объем бункера кормораздатчика можно выбрать в соответствии с количеством поголовья скота, содержащегося на ферме. Также фермер может выбрать подходящий в его случае тип привода агрегата, скорость его работы и уровень производительности.

Заключение. Применение современных кормораздатчиков позволила бы повысить продуктивность животных, снизить энергетические, материальные и трудовые затраты при раздаче кормов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белянчиков, Н. Н. Механизация животноводства и кормоприготовления / Н. Н. Белянчиков, А. И. Смирнов. – Москва: Агропромиздат, 2015. – 432 с.
2. Вагин, Ю. Т. Технологии и техническое обеспечение производства продукции животноводства / Ю. Т. Вагин, А. С. Добышев, А. П. Курдеко. – Минск: ИВЦ Минфина, 2012. – 640 с.
3. Рошка, Т. Б. Производственные технологии / Т. Б. Рошка, В. Н. Босак, О. В. Нилова. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 102 с.
4. Техническое обеспечение процессов в животноводстве / В. К. Гриб [и др.]. – Минск: Беларус. наука, 2004. – 831 с.
5. Щербич, А. С. Требования к безопасности труда при использовании измельчителя-смесителя-раздатчика кормов ИСРВ-12 / А. С. Щербич, А. М. Кулик // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 122–123.
6. Шалыпина, Е. М. Требования безопасности труда при использовании кормораздатчика РСК-12-3 с грейферным погрузчиком / Е. М. Шалыпина, В. С. Черников // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 114–115.
7. Skliar, O. Direction of reproduction of the technical potential of agrarian production / O. Skliar, N. Boltianska, R. Skliar // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 114–115.

Аннотация. Приведен обзор современных кормораздатчиков с анализом существующих способов раздачи корма, а также определением их преимуществ и особенностей.

Ключевые слова: кормораздатчик, ферма, корм, мобильный кормораздатчик, кормушка, смесь.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АГРЕГАТА ИНДИВИДУАЛЬНОГО ДОЕНИЯ АИД-1

В. С. ЧЕРНИКОВ, ассистент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Доение коров является одной из трудоемких и важных работ, выполняемых на молочно-товарных фермах [4–6].

В настоящее время широкое применение нашли агрегаты индивидуального доения [1–3]. В Республике Беларусь они выпускаются разными производителями. АИД отличаются своими конструктивными особенностями, типами вакуумных насосов (ротационные и водокольцевые), также отличаются по приводу: электрические и от двигателя внутреннего сгорания. Все они, как правило, мобильные, что делает их использование универсальными. Агрегат индивидуального доения предназначен для машинного доения коров в личных подсобных хозяйствах и рассчитан на работу при температуре окружающей среды не ниже +5 °С. Доильный аппарат служит для доения коров и сбор выдоенного молока.

Основная часть. Рассмотрев агрегат индивидуального доения, выпускаемый фирмой «Экстрасервис» (г. Минск), следует отметить некоторые недоработки, которые влияют на надежность работы этой машины.

Общий вид агрегата индивидуально доения представлен на рис. 1.

Во всех без исключения доильных установках имеется система защиты от попадания молока в вакуумную систему, а именно в насос. Для предотвращения попадания молока в насос установлена предохранительная камера. При переполнении молокоприемника, молоко заполняет предохранительную камеру, поднимается клапан и отключает вакуум от насоса, тем самым предотвращает попадания молока в насос.

В данном случае эта система в агрегате индивидуального доения отсутствует, более того молоко может попасть в пульсатор, тем самым работа доильного аппарата прекратиться. Предлагается усовершенствование рессивера (рис. 2).

При переполнении молоком ведра, оно поступает в ресивер (*E*) и начинает заполнять его. Шарик-клапан (*A*) всплывает и попадает в

седло (Б), тем самым запирает вакуум. Дальнейший подъем молока не возможен, клапан 7 откроется и молоко начнет вытекать из ресивера. Все важные узлы этого агрегата (пульсатор, вакуумрегулятор, вакуумметр и насос) остаются в рабочем состоянии.

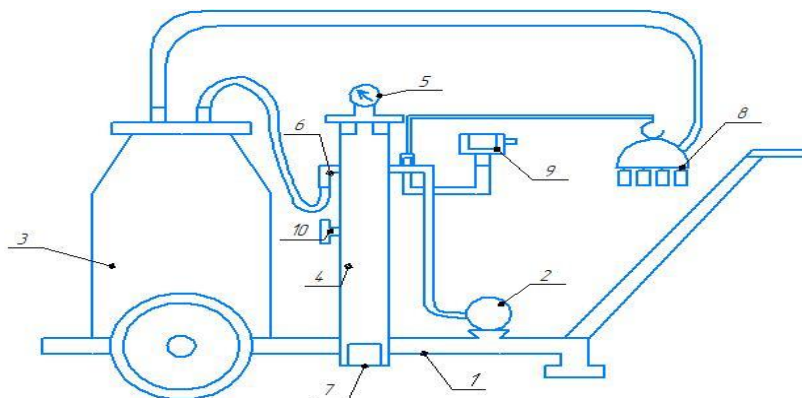


Рис. 1. Агрегат индивидуального доения:

- 1 – тележка с колесами; 2 – вакуумный насос с электродвигателем;
 3 – доильный аппарат АДС-25 с ведром; 4 – ресивер; 5 – вакуумметр;
 6 – кран вакуумный; 7 – клапан; 8 – коллектор с доильными стаканами;
 9 – пульсатор; 10 – вакуум регулятор

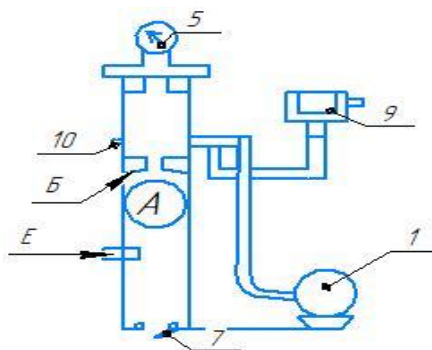


Рис. 2. Ресивер агрегата индивидуального доения:

- 1 – вакуумный насос с электродвигателем; 5 – вакуумметр; 7 – клапан;
 9 – пульсатор; 10 – вакуум регулятор

Вторым недостатком является расположение узлов на тележке, так как самый тяжелый элемент насос с электродвигателем расположен близко к рукоятке. При перекачивании агрегата чувствуется большая нагрузка на руки оператора, если учитывать, что ими бывают женщины. Предлагается поменять местами ресивер и насос, тем самым сместить центр тяжести к опоре колес и вес будет значительно меньше. Благодаря такому смещению центра, операторы с легкостью смогут перекачивать агрегат индивидуального доения в нужное им место. С легкостью подниматься на небольшие уклоны в коровниках и иных помещениях.

Заключение. Установка шарика-клапана в ресивере обеспечивает надежную работу насос, выкумрегулятор, вакуумметр и пульсатор. Благодаря такому усовершенствованию, установкой шарика-клапана, оператор машинного доения теперь меньше своего внимание надо обращать при доении на доильное ведро. Смещение центра тяжести облегчит работу операторов не только при доении коров, но и при перемещении агрегата в нужное место.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабкин, В. П. Механизация доения коров и первичной обработки молока / В. П. Бабкин. – Москва: Агропромиздат, 1986.
2. Вагин, Ю. Т. Технологии и техническое обеспечение производства продукции животноводства / Ю. Т. Вагин, А. С. Добышев, А. П. Курдеко. – Минск: ИВЦ Минфина, 2012 – 640 с.
3. Мельников, С. В. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов / С. В. Мельников. – Ленинград: Агропромиздат, 1985.
4. Оптимизация линии машинного доения коров / А. В. Китун [и др.] // Вестник БГСХА. – 2022. – № 2. – С. 176–180.
5. Рошка, Т. Б. Производственные технологии / Т. Б. Рошка, В. Н. Босак, О. В. Нилова. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 102 с.
6. Юшко, Е. А. Экономическая эффективность внутрихозяйственной промышленной переработки молока / Е. А. Юшко, В. Н. Босак, В. С. Тонкович // Устойчиво развитие экономики: состояние, проблемы, перспективы. – Пинск: ПолесГУ, 2010. – С. 251–252.

Аннотация. Рассмотрено усовершенствование ресевира агрегата индивидуального доения, который исключает попадание молока в ресивер и пульсатор, тем самым увеличивая срок службы вакуумного насоса.

Ключевые слова: ресивер, пульсатор, клапан, вакуумметр, вакуумрегулятор.

Секция 4. ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

УДК 621.432

АНАЛИЗ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ И МЕТОД ИХ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

И. М. АСТАПЕНКО, ст. преподаватель
Е. В. СУЛИМА, ассистент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. В самых тяжелых условиях в двигателе работает цилиндропоршневая группа (ЦПГ). Поршневые кольца и гильзы должны создавать достаточно герметичное рабочее пространство цилиндра, отводить тепло от поршней, маслосъемные кольца должны обеспечивать образование равномерной масляной пленки на трущихся поверхностях и не допускать попадания масла в камеру сгорания [1–4].

Для диагностирования ЦПГ широко применяются пневмотестеры. В руководствах по их эксплуатации возможную причину неисправности рекомендуется определять по направлению потока воздуха. Если весь воздух выходит через картер двигателя, это указывает на износ ЦПГ или залегание колец, а шум во впускном или выпускном коллекторе – на нарушение герметичности клапанов. Однако данный метод не всегда может быть реализован на практике.

Цилиндропоршневая группа (ЦПГ) является важнейшим рабочим элементом двигателя. Детали цилиндропоршневой группы работают под воздействием высоких температур и при повышенных нагрузках. Подобные условия эксплуатации становятся основной причиной их поломки.

Основная часть. Поршни, нагреваясь, увеличиваются в размерах. Из-за высокого коэффициента теплового расширения алюминия поршень расширяется почти в два раза сильнее цилиндра, изготовляемого, как правило, из серого чугуна.

При уменьшенном зазоре между поршнем и цилиндром сначала возникает полусухое трение из-за уменьшения толщины масляной пленки на стенке цилиндра. В результате этого поверхности на юбке поршня стираются до блеска. В условиях полусухого трения повышается температура деталей, зазор между поршнем и цилиндром умень-

шается еще больше, и, в итоге, масляная пленка полностью исчезает. Поршень начинает работать всухую, в результате чего появляются места трения с гладкой темной поверхностью [1, 3].

Таким образом, признаками недостаточного зазора между поршнем и цилиндром являются места трения с сильным блеском, переходящие в гладкие темные. Задиры имеются как на нагруженной стороне, так и на ненагруженной стороне поршня.

Высокая температура также может в отдельных местах приводить к разрушению масляной пленки. В этих местах возникает сухое трение поверхностей поршня, поршневых колец и рабочей поверхности цилиндра, что может привести к появлению задиры с сильно истертой поверхностью. В зависимости от причины нарушения масляной пленки задиры появляются на юбке поршня или на головке поршня.

То же самое происходит при неполном сгорании топлива. Несгоревшее топливо частично отлагается на поверхностях цилиндра и понижает эффективность смазочной пленки или разрушает ее.

К выходу из строя цилиндропоршневой группы могут приводить ошибки при запрессовывании поршневого пальца в шатун. Непосредственно после установки холодного поршневого пальца в горячий шатун происходит выравнивание температур обеих деталей и тепловое расширение поршневого пальца, и при механическом воздействии могут возникнуть задиры.

Калильное зажигание (самопроизвольное воспламенение) в бензиновых двигателях приводит к термической перегрузке поршня. Температура днища поршня при калильном зажигании в течение нескольких секунд достигает точки плавления материала поршня.

В двигателях с камерами сгорания, имеющими полусферическую форму, это приводит к прогарам в днище поршня, возникающим, главным образом, в направлении оси свечи зажигания. В камерах сгорания с большими поверхностями сжатия между днищем поршня и головкой блока цилиндров оплавления поршня возникают на боковой его поверхности и могут доходить до маслосъемного поршневого кольца вплоть до прогорания поршня.

Детонационное сгорание приводит к эрозионному съему материала на жаровом поясе и днище поршня, может повреждаться головка блока цилиндров и прокладка. Сильная долговременная детонация приводит к поломкам перемычек между канавками колец и юбки поршня, причем обычно без прогаров, отложений и задиры.

В дизельных двигателях при запуске топливо воспламеняется с определенной задержкой, если не обеспечивается его достаточно тонкое распыление, момент впрыска не соответствует норме, при недостаточной температуре сжатия в момент впрыска. В результате воспламеняется топливо, впрыснутое несколько раз. Это вызывает резкое, взрывообразное повышение давления и сильный нагрев днища поршня. В результате возникают поломки перемычек между канавками поршня и трещины от термических напряжений в днище поршня [1, 3].

Подтекание топлива из форсунок приводит к отложению его на днище поршня. Там топливо сгорает при довольно высокой температуре, что вызывает эрозийное разрушение на днище поршня.

При работе двигателя поршни могут ломаться от столкновения с инородными предметами (клапаны, отломавшиеся части шатуна, коленчатого вала и т. д.) или в результате усталостного излома из-за детонационного сгорания, сталкивания головки поршня с головкой блока цилиндров, дефектов материала, слишком большого зазора между юбкой поршня и цилиндром.

Деформации поршневого пальца из-за чрезмерной нагрузки (прогиб и овальность) приводят к образованию трещин в бобышке или втулке шатуна. Под действием давления отработавших газов, оказываемого на поршень, поршневой палец подвергается деформации. При чрезмерной нагрузке на концах поршневого пальца может образоваться продольная трещина. В зоне наибольшей нагрузки (возле головки шатуна) трещина переходит в поперечную, что приводит к поломке поршневого пальца. Изломы поршневых пальцев могут возникнуть также в результате чрезмерной нагрузки при нарушениях режима сгорания или из-за попадания инородных тел в камеру сгорания.

Поломка упорных колец или отламывание их концов может возникнуть из-за ошибок при их установке. Кроме того, упорные кольца могут подвергаться нагрузке, если поршневой палец выполняет осевое движение из-за изгиба или скручивания шатуна. Поршневой палец ударяет по упорным кольцам, постепенно выталкивает их из канавки, после чего они прижимаются к рабочей поверхности цилиндра, истираются и ломаются. Обломки колец защемляются между поршнем и цилиндром или попадают в выемки бобышек поршня и вызывают там сильные повреждения.

Отрыв бурта гильзы цилиндра происходит под воздействием изгибающих моментов, появляющихся по причине износа, загрязнения или коррозии опорной поверхности под гильзу в блоке цилиндров, отсут-

ствия перпендикулярности опорной поверхности, а также неправильного подбора прокладки или несоблюдения моментов затяжки при монтаже головки блока цилиндров.

При эксплуатации на жаровом поясе поршня образуется твердый масляный нагар от сгоревшего масла и остатков продуктов сгорания топлива. Этот нагар имеет абразивные свойства и во время эксплуатации приводит к повышенному износу в верхней части цилиндра от движения поршня, а также при перекладке поршня. В этом случае места износа появляются только в тех местах цилиндра, которые вступают в контакт с жаровым поясом поршня.

Заключение. Для определения причины снижения пневмоплотности ЦПГ необходимо выполнять два измерения – при положении поршня в верхней мертвой точке (ВМТ) и в средней зоне цилиндра при давлении подаваемого воздуха 1–2 бар. При износе ЦПГ или залегании колец герметичность цилиндра в зоне ВМТ при давлении подаваемого воздуха 1 бар на 12,8 % ниже, чем в средней части цилиндра. Низкое давление подаваемого воздуха показывает большую информативность измерения за счет более широкого изменения пневмоплотности в зоне ВМТ по сравнению со средней частью цилиндра и меньшего изменения плотности воздуха, истекающего через зазоры ЦПГ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Диагностика и техническое обслуживание машин / Г. С. Дубовик [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2009. – Ч. 1. – 96 с.

2. Коцуба, В. И. Анализ методов диагностирования цилиндропоршневой группы автотракторных двигателей / В. И. Коцуба, Е. В. Сулима, В. М. Кузюр // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. – 2020. – С. 113–119.

3. Повреждения поршней и их причины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ms-motorservice.com/ru/tekhnipedija/post/povrezhde-nija-porshnei-i-ikh-prichiny>. – Дата доступа: 01.10.2022.

4. Force. Тестер герметичности (утечек) цилиндра [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://toolsclub.com.ua/force-tester-germetichnosti-utechek-cilindra-p-9259.html>. – Дата доступа: 01.10.2022.

Аннотация. Рассмотрены и проанализированы основные неисправности цилиндропоршневой группы, а также применяемые на практике методы их диагностирования.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, цилиндропоршневая группа, методы диагностирования, дизельные двигатели.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ РЕМОНТЕ МАШИН

И. И. ГАВРИЛОВ, ст. преподаватель
С. Н. ГУЗАРЕВИЧ, студент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Изнашивание цельнометаллического лемеха по ширине нередко сопровождается перезатачиванием лезвийной части с наружной на тыльную из-за процесса самоорганизации износа. Чаще всего заточка осуществляется со стороны поверхности контактирования. Во избежание этого явления используется эффект самозатачивания путем наплавки твердого сплава «сормайт» на тыльную сторону режущо-лезвийной части.

Предлагается восстанавливать изношенные рабочие органы полимерными материалами. Однако сведения в отношении влияния дисперсности и концентрации частиц на изменение стойкости к абразивному изнашиванию малочисленны и в ряде случаев противоречивы.

Цель работы – изучить возможность применения полимерных материалов для восстановления рабочих органов почвообрабатывающих машин.

Материалы и методика исследований. Сопротивление износу наполненных полимерных композиций в основном определяют три фактора: твердость наполнителя, адгезионная прочность и относительная объемная доля частиц.

Результаты исследований и их обсуждение. Дисперсионно-упрочненные полимерные композиты имеют сравнительно высокие модуль упругости и прочность, по сравнению с исходными полимерными материалами, при сохранении пластичности [1–4].

В качестве полимерной матрицы в них используют эпоксидные смолы, полиметилметакрилат, полиэтиленгликоль, полиуретан, полистирол, поликарбонат, поликапролактон, полиакрилонитрил.

В качестве дисперсных наполнителей выступают вещества неорганической природы с размером частиц от 2–10 до 200–300 мкм. Наиболее распространены следующие дисперсные наполнители: карбонат кальция, диоксид кремния минерального или синтетического проис-

хождения, плавленый кварц, микрокристаллический кварц, осажденный диоксид кремния – аморфная форма SiO_2 .

Существенное влияние на свойства наполненных материалов оказывают размер и форма частиц, их концентрация. Основная масса диспергированных наполнителей имеет диаметр 40–50 мкм, однако в отдельных случаях их размеры могут меняться от 5 до 300 мкм. Частицы могут иметь различную форму – от сферической до игольчатой. Так, частицы продолговатой формы придают материалам повышенные прочностные характеристики.

При чрезмерно высоких концентрациях наполнителя возрастает вероятность контакта частиц наполнителя между собой, что снижает служебные свойства композита и может быть критерием, ограничивающим его содержание. Использование мелкодисперсных наполнителей способствует повышению вязкости композита и предотвращает или замедляет процесс осаждения частиц.

Одним из основных эффектов использования дисперсных наполнителей является повышение жесткости или модулей упругости полимеров. Данное положение, к сожалению, не используется в полной мере для создания композиционных материалов, способных работать в качестве покрытий, обеспечивающих прочностные показатели детали с одновременным увеличением стойкости к абразивному изнашиванию.

Использование полимерных композитов для получения покрытий, эксплуатирующихся в условиях ударных воздействий, вызывает необходимость их пластичности. Наполнители, имеющие высокий коэффициент формы и высокую удельную поверхность (чешуйчатые и волокнистые), обеспечивают увеличение предела текучести, что объясняется ограничением деформируемости полимерной матрицы.

Твердость наполненных дисперсных композитов зависит: от плотности упаковки частиц наполнителя, модуля упругости, дисперсности, адгезионного взаимодействия компонентов, степени отверждения, совместимости наполнителя и матрицы, наличия стабилизаторов. Создание новых дисперсно-упрочненных композитов, обладающих повышенной стойкостью к абразивному изнашиванию, требует учета данных факторов.

Сопротивление износу наполненных полимерных композиций в основном определяют три фактора: твердость наполнителя, адгезионная прочность и относительная объемная доля частиц. Наибольшая абразивная способность присуща композициям, содержащим оксид кремния, корунд и другие порошки с твердыми и прочными частицами.

Адгезионное взаимодействие между матрицей и наполнителем является очень важным в случае, когда абразивная способность дисперсных частиц выше, чем матрицы. Это объясняется тем, что частицы наполнителя могут легко отделяться от матрицы, и наиболее резко проявляется при большом размере частиц наполнителей.

С учетом механических свойств материала деталей, свойств твердосплавного инструмента и его геометрии, величины припуска на обработку определяются режимы резания. Далее следует проверочный расчет, который показывает: обеспечивают ли выбранные режимы резания, а также схема закрепления заданную точность. Если проверочный расчет показывает, что требования по точности не выполняются, то требуется занижать режимы обработки, выбирать более жесткие схемы закрепления и т. д.

Методы исследования износостойкости конструктивных элементов машин можно подразделить на три вида: эксплуатационные, стендовые и лабораторные.

Самыми надежными являются исследования в условиях эксплуатации, так как позволяют получить наиболее достоверные данные и о машине и об отдельных узлах и деталях. Между тем проведение подобных изысканий ограничивается большими затратами времени и серьезными финансовыми потерями.

Наименее трудоемкими и малозатратными являются лабораторные методы испытаний. В тоже время в лабораторных условиях трудно воссоздать весь комплекс реальных условий работы изделия и опытные данные таких испытаний требуют эксплуатационной проверки в условиях эксплуатации. Учитывая тот факт, что детали почвообрабатывающих орудий свободно перемещаются в абразивной среде, представленной почвой, в исследованиях использовался метод применительно к условиям движения образцов в незакрепленном абразиве.

Для проведения лабораторных испытаний на изнашивание деталей рабочих органов почвообрабатывающих машин была изготовлено устройство, состоящее из емкости с абразивной средой, расположенной на станине станка с возможностью перемещения в продольном и поперечном направлениях, а также вал с образцами, расположенными под заданным углом к направлению перемещения грунта, с возможностью их погружения в него на требуемую величину при вращении.

Это устройство позволяет проводить сравнительные испытания одновременно нескольких образцов с неодинаковыми свойствами. Изнашивание производилось в абразивной среде, находящейся в емкости.

Абразивная среда представляет собой смесь кварцевого песка и гравиевидных включений.

Испытания выполнялись следующим образом. Экспериментальный образец со сформированными композиционными материалами крепится к оправке. В емкость, установленную на станине станка, засыпается абразивный состав требуемых свойств. Устанавливается определенная частота вращения шпинделя станка. Образцедержатель с закрепленным вращающимся образцом погружается в абразив и производится изнашивание исследуемых материалов. В процессе испытаний через определенное время (7–10 мин.) осуществляется выемка образца из испытательной камеры и фиксируется износ для оценки его величины и динамики. Опыт производился в течение 16 ч, после чего производится замер величины износа металла в зоне, где полимерный материал не наносился и величины износа в зоне нанесения полимерного материала.

Заключение. Анализ дисперсно-упрочненных полимерных материалов показал, что эти материалы имеют широкие возможности для их использования в различных условиях эксплуатации. Применение композита для восстановления не требует дорогостоящих и дефицитных компонентов. Лабораторные исследования методом одвижения образцов в незакрепленном абразиве показали возможность повышения износостойкости материала по сравнению с базовым металлом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беликов, И. А. Повышение долговечности рабочих органов плуга керамическими материалами: автореф. дисс. ... канд. техн. наук / И. А. Беликов. – Москва, 2002. – 16 с.
2. Гузаревич, С. Н. Применение полимерных материалов при ремонте машин / С. Н. Гузаревич, В. И. Коцуба // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 61–63.
3. Гуль, В. Е. Структура и механические свойства полимеров / В. Е. Гуль, В. Н. Кулезнев. – Москва: Высш. шк., 1991. – 420 с.
4. Полимерные композиционные материалы / С. Баженов [и др.]. – Москва: Интеллект, 2019. – 352 с.

Аннотация. Представлен анализ применения дисперсно-упрочненных полимерных материалов для восстановления рабочих органов машин. Лабораторные исследования методом движения образцов в незакрепленном абразиве показали возможность повышения износостойкости материала по сравнению с базовым металлом.

Ключевые слова: ремонт, восстановление, полимерные материалы, исследование.

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВОДЫ НА СМАЗЫВАЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ НЕФТЯНЫХ МАСЕЛ

С. Н. НИЧИПОРУК, ст. преподаватель

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Вода способствует окислению базового масла, изменению его вязкости и пенообразованию (аэрации), что в свою очередь приводит к уменьшению прочности масляной пленки и ускорению износа трущихся деталей. Вода также может оказывать негативное воздействие на пакет присадок: вымывать некоторые присадки, неустойчивые к действию влаги, способствовать гидролизу (расщеплению) присадок, что приводит к образованию высококоррозионных кислот и истощению присадок. Вода является источником возникновения в масле таких загрязнений, как парафины, суспензии, углеродные и окисные нерастворимые загрязнения и даже микроорганизмы.

Вода усиливает процессы ржавления и коррозии, в результате водородной коррозии возникает вспучивание и охрупчивание стали, а также питтинг в результате паровой кавитации [5].

Появление воды в работающем масле обусловлено конденсацией ее паров из воздуха и из газов (при сгорании 1 кг топлива образуется 1,4 кг воды), прорывающихся в картер при температуре ниже точки росы [1]. Обычно содержание воды в исправном двигателе составляет не более 0,05, а в отдельных случаях – 0,2 % [2, 3]. Как правило, наличие воды в работающем масле от 0,3 % и более определяют по появлению мути в отобранной пробе.

Цель работы – определить влияние обводненности нефтяных масел на их показатели.

Материалы и методика исследований. Для исследования изменения содержания воды в моторном масле были проведены опыты. В масло введено 90 г воды, было определено содержание воды в процентах от массы масла, затем двигатель заводился и работал до стабилизации содержания воды. В процессе работы двигателя через каждые 2 мин брались пробы масла и оценивалось содержание в нем воды. Во втором опыте в то же масло через 15 мин было введено еще 90 г

воды, а в 3-м опыте – в то же масло через 30 мин снова введено 90 г воды.

Результаты исследований и их обсуждение. При обводненности масла происходит изменение важнейшего его показателя – смазывающей способности, в основном определяющей коэффициент трения. Величина механических затрат на трение определяет механический КПД двигателя, т. е. его экономичность.

Была произведена оценка влияния обводненности моторного масла на коэффициент трения. Для проведения опытов использовалось широко применяющееся не работавшее моторное масло М-10Г₂. Обводнение производилось путем добавления в масло воды питьевого качества. Объемное содержание воды в масле изменялось от 0 до 10 %. Объем масла и воды определялись мерным стаканом второго класса точности. Вода вливалась в масло, находящееся в сосуде, который затем устанавливали на стол сверлильного станка. В патроне станка крепили мешалку, и масло с водой перемешивали при частоте вращения патрона 10 с^{-1} в течение не менее трех минут при температуре окружающей среды $20 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$. Такой режим перемешивания позволял создать достаточно устойчивую эмульсию [4].

Для оценки коэффициента трения были изготовлены неподвижная и перемещаемая пластины из стали 45 ГОСТ 1050-88. Контактующие поверхности пластин шлифовались до шероховатости, соответствующей шероховатости шеек коленчатого вала одного из наиболее распространенных двигателей Д-243, Д-245, Д-260.

Для определения силы трения к перемещаемой пластине крепился пружинный динамометр четвертого класса точности с ценой деления 0,1 кг. На нее устанавливался груз такой массы, чтобы показания динамометра были не меньше середины его шкалы.

Неподвижная пластина устанавливалась горизонтально по уровню. Отшлифованная верхняя поверхность неподвижной пластины обильно покрывалась слоем обводненного масла и на нее отшлифованной стороной укладывалась перемещаемая пластина и груз. С помощью динамометра пластина вместе с грузом перемещалась. При этом динамометр занимал горизонтальное положение, а его показание фиксировалось в момент равномерного движения пластины и установившегося показания динамометра.

Опыты проводились при комнатной температуре $20 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$. Перед повторным проведением опытов трущиеся поверхности пластин про-

мывались бензином и высушивались. Принималась десятикратная повторность опытов.

Коэффициент трения рассчитывался путем деления силы тяжести пластины с грузом на силу трения, определенную по показанию динамометра. С целью анализа результатов опытов выполнялась обработка полученных данных, которая позволила получить уравнения регрессии.

Наиболее приемлемо результаты определения коэффициента трения описываются логарифмическим уравнением

$$f = 0,045 \ln C + 0,083,$$

где f – коэффициент трения;

C – объемная концентрация воды в масле, %.

График с логарифмической кривой, описывающей зависимость коэффициента трения от концентрации воды в масле приведен на рис. 1.

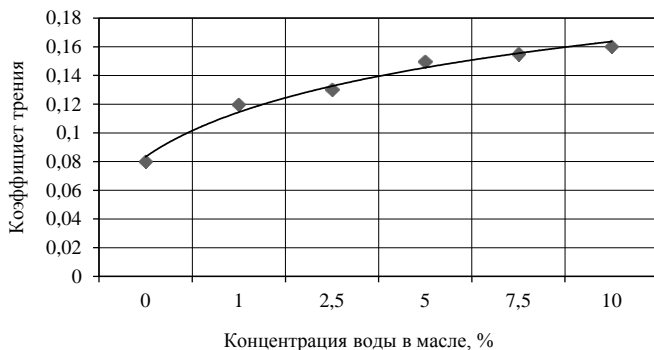


Рис. 1. График зависимости коэффициента трения от концентрации воды в масле

При описании квадратичной зависимостью с выявлением максимума получили, что ее максимальное значение соответствует величине C , близкой к восьми процентам.

Полученные результаты показывают, что наличие воды в масле влияет на коэффициент трения, т. е. смазывающую способность масла, причем с увеличением концентрации воды в масле в исследованных пределах (0–10 %) в принятых условиях увеличивается и коэффициент трения. При наличии воды в масле около 8 % коэффициент трения приближается к значению сухого трения, т. е. обводненное масло теря-

ет свою основную функцию. Дальнейшее повышение обводненности масла не оказывает существенного влияния на коэффициент трения.

Следует иметь в виду, что данное заключение справедливо для описанных условий проведения опытов. Другие режимы создания эмульсии могут привести к другому дисперсному составу эмульгированной воды.

При определенных условиях и определенной крупности мелкодисперсных капель они могут выполнять роль тел качения, а при более крупных соприкасающиеся трущиеся поверхности вынуждены деформировать капли, выполняя при этом дополнительную работу, что будет вести к повышению коэффициента трения.

Мелкие капли между поверхностями трения, имеющими микронеровности, могут дробиться на капли меньших размеров, что также требует расхода дополнительной энергии и таким образом ведет к увеличению силы трения.

Заключение. Наличие воды в масле влияет на коэффициент трения, причем с увеличением концентрации воды в масле в исследованных пределах (0–10 %) в принятых условиях увеличивается примерно в два раза и коэффициент трения. При наличии воды в масле около 8 % коэффициент трения приближается к значению сухого трения, т.е. обводненное масло теряет свою основную функцию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акулов, В. Изменение свойств нефтепродуктов при хранении / В. Акулов // Строительные машины. – 2007. – № 1. – С. 4.
2. Бедрик, Б. Г. Смазочное масло как элемент конструкции неразрушающего контроля и диагностики техники при эксплуатации по состоянию / Б. Г. Бедрик // Контроль. Диагностика. – 2005. – № 5. – С. 216–220.
3. Березкин, В. В. Контроль содержания металлов в маслах для диагностики / В. В. Березкин, В. П. Варварица // Инновация. – 2004. – № 7. – С. 69–71.
4. Мажугин, Е. И. Обоснование необходимости очистки моторных масел от воды / Е. И. Мажугин, С. Н. Ничипорук // Актуальные проблемы мелиоративного и водохозяйственного строительства. – Горки: БГСХА, 2003. – С. 69–74.
5. Коцуба, В. И. Влияние содержания воды в нефтяных маслах на их показатели / В. И. Коцуба, С. Н. Ничипорук, Н. А. Радионов // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. – 2020. – С. 100–107.

Аннотация. Приведены результаты исследований по определению содержания воды в моторном масле, а также влияния воды на вязкость масла и коэффициент трения.

Ключевые слова: нефтяное масло, обводненность масла, вязкость, коэффициент трения.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛ РЕЗАНИЯ И ПАРАМЕТРОВ БОРШТАНГИ РАСТОЧНОГО СТАНКА

А. О. СТОЛЯРОВ, инженер
И. Ю. ДЕМЬЯНОВИЧ, студент
Л. И. САВЕНОК, канд. техн. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Одним из основных дефектов корпусных деталей является износ отверстий под подшипники, который влечет за собой нарушение межосевого расстояния между валами в механизме, что провоцирует изнашивание других, находящихся в сопряжении деталей, например, зубьев шестерен. Поэтому при ремонте корпусной детали уделяется особое внимание определению первоначального места расположения оси отверстия под подшипники [4].

В ремонтном производстве все более широкое применение находит технология восстановления посадки отверстия под вал с помощью мобильных расточных и наплавочных станков. Они позволяют осуществлять ремонт узлов без снятия с машины, а также восстанавливать отверстия, в том числе соосные, крупногабаритных корпусных деталей.

Анализ выпускаемых мобильных станков показал, что они, как правило, содержат привод рабочего инструмента в виде борштанги или электрического вала с наплавочной головкой, шасси, установленные на нем приводы механизма вращения и механизма продольной подачи борштанги с соответствующими двигателями и закрепляемые на обрабатываемой детали, два суппорта, из которых один несущий суппорт выполнен с возможностью установки на него шасси.

Однако для предприятий, выполняющих незначительный объем восстановлений отверстий в корпусных деталях необходим более дешевый расточной станок. Удешевление станка возможно за счет применения ручного привода подачи борштанги.

Среди задач обеспечения эффективности работы расточных станков одной из важных задач является обеспечение точности обработки. При этом обеспечение точности обработки борштангой, которая представляет собой нежесткую деталь типа «вал» находится в ряду важнейших. Нежестким принято называть вал, длина которого превышает диаметр более чем в 10–12 раз.

На этапе проектирования технологического процесса требования по точности формы выступают в качестве основного ограничения по выбору режимов обработки.

Цель работы – определить силы резания, воздействующие на резец и борштангу в зависимости от режимов обработки детали, а также рассчитать параметры борштанги, обеспечивающей требуемую точность обработки.

Материалы и методика исследований. В процессе резания на лезвие резца действуют следующие силы:

- сила упругой деформации снимаемого слоя и обработанной поверхности;
- сопротивление обрабатываемого материала пластической деформации стружкообразования;
- сопротивление пластически деформированных металлов разрушению в местах возникновения новых поверхностей;
- сопротивление срезаемой стружки дополнительной деформации изгиба и ломанию;
- силы трения на лезвии и других трущихся поверхностях рабочей части инструмента.

Со стороны срезаемого слоя нормально к передней поверхности резца действуют сила упругой деформации $P_{упр}$ и сила пластической деформации $P_{пл}$. Со стороны обработанной поверхности нормально к задней поверхности резца действуют также силы упругой $P'_{упр}$ и пластической деформации $P'_{пл}$. При относительном перемещении резца и детали возникают силы трения по передней и задней поверхности резца [2, 3]:

$$T = \mu(P_{упр} + P_{пл}) \text{ и } T' = \mu'(P'_{упр} + P'_{пл}), \quad (1)$$

где μ и μ' – коэффициенты трения.

Эта система сил приводится к одной силе P , называемой силой резания. В практических расчетах используют составляющие силы резания:

P_z – главная составляющая силы резания, или тангенциальная (вертикальная) сила, касательная к поверхности резания и совпадающая с направлением главного движения. По ней рассчитываются мощность, затрачиваемая на резание, мощность электродвигателя и детали механизма главного движения станка;

P_x – осевая сила, или сила подачи, действующая параллельно оси заготовки в направлении, противоположном движению подачи.

По ней, с учетом веса движущихся частей станка от действия сил P_z и P_y , рассчитывается мощность, необходимая для осуществления движения подачи;

P_y – радиальная сила, направленная перпендикулярно к оси обрабатываемой заготовки. По ней рассчитывается станок на жесткость.

Результаты исследований и их обсуждение. С учетом механических свойств материала деталей, свойств твердосплавного инструмента и его геометрии, величины припуска на обработку определяются режимы резания. Далее следует проверочный расчет, который показывает: обеспечивают ли выбранные режимы резания, а также схема закрепления заданную точность. Если проверочный расчет показывает, что требования по точности не выполняются, то требуется снижать режимы обработки, выбирать более жесткие схемы закрепления и т. д.

В процессе лабораторных исследований определение тангенциальной силы от параметров резания выполнялось на токарном станке 1К62, обеспечивающем требуемую жесткость системы станок – инструмент – деталь. Использовалась заготовка из стали 45 диаметром 140 мм, резец токарный проходной с пластижкой из твердого сплава ВК-6 с углами $\varphi = 45^\circ$, $\gamma = 0^\circ$, $\alpha = 10^\circ$, $\lambda = 0$ [2].

Для определения тангенциальной силы от параметров резания использовался однокомпонентный механический динамометр ДК-1, позволяющий измерять величину силы резания P_z до 6000 Н. Динамометр был установлен на верхнем суппорте токарного станка, вместо предварительно снятого резцедержателя.

Перед началом работы была проверена надежность закрепления измерительного прибора на станке, так как при недостаточно прочном закреплении возникают вибрации резца, искажающие результаты испытаний. Также проверялась надежность закрепления заготовки. Во избежание вибраций в процессе резания применялся резец с положительным передним углом и значительным углом в плане, резец располагался несколько выше центра.

Экспериментальное исследование содержало три серии опытов с трехкратной повторностью. В первой серии опытов заготовка обрабатывалась с четырьмя различными глубинами резания (t_1, t_2, t_3, t_4), оставляя все другие факторы (подачу, скорость резания и др.) неизменными.

Во второй серии опытов заготовка обрабатывалась при переменной подаче (S_1, S_2, S_3, S_4), а глубина и скорость резания оставались постоянными.

В третьей серии опытов обработка велась при переменной скорости резания (V_1, V_2, V_3, V_4), а подача и глубина резания сохраняли свои значения постоянными.

Для каждого значения подачи фиксировались показания индикатора и определялась величина силы P_z .

Среди факторов, влияющих на погрешности формы нежестких деталей типа «вал», следует отметить деформацию (прогиб) заготовки под действием радиальной составляющей силы резания (или стрелу прогиба). Стрела прогиба определяется координатами приложения радиальной составляющей силы резания, модулем нормальной упругости борштанги, ее геометрическими параметрами и схемой закрепления на обрабатываемой детали.

Допуск стрелы прогиба борштанги можно описать зависимостью [1]:

$$[y] \leq k \cdot Td, \quad (2)$$

где $[y]$ – допустимая величина прогиба борштанги относительной геометрической точности, мкм;

Td – допуск на размер, мкм;

k – коэффициент, зависящий от уровня относительной геометрической точности и равный 0,3; 0,2; 0,12 для уровней точности А, В, С соответственно.

Борштанга представляет собой двухопорный вал. Стрела прогиба борштанги для указанной схемы закрепления определяется следующим образом:

$$y = \frac{P_y \cdot x_p^2 (L_{б.р} - x_p^2)}{3EJL_{б.р}}, \quad (3)$$

где $P_y = 0,4 P_z$ – радиальная составляющая силы резания, Н;

$L_{б.р}$ – длина борштанги между точками закрепления, мм;

x_p – расстояние от опоры до места приложения силы, мм;

E – модуль нормальной упругости, кг/мм² (для стали 9ХВГ – $E = 2,75 - 3,02 \cdot 10^6$ кг/мм² или $\sim 2,75 - 3,02 \cdot 10^5$ МПа);

J – приведенный момент инерции сечения борштанги, мм⁴, определяемый по формуле:

$$J = \frac{\pi d_6^4}{64 \cdot 10^4}, \quad (4)$$

где d_6 – диаметр борштанги, мм.

На основании результатов эксперимента по определению сил резания нами выполнен расчет максимального изгиба борштанги в зависимости от ее диаметра и расстояния между опорами.

Результаты расчета борштанги на жесткость приведены на рис. 1.

Сопоставляя данные рисунка с величиной предельных отклонений отверстий, можно сделать вывод, что борштанга диаметром 20 мм не обеспечивает требуемой точности обработки на всем исследованном диапазоне сил резания.

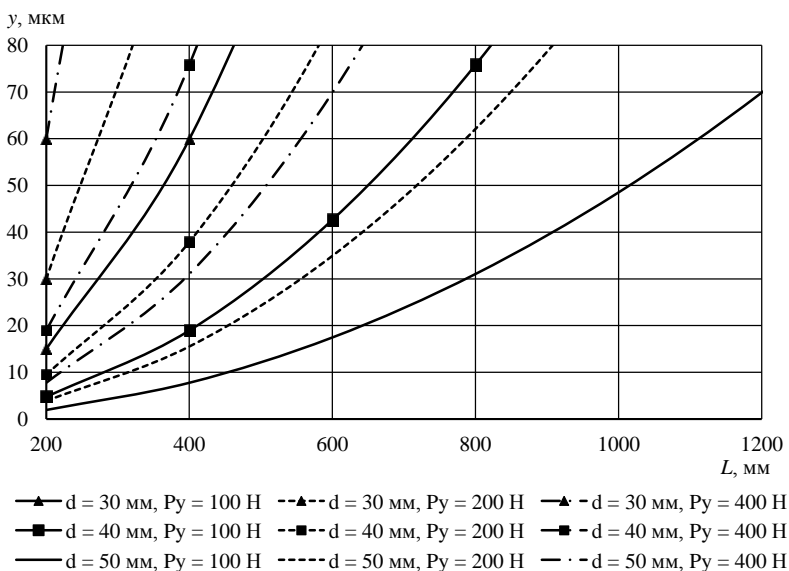


Рис. 1. Результаты расчетов величины изгиба борштанги (y) в зависимости от ее диаметра (d) и радиальной составляющей силы резания (P_y)

Борштанга диаметром 30 мм позволяет получить 6-квалитет точности при расстоянии между опорами 200 мм и радиальной составляющей силы резания 100 Н, а также 7-квалитет при расстоянии между опорами 200 мм и радиальной составляющей силы резания 200 Н.

Борштанга диаметром 40 мм при расстоянии между опорами 200 мм позволяет получить 5-квалитет точности при всех исследованных режимах резания. 7-квалитет может достигаться при радиальной составляющей силы резания 200 Н при расстоянии между опорами борштан-

ги до 400 мм, а при радиальной составляющей силы резания 100 Н – при расстоянии между опорами борштанги до 600 мм.

Борштанга диаметром 50 мм позволяет получить 5-квалитет точности при всех исследованных режимах резания. При расстоянии между опорами до 300 мм, 7-квалитет – на всех режимах резания при расстоянии между опорами борштанги до 450 мм, при радиальной составляющей силы резания 200 Н – до 650 мм, и при радиальной составляющей силы резания 100 Н – до 900 мм.

Заключение. Для обеспечения эффективности работы расточных станков одной из важных задач является обеспечение точности обработки детали, на которую влияет жесткость борштанги.

Результаты эксперимента показали, что при расточке отверстий для получения 5-го – 7-го квалитетов точности следует использовать борштанги диаметром не менее 40 мм, а при установке опор на расстоянии более 600 мм следует использовать режимы резания с уменьшенной подачей и глубиной обработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Некрасов, С. С. Обработка материалов резанием / С. С. Некрасов. – Москва: Агропромиздат, 1988. – 336 с.
2. Савенок, Л. И. Зависимость вертикальной составляющей силы резания от режима обработки при точении / Л. И. Савенок, В. И. Коцуба. – Горки: БГСХА, 2018. – 24 с.
3. Савенок, Л. И. Обработка заготовок деталей машин резанием (Проектирование технологического процесса). – Горки: БГСХА, 2004. – 124 с.
4. Столяров, А. О. Анализ технологии восстановления корпусных деталей / А. О. Столяров, К. В. Костерев // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 128–131.

Аннотация. Для обеспечения эффективности работы расточных станков одной из важных задач является обеспечение точности обработки детали, на которую влияет жесткость борштанги. В статье приведены результаты эксперимента по определению диаметра борштанги, обеспечивающего получение требуемого квалитета точности при расточке отверстий в зависимости от расстояния между опорами борштанги и режимов резания.

Ключевые слова: расточка отверстий, борштанга, режимы резания, жесткость, диаметр борштанги.

Секция 5. ТРАКТОРЫ, АВТОМОБИЛИ И МАШИНЫ ДЛЯ ПРИРОДОБУСТРОЙСТВА

УДК 62-543.3

КОНСТРУКЦИЯ И РАСЧЕТ ПОРШНЕВОГО НАСОСА-ДОЗАТОРА ДЛЯ СМЕСЕВЫХ ТОПЛИВ

А. Л. БИРЮКОВ¹, канд. техн. наук, доцент
Н. Ю. КУТЕРГИН², инженер

¹Вологодская государственная молочнохозяйственная академия
имени Н. В. Верещагина,
Вологда, Российская Федерация

²филиал АО «Газпром газораспределение Киров»,
Кирово-Чепецк, Российская Федерация

Введение. Одной из основных задач современного двигателестроения является улучшение эксплуатационных и экологических показателей двигателей внутреннего сгорания (ДВС). В связи с ростом численности автомобильного транспорта постоянно возрастает доля потребления нефтяного топлива. ДВС являются основными потребителями нефти (более 90 %) и в ближайшее время, по оценкам специалистов, серьезной альтернативы им не появится.

Наряду с разработкой принципиально новых образцов ДВС, которая требует проведения длительных исследований и значительных материальных вложений, большое значение имеет также усовершенствование уже выпускаемых ДВС.

Анализ методов и средств улучшения, эксплуатационных и экологических показателей бензинового двигателя, представленных в многочисленных работах, показывает, что наиболее эффективными являются методы воздействия на рабочий процесс ДВС. Известно, что единого способа комплексного улучшения экономических, экологических и мощностных характеристик двигателя не существует. С целью экономии нефти и улучшения экологических характеристик бензиновых двигателей целесообразен переход на альтернативные моторные топлива. Однако, проведенный анализ возможных альтернативных видов топлива показал, что зачастую их использование связано с различными трудностями. Среди которых, снижение динамических качеств транспортных средств (ТС), уменьшение полезной нагрузки и пробега на одной заправке, сложность хранения запаса топлива, значительное

усложнение конструкции и др. Наряду с альтернативными возможно также применение так называемых смесевых топлив, в состав которых, помимо традиционной составляющей, входит добавка нефтяного происхождения.

Основная часть. Проведенный анализ изобретений [1–4] поршневых насосов, предназначенных для перекачивания, дозирования и смешивания пищевых, токсичных, агрессивных, стерильных и других жидкостей позволил выявить основной недостаток данных устройств – низкое качество смешивания компонентов и, как следствие, неоднородность получаемой смеси.

С целью повышения точности дозирования перекачиваемых жидкостей и получения из них однородной смеси представлена конструкция и расчет поршневого насоса-дозатора для смесевых топлив.

Сущность предлагаемого устройства заключается в том, что насос состоит из цилиндра, по меньшей мере, двух всасывающих клапанов, штока, поршня, разделяющего цилиндр на всасывающую и нагнетательную полости, напорной магистрали, по меньшей мере, двух перепускных каналов с перепускными клапанами, расположенных внутри поршня, отличающийся тем, что шток выполнен в виде пластины, разделяющей всасывающую полость на две камеры всасывающей полости, причем каждая камера имеет свой всасывающий клапан, один из перепускных каналов соединяет нагнетательную полость с одной камерой всасывающей полости, а второй перепускной канал соединяет нагнетательную полость с другой камерой всасывающей полости, причем перепускные каналы взаимно пересекают друг друга, по меньшей мере, один раз.

Конструкция поршневого насоса-дозатора представлена на рис. 1. Насос-дозатор состоит из: цилиндра 1, по меньшей мере, двух всасывающих клапанов 2, штока 3, выполненного в виде пластины, разделяющей две камеры 4 всасывающей полости, нагнетательной полости 5, поршня 6, по меньшей мере, двух перепускных каналов 7 с перепускными клапанами 8, напорной магистрали 9.

Устройство работает следующим образом: на поршень 6 через жестко связанный с ним шток 3 от внешнего привода передается возвратно-поступательное движение. При движении поршня 6 в сторону напорной магистрали 9 в камерах 4 всасывающей полости создается разрежение, за счет которого жидкость поступает через всасывающие клапаны 2 в камеры 4 всасывающей полости, при этом перепускные клапаны 8 закрыты и поршень 6 выталкивает жидкость из нагнета-

тельной полости 5 в напорную магистраль 9. При движении поршня 6 в сторону камер 4 всасывающей полости всасывающие клапаны 2 закрываются и поршень 6, перемещаясь, выталкивает жидкость из камер 4 всасывающей полости через перепускные каналы 7 и перепускные клапаны 8 в нагнетательную полость 5. В связи с тем, что всасывающая полость насоса-дозатора разделена штоком 3 на две отдельные камеры 4 всасывающей полости, в каждой из которых имеется свой клапан 2, а нагнетательная полость 5 общая, возможно производить дозирование, перекачивание и смешивание двух различных жидкостей, а за счет взаимного пересечения перепускных каналов 7 и, как следствие, взаимного пересечения потоков двух различных жидкостей при выталкивании их из камер 4 всасывающей полости в нагнетательную полость 5, достигается повышение качества смешивания жидкостей и получение из них однородной смеси.

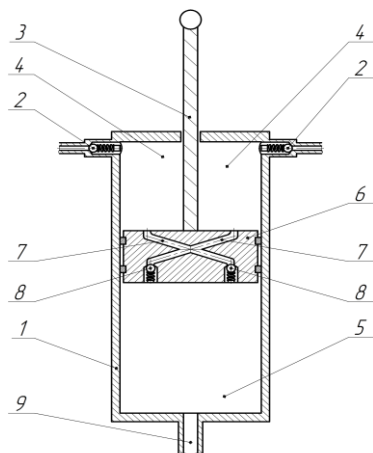


Рис. 1. Насос-дозатор

Примером применения настоящего насоса-дозатора служит его использование для приготовления топливных смесей для двигателей внутреннего сгорания на борту транспортного или энергетического средства, а также перекачивания и дозирования жидкостей в промышленности, фармакологии и других производствах.

Расчет данного насоса-дозатора целесообразно выполнять по скорректированной методике на основе типовой [6].

Рассмотрим методику расчета поршневого насоса-дозатора предложенной конструкции.

Для расчета поршневого насоса-дозатора простого действия, например при неизвестном диаметре поршня мощности привода насоса, необходимо знать ход поршня, частоту вращения, подачу первой и второй жидкости, составляющих смесь, из сборника в аппарат, давление в котором $p_{изб}$, их относительную плотность, давление в сборнике. Также нужно знать геометрическую высоту подъема H_v , полную потерю напора h_n .

Производительность поршневого насоса Q , м³/с простого действия находится по формуле:

$$Q = \eta_v \cdot F \cdot s \cdot n / 60,$$

где η_v – коэффициент подачи, величина которого обычно составляет 0,8–0,9;

F – рабочая площадь (площадь поперечного сечения) поршня (плунжера), м²;

s – ход поршня, м;

n – частота вращения, т. е. число двойных ходов поршня в 1 мин.

Тогда для насоса-дозатора формула примет вид:

$$Q_1 + Q_2 = \eta_v \cdot F \cdot s \cdot n / 60,$$

где Q_1 – подача одной жидкости, входящей в состав смеси;

Q_2 – подача второй жидкости.

На основании формулы производительности для простого насоса находим:

$$F = (Q_1 + Q_2) / \eta_v \cdot s \cdot n / 60.$$

Так как камеры 4 разделены штоком 3 (рис. 1), который имеет толщину, то это необходимо учесть. В таком случае действительная площадь поршня будет равна:

$$F_d = F + F_{шт},$$

где $F_{шт}$ – площадь поперечного сечения штока, м².

В случае круглого сечения поршня диаметр поршня находится из известной формуле:

$$F_d = \pi \cdot d^2 / 4 \\ d = \sqrt{(4 \cdot F_d / \pi)}.$$

Напор, развиваемый насосом, обычно определяется по формуле:

$$H = (p_2 - p_1 / \rho \cdot g) + H_v + h_n,$$

где p_2 и p_1 – давление в нагнетательной магистрали и в сборнике соответственно;

ρ – плотность жидкости;

g – ускорение свободного падения.

В нашем случае необходимо учесть наличие 2 всасывающих магистралей и среднюю плотность смеси. В случае давления в обеих емкостях с жидкостями, составляющими смесь, равного атмосферному:

$$H = (p_2 - p_1 / ((\rho_1 + \rho_2) \cdot g)) + H_v + h_n,$$

где ρ_1 и ρ_2 – плотность первой и второй жидкостей, составляющих смесь.

Мощность, потребляемую электродвигателем насоса, рассчитывают по известной формуле:

$$N = Q \cdot \rho \cdot g \cdot H / (1000 \cdot \eta),$$

где η – общий к. п. д. насосной установки.

Мощность необходимо принять с учетом запаса на перегрузки.

Заключение. Представлена конструкция поршневого насоса-дозатора и методика расчета его основных параметров, таких как производительность, напор развиваемый насосом, диаметр поршня, мощность привода насоса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Третьяков, П. Типы насосов и их применение в композитной промышленности / П. Третьяков [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://plural.ru/articles/pumps.php>. – Дата выкладки: 08.10.2009.
2. Поршневой насос / А. М. Пугин, Д. В. Петраковский // Патент RU 2257489 МПК 7, F04B17/04; 12.02.2004.
3. Объемный насос / Н. А. Потапов // Авторское свидетельство SU 1779771 МПК 5, F04B19/22, F04B21/04; 23.11.1990.
4. Поршневой насос-дозатор / И. В. Зефирова, А. И. Паутов // Патент RU 127410 МПК F04B3/00 (2006.01); 07.06.2012.
5. Бирюков, А. Л. Улучшение эксплуатационных и экологических показателей бензиновых двигателей путем применения топливно-водных смесей: дисс. ... канд. техн. наук / А. Л. Бирюков. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский ГАУ, 2011. – 177 с.
6. Переверзев, А. Н. Расчет насосов / А. Н. Переверзев, С. Н. Овчаров, В. М. Литвинов. – Ставрополь: СевКавГТУ, 2008. – 67 с.

Аннотация. Описано устройство и оригинальный расчет насоса-дозатора для смесевых топлив для двигателей внутреннего сгорания. Технический результат – возможность точного дозирования перекачиваемых жидкостей и получения из них однородной смеси.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, устройство, насос-дозатор, смесевое топливо.

АНАЛИЗ ОТКАЗОВ РЕЖУЩИХ АППАРАТОВ МНОГОРОТОРНЫХ КОСИЛОК

А. Л. БОРИСОВ, канд. техн. наук, доцент
Е. И. МАЖУГИН, канд. техн. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Современные режущие аппараты мелиоративных много­роторных косилок достаточно совершенны по конструкции и распо­лагают необходимыми эксплуатационными качествами. Качество ко­силок характеризуется совокупностью принадлежащих им свойств, обеспечивающих их пригодность для выполнения основных техноло­гических операций по назначению (окашивание откосов мелиоратив­ных каналов, дамб мелиоративных систем).

Важной характеристикой режущего аппарата много­роторной косилки является надежность, отражающая его служебные свойства, которые закладываются в процессе проектирования и производства косилки, реализуются при эксплуатации и возобновляются с помощью ремонта.

Недостаточная надежность косилок отражается на их производи­тельности, которая снижается за счет простоев их в ремонте, на вели­чине денежных и трудовых затрат на их содержание, обуславливает рост капитальных вложений в производственные фонды ремонтного производства и промышленность, занятую изготовлением запасных частей для косилок.

Отказ – событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта. При наступлении отказа дальнейшее применение объекта по назначению становится невозможным. Отказ, как правило, возникает вследствие износа составных деталей объекта [1].

Основная часть. Нами были проанкетированы мелиоративные предприятия различных областей Республики Беларусь. На балансе этих предприятий находятся много­роторные косилки следующих марок: К-78М, АС-1, КДН-210, КРД-1,5.

Обследование мелиоративных много­роторных косилок, которые применяются в Республике Беларусь для скашивания растительности на откосах дорог, мелиоративных каналов, дамб мелиоративных систем, позволило выявить ряд характерных отказов режущих

аппаратов (таблица), а также установить некоторые причины их возникновения и тяжесть последствий их устранения [2–4].

Отказы режущих аппаратов и причины их возникновения

Наименование отказа	Причина отказа			Группа сложности отказа и код группы сложности отказа согласно ГОСТ 1917-2008
	конструкционный	по вине обслуживающего персонала	из-за сложных условий эксплуатации	
Погнутость ножей		+	+	I, 11
Повреждения дисков роторов		+	+	II, 21
Износ зубьев шестерен режущего аппарата	+		+	II, 21
Выход из строя подшипниковых узлов	+		+	II, 21
Износ зубьев шестерни конического редуктора	+		+	II, 21
Изгиб бруса режущего аппарата	+			I, 11
Излом бруса у первого ротора	+			I, 11
Выработка отверстий на бруске в месте установки осей промежуточных шестерен			+	III, 31
Износ шлицев на диске			+	II, 21
Износ отверстий диска под нож			+	II, 21
Ослабление крепления, стягивающего брус и крышку			+	I, 12
Срыв резьбы на валах ротора под диски		+		III, 31

Из таблицы видно, что возникновение 75 % отказов обусловлено сложными условиями эксплуатации косилок, 50 % отказов относятся ко второй группе сложности.

Наиболее распространенным отказом является погнутость ножей [2, 3]. Этот дефект возникает при ударе режущей кромки ножа о твердый предмет или при встрече ножа с непреодолимыми препятствиями. Решающим фактором возникновения этого отказа является несоблюдение условий эксплуатации, так как обрабатываемая поверхность не очищается от посторонних предметов, как этого требуют производители косилок.

Несоблюдение условий эксплуатации косилок также приводит к повреждениям (деформации, трещинам, излому) дисков роторов.

У некоторых моделей многороторных косилок с большим количеством роторов с течением времени происходит дугообразный изгиб бруса режущего аппарата из-за его недостаточной жесткости.

Это ведет к нарушению соосности установленных на нем деталей и является причиной преждевременного выхода из строя подшипников качения валов роторов, а также износа зубьев шестерен привода.

У некоторых мелиоративных многороторных косилок существует проблема излома режущего бруса у первого ротора. Этот отказ возникает из-за конструктивных недоработок фирм-производителей, а не из-за нарушения требований к эксплуатации изделия. Такой вывод можно сделать на основании того, что многие главные специалисты организаций отмечают, что данный отказ происходит в течение первых 30 ч работы косилки [2, 4, 5].

Такой отказ, как износ отверстий диска, к которым крепятся ножи, обусловлен наличием разрушающей реакции в шарнире, которая возникает в результате ударных нагрузок при скашивании древесно-кустарниковой растительности.

Также у диска ротора изнашиваются шлицы, с помощью которых он крепится на вал. Причиной тому являются ударные нагрузки, возникающие при скашивании древесно-кустарниковой растительности.

С течением времени в режущих аппаратах происходит изнашивание зубьев шестерен. Причиной изнашивания зубьев шестерен являются продукты износа, которые попадают в масло, находящееся в режущем аппарате, от трущихся деталей и в процессе работы из смазки не удаляются. Кроме того, в качестве механических примесей может выступать песок, который попадает в режущий аппарат в результате несоблюдения культуры проведения ремонтных работ, а также работ, связанных с проведением технического обслуживания [2–6].

В зависимости от последствий устранения наиболее тяжелыми отказами режущего аппарата мелиоративной косилки являются отказы, связанные с его полной разборкой, что ведет к простоям и значительным экономическим потерям ввиду большой трудоемкости данной операции. К таким отказам относятся: износ зубьев шестерен режущего аппарата, выход из строя подшипниковых узлов.

Заключение. Основной деталью, влияющей на надежность режущего аппарата мелиоративной многороторной косилки, является шестерня цилиндрической передачи привода роторов. Главной причиной преждевременного изнашивания зубьев шестерен является наличие механических примесей в масле режущего аппарата. Для того чтобы

снизить изнашивание зубьев шестерен и повысить надежность режущего аппарата многороторной косилки необходимо предусмотреть очистку масла в нем от механических примесей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения: ГОСТ 27.002-89. – Введ. 01.07.90. – Москва: Изд-во стандартов, 1990. – 38 с.
2. Механико-технологические основы совершенствования косилок для мелиорированных земель и лугопастбищных угодий: монография / Е. И. Мажугин [и др.]. – Горки: БГСХА, 2017. – 247 с.
3. Борисов, А. Л. Отказы режущих аппаратов мелиоративных и дорожных роторных косилок и мероприятия, направленные на снижение их количества / А. Л. Борисов // Молодежь и инновации – 2011: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Горки, 25–27 мая 2011 г.: в 2 ч. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: А. П. Курдеко (гл. ред.) [и др.]. – Горки, 2011. – Ч. 2. – С. 24–26.
4. Мажугин, Е. И. Обоснование мероприятий по повышению надежности режущих аппаратов роторных мелиоративных и дорожных косилок / Е. И. Мажугин, А. Л. Борисов // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ Междунар. науч.-техн. конф., Брянск, 22–23 марта 2011 г. / Брянская гос. с.-х. акад.; ред. совет: А. А. Тюрева, Р. Н. Куприенко. – Брянск, 2011. – С. 72–75.
5. Борисов, А. Л. Основные отказы в режущих аппаратах мелиоративных роторных косилок / А. Л. Борисов // Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения: материалы XIV Междунар. науч.- произв. конф., Белгород, 17–20 мая 2010 г. / ФГОУ ВПО Белгород. гос. с.-х. акад.; редкол.: А. В. Турьяновский [и др.]. – Белгород, 2010. – С. 169.
6. Петровец, В. Р. Производственные технологии и техническое обеспечение процессов в сельскохозяйственном производстве / В. Р. Петровец. – Горки: БГСХА, 2022. – 240 с.

Аннотация. Проанализированы отказы режущих аппаратов мелиоративных многороторных косилок. Приведены их основные причины возникновения. Дана рекомендация по снижению изнашивания зубьев шестерен и повышения надежности режущего аппарата многороторной косилки.

Ключевые слова: многороторная косилка, режущий аппарат, надежность, отказ.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЛЕВОЙ ФУНКЦИИ ОПТИМИЗАЦИИ ЭФФЕКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ ПРИ РАБОТЕ НА СМЕСЕВОМ ТОПЛИВЕ

Ш. В. БУЗИКОВ, канд. техн. наук, доцент
С. А. ПЛОТНИКОВ, д-р техн. наук, профессор

Вятский государственный университет,
Киров, Российская Федерация

Введение. Работа тракторного дизеля при использовании смесового топлива на различных нагрузочных и скоростных режимах, как правило, характеризуется сопровождением изменения значений эффективной мощности [1, 6, 9, 10].

В свою очередь такой эффективный показатель можно рассмотреть, как функцию двух аргументов. Этими двумя аргументами здесь являются значения среднего эффективного давления и частоты вращения коленчатого вала тракторного дизеля.

В зависимости от скоростного режима работы тракторного дизеля среднее эффективное давление не может изменяться от минимального до максимального возможных своих значений [2–5, 13].

Данное обстоятельство объясняется, во-первых, конструктивно-технологическими особенностями самого тракторного дизеля, а, во-вторых, характеристикой работы всережимного регулятора частоты вращения коленчатого вала тракторного дизеля топливного насоса высокого давления. Так как всережимный регулятор частоты вращения коленчатого вала на разных скоростных режимах работы обеспечивает разные значения максимальной цикловой подачи, тем самым определяя максимальное значение среднего эффективного давления. Таким образом, в зависимости от частоты вращения коленчатого вала тракторного дизеля можно определить функцию ограничения значений среднего эффективного давления.

В связи с этим возникает проблема определения целевой функции оптимизации эффективных показателей тракторного дизеля при работе на смесовом топливе.

Для решения данной проблемы необходимо определить саму целевую функцию эффективных показателей, а затем граничные условия.

В связи с этим целью работы является определение целевой функции оптимизации эффективных показателей тракторного дизеля при работе на смесовом топливе. Научная новизна заключается в определении оптимальной функциональной зависимости эффективных показателей тракторного дизеля при работе на смесовом топливе.

Основная часть. Так как значение среднего эффективного давления p_{ε} во многом определяется цикловой подачей смесевого топлива $q_{ц}$, поэтому введение ограничений на значение p_{ε} сводится к характеристике всережимного регулятора частоты вращения коленчатого вала топливного насоса высокого давления и ее можно представить как кусочно-заданную функцию в виде полинома-сплайна 2 порядка.

Рассмотрим систему функций:

$$\begin{cases} p_{мп} = f_{мп}(n) \\ p_{мп} \leq p_{\varepsilon} \leq f_{\varepsilon}(n) \end{cases} \quad (1)$$

где $p_{мп}$ – давление механических потерь, МПа;

$f_{мп}(n)$ – функция давления механических потерь от частоты вращения коленчатого вала, МПа;

n – частота вращения коленчатого вала, мин⁻¹;

$f_{\varepsilon}(n)$ – функция среднего эффективного давления от частоты вращения коленчатого вала, МПа.

Отсюда видно, что равенство как и неравенство выражается через одну переменную n . Данная система (1) является определенной на отрезке $[n_{zx}^{min}, n_{zx}^{max}]$ с узлами $n \in [n_{zx}^{min} \leq n_{ндк} < n_{кдк} < n_{ндр} \leq n_{zx}^{max}]$, т.к. на каждом из отрезков $[n_{zx}^{min}, n_{ндк}]$, $[n_{ндк}, n_{кдк}]$, $[n_{кдк}, n_{ндр}]$ и $[n_{ндр}, n_{zx}^{max}]$, $f(n)$ можно выразить алгебраическим полиномом 2-й степени, тогда каждая из точек $n_{ндк}$, $n_{кдк}$, $n_{ндр}$ является узлами сплайна [8]. В общем виде кусочно-заданную систему функций можно представить в следующем виде:

$$\begin{cases} p_{мп} = a_{мп}n^2 + b_{мп}n + c_{мп}, & n_{zx}^{min} \leq n \leq n_{zx}^{max} \\ p_{мп} \leq p_{\varepsilon}(n) \leq a_i n^2 + b_i n + c_i, & n_{zx}^{min} < n < n_{ндк}, \quad i = 1 \\ & n_{ндк} < n < n_{кдк}, \quad i = 2, \\ & n_{кдк} < n < n_{ндр}, \quad i = 3 \\ & n_{ндр} < n < n_{zx}^{max}, \quad i = 4 \end{cases} \quad (2)$$

где n_{zx}^{min} , n_{zx}^{max} – минимальная и максимальная частота холостого хода тракторного дизеля, мин⁻¹;

$n_{ндк}$, $n_{кдк}$, $n_{ндр}$ – частота вращения коленчатого вала тракторного дизеля, соответствующая началу и концу действия корректора, а также началу действия регулятора, соответственно, мин⁻¹;

i – текущий номер режима работы тракторного дизеля;

$a_{мп}$, $b_{мп}$, $c_{мп}$, a_i , b_i , c_i – коэффициенты в полиномах 2-й степени.

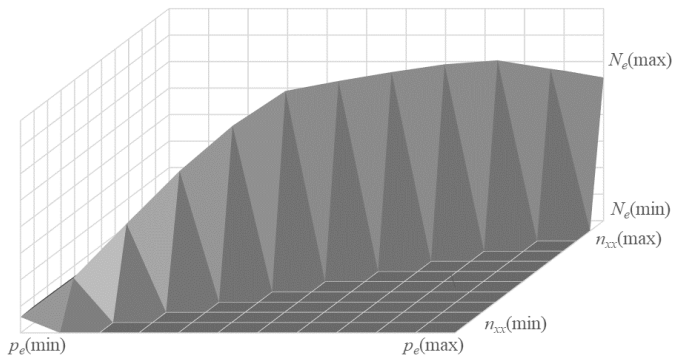


Рис. 1. Область режимов работы тракторного дизеля

Для показателей механических потерь:

$$P_{\text{мп}} = f\{N_{\text{мп}}(p_i, n), \eta_{\text{м}}(p_i, n)\}, \quad (5)$$

где $P_{\text{мп}}$ – целевая функция показателей механических потерь.

Рассмотрим целевую функцию индикаторных показателей. Функция индикаторной мощности:

$$N_i = \frac{V_a}{30\tau} p_i n. \quad (6)$$

Функция индикаторного КПД:

$$\eta_i = \frac{1}{H_u} p_i \frac{G_B}{G_T \rho_k \eta_v}, \quad (7)$$

где $\frac{1}{H_u}$ – удельная тепловая масса смешеного топлива, кг/МДж [12];

$\frac{G_B}{G_T \rho_k \eta_v}$ – удельный объем рабочей смеси, состоящей из свежего заряда (воздуха), отработавших газов и смешеного топлива, м³/кг топл.;

H_u – низшая расчетная удельная теплота сгорания смешеного топлива, МДж/кг;

G_B – массовый часовой расход воздуха, кг/ч;

G_T – массовый часовой расход смешеного топлива, кг/ч;

ρ_k – плотность свежего заряда на впуске, кг/м³;

η_v – коэффициент наполнения цилиндров тракторного дизеля.

В последнем выражении (7) произвели замену [7]: $\eta_V = \frac{33,3 G_T}{V_n n \rho_k}$ и преобразовали, тогда удельный объем рабочей смеси, определялся как $\frac{V_n n}{33,3 G_T}$.

Тогда окончательно выражение (7) приняло вид:

$$\eta_i = \frac{V_n}{33,3 H_u G_T(p_i, n)} p_i n. \quad (8)$$

Проведя аналогичные преобразования, получено:

$$g_i = \frac{1,2 \cdot 10^5 G_T(p_i, n)}{V_n} \frac{1}{p_i n}. \quad (9)$$

Тогда общая целевая функция индикаторных показателей с учетом выражений (6), (8) и (9):

$$P_i = f \left\{ \frac{V_n}{30\tau} p_i n, \frac{V_n}{33,3 H_u G_T(p_i, n)} p_i n, \frac{1,2 \cdot 10^5 G_T(p_i, n)}{V_n} \frac{1}{p_i n} \right\}. \quad (10)$$

Целевая функция для показателей механических потерь. Мощность механических потерь:

$$N_{мп} = \frac{V_n}{30\tau} p_{мп} n. \quad (11)$$

Механический КПД:

$$\eta_M = \frac{P_E}{P_i} = 1 - \frac{P_{мп}}{P_i}. \quad (12)$$

С учетом выражений (11) и (12) в конечном виде:

$$P_{мп} = f \left\{ \frac{V_n}{30\tau} p_{мп} n, 1 - \frac{P_{мп}}{P_i} \right\}. \quad (13)$$

Исходя из условия $P_E = P_i - P_{мп}$ и анализа целевых функций (10) и (13) следует что, можно сформировать такую единую целевую функцию эффективных показателей, которая будет заменять в себе две, исключив из нее коррелирующие подфункции. Тогда общее выражение целевой функции эффективных показателей приняло следующий вид:

$$P_E = f \left\{ p_i n, \frac{V_n}{33,3 H_u} p_i n, \frac{1,2 \cdot 10^5}{V_n} \frac{1}{p_i n}, p_{мп} n, 1 - \frac{P_{мп}}{P_i} \right\}. \quad (14)$$

Используя выражение (14) можно проводить поиск любых оптимальных решений, задавая определенные условия.

Заключение. В результате проведенных исследований была определена целевая функции оптимизации эффективных показателей тракторного дизеля при работе на смесевом топливе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Альтернативные виды топлива для двигателей / А. Н. Карташевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2013. – 376 с.
2. Бузиков, Ш. В. Анализ концепций исследования применения альтернативных топлив в дизелях / Ш. В. Бузиков, С. А. Плотников // Транспорт на альтернативном топливе. – 2022. – № 1 (85). – С. 66–70.
3. Бузиков, Ш. В. Обоснование методов определения эффективности применения альтернативных топлив в автотракторных дизелях / Ш. В. Бузиков, С. А. Плотников // Известия МГТУ «МАМИ». – 2021. – Т. 15, № 4. – С. 2–8.
4. Бузиков, Ш. В. Определение предельной концентрации рапсового масла в смесевом топливе применяемое в дизеле / Ш. В. Бузиков, С. А. Плотников, И. С. Козлов // Вестник транспорта Поволжья. – 2021. – № 1 (85). – С. 72–79.
5. Бузиков, Ш. В. Определение эффективности применения смесового топлива в тракторных дизелях / Ш. В. Бузиков // Вестник транспорта Поволжья. – 2021. – № 5 (89). – С. 57–62.
6. Бузиков, Ш. В. Определение эффективности рабочего процесса тракторного дизеля при работе на альтернативных топливах / Ш. В. Бузиков, С. А. Плотников // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА. – Вып. 7. – С. 171–175.
7. ГОСТ 18509-88. Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний (с изменением N 1).
8. Гусак, А. А. Справочник по высшей математике / А. А. Гусак, Г. М. Гусак, Е. А. Бричкова. – Минск: ТетраСистемс, 2009. – 638 с.
9. Карташевич, А. Н. Использование смесевых топлив на основе рапсового масла для сельскохозяйственных тракторов / А. Н. Карташевич, В. С. Товстыка. – Горки: БГСХА, 2012. – 210 с.
10. Карташевич, А. Н. Оптимизация эффективных показателей тракторного дизеля при работе на смесевом топливе / А. Н. Карташевич, Ш. В. Бузиков, С. А. Плотников // Вестник БГСХА. – 2022. – № 4. – С. 163–167.
11. Колчин, А. И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей / А. И. Колчин, В. П. Демидов. – Москва: Высшая школа, 2008. – 496 с.
12. Long, L. Investigation of future low-carbon and zero-carbon fuels for marine engines from the view of thermal efficiency / L. Long, T. Yuanheng, L. Dai // Energy Reports. – 2022. – Vol 8. – P. 6150–6160.
13. Plotnikov, S. Environmental Properties Evaluation of Spark-Ignition Engines Running on Water/Fuel Mix / S. Plotnikov, S. Buzikov, A. Birukov // Lecture Notes in Mechanical Engineering. – 2022. – P. 451–460.

Аннотация. Целью работы является определение целевой функции оптимизации эффективных показателей тракторного дизеля при работе на смесевом топливе. Научная новизна заключается в определении оптимальной функциональной зависимости эффективных показателей тракторного дизеля при работе на смесевом топливе. Для достижения поставленной цели необходимо решить нескольких задач: определить саму целевую функцию эффективных показателей; определить граничные условия.

Ключевые слова: целевая функция, эффективные показатели, показатели механических потерь, смесевое топливо.

БЕЗМОТОРНАЯ ОЦЕНКА ЭКСПРЕСС-МЕТОДОМ СВОЙСТВ БИОТОПЛИВ НА ОСНОВЕ ТРЕХ КОМПОНЕНТОВ

П. В. ГНЕВАШЕВ¹, аспирант
С. А. ПЛОТНИКОВ¹, д-р техн. наук, профессор
М. В. СМОЛЬНИКОВ¹, канд. техн. наук
Г. П. ШИШКИН², канд. пед. наук, доцент

¹Вятский государственный университет

²Кировский государственный медицинский университет,
Киров, Российская Федерация

Введение. Развитие науки и техники неразрывно связано с использованием симптоматики. Порой определить показатели протекания процессов бывает затруднительно в связи с их трудоемкостью, поэтому некоторые параметры определяются опосредованно по другим свойствам. Эмпирическим путем устанавливаются зависимости нужных параметров от тех параметров, которые можно измерить простыми способами. Часто такие методы используются при диагностике неисправностей в машинах и агрегатах. Например, при прослушивании различных точек двигателя стетоскопом, по характеру звука можно определить износ подшипников, поршня или цилиндра. Стетоскоп усиливает звуковые сигналы, а в качестве уловителя данных сигналов выступает ухо человека. Зная характер звука исправного двигателя, человек сравнивает их с текущими. При отклонении звучания от нормальных человек может определить наличие неисправности. Звонкий звук характерен для быстрых ударов металлических деталей, не покрытых маслом, а глухой – для ударов из мягких материалов или деталей, покрытых масляной пленкой.

Основная часть. В настоящее время для определения эксплуатационных свойств дизельных двигателей используют моторные установки, где при сжигании топлива измеряются выходные параметры. В этом направлении проведено много исследований, где в качестве топлива использовали смеси товарного дизельного топлива (ДТ) со спиртами, растительными маслами и др. [1, 2, 4]. Недостатками метода прямых измерений является то, что он трудоемок, требует сложного лабораторного оборудования, а также не имеет возможности оценить эксплуатационные свойства дизельного топлива по месту эксплуатации. Часть исследователей идет по другому пути и использует безмоторные экспресс-методы (БЭМ) оценки эксплуатационных характери-

стик топлив, в которых рассматриваются корреляционные зависимости между эксплуатационным свойствами и физико-химическими показателями [3, 5]. К таким показателям относятся диэлектрическая проницаемость, показатель преломления, бензольный индекс и др. Преимущества таких методов перед моторными заключаются в том, что они могут спрогнозировать эксплуатационные характеристики работы ДВС без сжигания топлива.

Для исследования были подготовлены смеси ДТ с этанолом рапсовым и сурепным маслом. Массовая доля масел и этанола в смеси варьировалась от 0 % до 50 %. Для каждого образца измерялась плотность d и показатель преломления. Измерения проводились при температуре окружающей среды 20 °С. Показатель преломления образцов измерялся с помощью рефрактометра ИРФ-22 (рис. 1).



Рис. 1. Используемое оборудование – рефрактометр ИРФ-22

Так как показатель преломления и плотность зависят от температуры и давления, при которых проводится измерение, то для экспресс-методов оценки эксплуатационных свойств предпочтительно использовать не сами эти величины, а их функцию – удельную рефракцию

Лорентца-Лоренца sR (таблица), которая практически не зависит от внешних условий: температуры окружающей среды и давления.

Значения удельной рефракции

Состав топлива	Удельная рефракция sR (этанол) при $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$	Удельная рефракция sR (рапсовое масло) при $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$	Удельная рефракция sR (сурепное масло) при $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$
90 % ДТ + 10 % ЭТ	0,3323		
90 % ДТ + 10 % РМ		0,3299	
90 % ДТ + 10 % Сурепное			0,4359
80 % ДТ + 20 % ЭТ	0,3321		
80 % ДТ + 20 % РМ		0,3270	
80 % ДТ + 20 % Сурепное			0,4315
70 % ДТ + 30 % ЭТ	0,3319		
70 % ДТ + 30 % РМ		0,3240	
70 % ДТ + 30 % Сурепное			0,4297
60 % ДТ + 40 % ЭТ	0,3334		
60 % ДТ + 40 % РМ		0,3212	
60 % ДТ + 40 % Сурепное			0,4263
50 % ДТ + 50 % ЭТ	0,3329		
50 % ДТ + 50 % РМ		0,3188	
50 % ДТ + 50 % Сурепное			0,4227

Заключение. Наличие зависимости удельной рефракции от содержания растительных масел и этанола, позволяет разработать экспресс метод определения состава произвольно взятой смеси. Если зависимость эксплуатационных свойств двигателя от содержания рапсового масла предварительно известна, можно сделать оценку эффективности использования данной смеси.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Полученные значения удельной рефракции при применении растительных масел показывают прямолинейную зависимость, а этанола – параболическую.

2. На основе полученных данных была подана заявка на изобретение РФ [6].

ЛИТЕРАТУРА

1. Создание и исследование свойств многокомпонентных биотоплив для тракторных дизелей / С. А. Плотников [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2020. – № 6. – С. 6–12.
2. Оценка регулировочных показателей двигателя сельскохозяйственных транспортных средств при применении многокомпонентных биотоплив / С. А. Плотников [и др.] // Вестник РГАТУ. – 2021. – № 1. – С. 149–155.
3. Безмоторные методы оценки эксплуатационных свойств топлив для сельскохозяйственной техники / С. А. Плотников [и др.] // Вестник РГАТУ. – 2021. – № 2 (13). – С. 110–115.
4. Determining of optimum operation modes of a diesel engine with a multicomponent bio-fuel composition / S. A. Plotnikov [et al.] // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2021. – № 012014 (1086).
5. Скворцов, Б. В. Определение взаимосвязи показателей детонационной стойкости с электродинамическими параметрами углеводородных топлив на основе статистического моделирования компонентного состава / Б. В. Скворцов, Е. А. Силов, А. В. Солнцева // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С. П. Королева. – 2010. – № 1. – С. 166–173.
6. Система питания оксигенатными топливами автотракторного дизеля / С. А. Плотников [и др.] // Заявка на выдачу патента РФ № 2022119274 от 14.07.2022.

Аннотация. Развитие науки и техники неразрывно связано с использованием симптоматики. Порой определить показатели протекания процессов бывает затруднительно в связи с их трудоемкостью, поэтому некоторые параметры определяются опосредованно по другим свойствам. Эмпирическим путем устанавливаются зависимости нужных параметров от тех параметров, которые можно измерить простыми способами.

Исследователи используют безмоторные экспресс-методы (БЭМ) оценки эксплуатационных характеристик топлив, в которых рассматриваются корреляционные зависимости между эксплуатационным свойством и физико-химическими показателями. Преимущество таких методов перед моторными заключаются в том, что они могут спрогнозировать эксплуатационные характеристики работы ДВС без сжигания топлива. Наличие зависимости удельной рефракции от содержания растительных масел и этанола, позволяет разработать экспресс метод определения состава произвольно взятой смеси. Если зависимость эксплуатационных свойств двигателя от содержания рапсового масла предварительно известна, можно сделать оценку эффективности использования данной смеси.

Ключевые слова: безмоторные экспресс-методы (БЭМ), удельная рефракция, корреляционные зависимости.

ИНДИКАТОРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДВИГАТЕЛЯ 4ЧН 11,0/12,5 ПРИ РАБОТЕ НА СМЕСЕВОМ ТОПЛИВЕ

Р. С. ДАРГЕЛЬ, ассистент
А. Н. КАРТАШЕВИЧ, д-р техн. наук, профессор

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Каждый год парк автотракторной техники по всему миру идет на возрастание в больших объемах. Естественно, с таким ростом и увеличивается мощность, а также расширяется сфера применения техники. Во время эксплуатации техники с отработавшими газами (ОГ) выбрасывается огромное количество различных токсичных элементов, которые негативно воздействуют на экологию окружающей среды. Содержание вредных веществ (ВВ) в кбинах различной техники в несколько раз превышает допустимые нормы. К таким ВВ можно отнести оксиды азота (NO_x), углеводороды (C_nH_m), оксиды углерода (СО), сажа (С), а также и полициклические ароматические углеводороды [1, 2].

В роли основного источника энергии для автотракторной техники применяют двигатели внутреннего сгорания, которые подразделяются на дизельные и бензиновые. Огромную популяцию в автотракторной, дорожной, сельскохозяйственной и строительной технике имеют дизельные двигатели. Этот факт обусловлен лучшей топливной экономичностью, наибольшей мощностью при наименьшей частоте вращения коленчатого вала в отношении к бензиновым двигателям, меньшими выбросами оксидов углерода и углеводородов. Двигатели, работающие на дизельном топливе, наиболее приспособлены к работе на топливах с различными физико-химическими свойствами. Такое обстоятельство показывает то, что альтернативные топлива легче и проще реализовать на базе дизельных двигателей, нежели чем на бензиновых. На больших степенях сжатия и коэффициентах избытка воздуха в значительной степени эффективнее сжигание тяжелых и легких топлив в дизельных двигателях, нежели чем в бензиновых двигателях [3, 4, 5].

Одними из основных путей по снижению загрязнения окружающей среды при работе автотракторной техники можно отметить следующие: снижение расхода топлива, улучшение качества рабочего процесса двигателей внутреннего сгорания и распространение автотрактор-

ной техники, работающей на альтернативных возобновляемых видах топлива [6].

Значительное отрицательное воздействие автотракторной техники на окружающую среду можно снизить, используя двухтопливные системы питания. Такие системы питания позволяют работать двигателям по как на дизельном топливе, так и на смесевом. В качестве компонента смесевого топлива можно применять сурепное масло, которое является одним из возобновляемых источников. Сурепное масло дает хорошую возможность полностью или частично заместить топливо нефтяного происхождения. Ведь известно, что применение биотоплив очень положительно воздействует на парниковый эффект и снижает вредные выбросы ОГ [7, 8].

Исследование показателей процесса сгорания при работе на ДТ и на смесях 90 % ДТ + 10 % СУРМ и 80 % ДТ + 20 % СУРМ производилось с помощью индицирования на номинальном скоростном режиме с частотой вращения 1800 мин⁻¹. Снятие индикаторных диаграмм осуществлялось при определённых ранее рациональных значениях установочного угла опережения впрыскивания топлива и постоянных для каждого из скоростных режимов значениях среднего эффективного давления p_e .

Анализируя график (рис. 1) видно, что при увеличении содержания в смеси СУРМ, кривая сдвигается в сторону поздних углов φ_i . Таким образом $\varphi_{i \text{ ДТ}} = 20,2$ градуса, а значения углов, соответствующих действительному моменту впрыскивания при работе дизеля на смесях 90 % ДТ + 10 % СУРМ и 80 % ДТ + 20 % равны $\varphi_{i \text{ СУРМ10}} = 21,2$ градуса и $\varphi_{i \text{ СУРМ20}} = 21,5$ градус. По аналогии наблюдается снижение давления P_z с увеличением концентрации СУРМ в смеси.

Анализ данных обработки индикаторных диаграмм по методике ЦНИДИ на ЭВМ показал, что работа дизеля на смесях 90% ДТ + 10% СУРМ и 80% ДТ + 20% сопровождается изменением характеристик тепловыделения (рис. 2).

Так, при частоте вращения 1800 мин⁻¹ и работе на чистом ДТ $T_{\max} = 2835$ К, при работе на смесях 90 % ДТ + 10 % СУРМ и 80% ДТ + 20 % $T_{\max \text{ СУРМ10}} = 2750$ К и $T_{\max \text{ СУРМ20}} = 2580$ К.

Сопоставление кривых выделения теплоты χ , активного тепловыделения χ_i и динамики использования теплоты позволяет заключить, что сгорание смесей 90 % ДТ + 10 % СУРМ и 80 % ДТ + 20 % начинается позже, чем ДТ и протекает медленнее. Данное обстоятельство

можно объяснить тем, что смесевое топливо на основе ДТ и СУРМ имеет меньшее значение ЦЧ, чем ДТ.

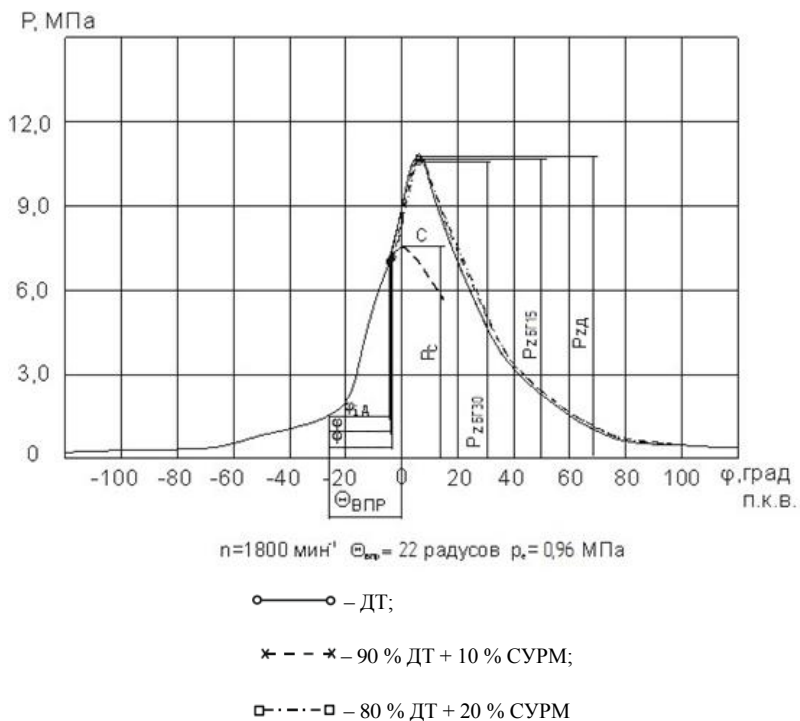


Рис. 1. Влияние применения смесей 90 % ДТ + 10 % СУРМ, 80 % ДТ + 20 % СУРМ на индикаторные диаграммы дизеля 4ЧН 11,0/12,5

В в. м. т. при работе на ДТ доля активного тепловыделения составляет 0,16 от общего количества выделившейся теплоты. При содержании 90 % ДТ + 10 % СУРМ $\chi_{i \text{ СУРМ}} = 0,15$, а при 80 % ДТ + 20 % СУРМ $\chi_{i \text{ СУРМ}20} = 0,11$. По кривым динамики активного тепловыделения видно, что выделение теплоты с увеличением содержания СУРМ в смесевых составах замедляется, процесс сгорания заканчивается позднее.

Замедление процесса сгорания обуславливает снижение скорости тепловыделения. Если для дизельного процесса $(d\chi / d\varphi)_{\text{max ДТ}} = 0,093$, то при работе на смесях 90 % ДТ + 10 % СУРМ и 80 % ДТ + 20 % эти

значения равны, соответственно, $(d\chi / d\varphi)_{\max\text{СУРМ}10} = 0,089$ и $(d\chi / d\varphi)_{\max\text{СУРМ}20} = 0,081$.

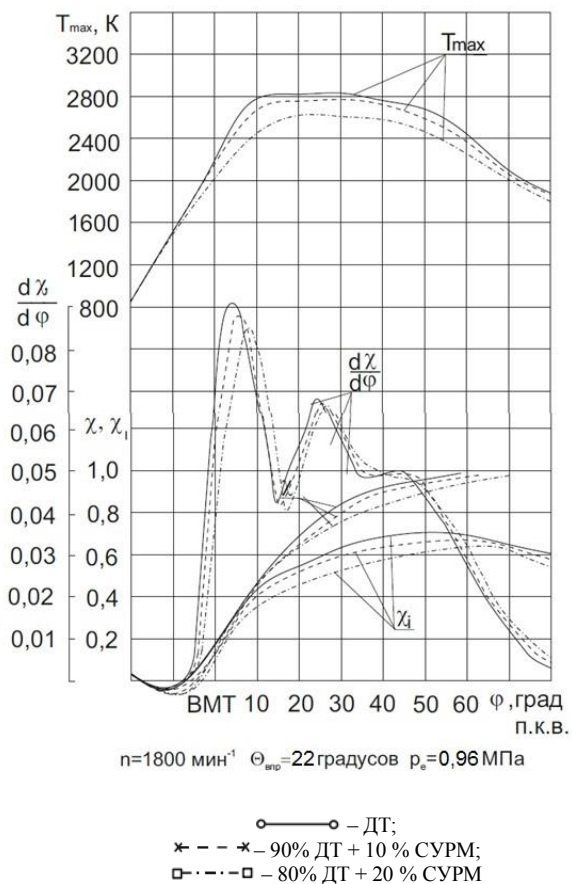


Рис. 2. Влияние применения смесей 90 % ДТ + 10 % СУРМ, 80 % ДТ + 20 % СУРМ на характеристики тепловыделения дизеля 4ЧН 11,0/12,5

Понижение максимальной скорости тепловыделения обуславливается увеличением периода задержки воспламенения и меньшей скоростью сгорания смесевых составов.

Рассмотрев показатели индикаторной диаграммы и тепловыделения дизеля 4ЧН 11,0/12,5 (Д-245.5S2), следует то, что с увеличением содержания СУРМ в смесевых составах замедляется процесс сгорания. Это обстоятельство также подтверждает сдвиг оптимальных значений эффективных показателей регулировочной характеристики в сторону более ранних углов опережения впрыскивания топлива.

ЛИТЕРАТУРА

1. Альтернативные виды топлива для двигателей / А. Н. Карташевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2012. – 376 с.
2. Малышкин, П. Ю. Влияние отработавших газов дизелей на окружающую среду / П. Ю. Малышкин // Материалы междунар. науч.-техн. конф. молод. ученых. – Могилев: БРУ, 2011. – С. 155.
3. Звонов, В. А. Токсичность двигателей внутреннего сгорания. – Москва: Машиностроение, 1981. – 160 с.
4. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. – Lyon, 2006. – 25 с.
5. Гутаревич, Ю. Ф. Охрана окружающей среды от загрязнения выбросами двигателей / Ю. Ф. Гутаревич. – Москва: Транспорт, 1989. – 200 с.
6. Белоусов, В. А. Дымность отработавших газов грузовых автомобилей, следующих транзитом через Республику Беларусь / В. А. Белоусов, А. А. Сушнев // Технические вузы – Республике. – Минск: БГПА, 1997. – Ч. 3. – С. 65.
7. Покровская, С. Ф. Влияние загрязнения воздуха на растения / С. Ф. Покровская. – Москва, 1973. – 52 с.
8. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак. – Старый Оскол: ТНТ, 2022. – 356 с.

Аннотация. Приведены результаты экспериментальных исследований показателей процесса сгорания в дизельном двигателе 4ЧН 11,0/12,5 (Д-245.5S2) при работе на дизельном топливе (ДТ) и на смесях 90 % ДТ + 10 % СУРМ и 80 % ДТ + 20 % СУРМ. Данные экспериментальные исследования выполнены на кафедре «Тракторы, автомобили и машины для природообустройства» БГСХА в научно-исследовательской лаборатории «Испытание двигателей внутреннего сгорания». Объектом исследования является процесс сгорания в дизельном двигателе 4ЧН 11,0/12,5 (Д-245.5S2) при работе на ДТ с добавлением СУРМ по массе. Целью исследования явилось построение индикаторной диаграммы и характеристики тепловыделения дизеля 4ЧН 11,0/12,5 (Д-245.5S2) при работе на ДТ с добавлением СУРМ.

Ключевые слова: сурепное масло, смесевое топливо, автотракторный двигатель, экологические показатели, индикаторная диаграмма.

ВЛИЯНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ НА НИЗШУЮ УДЕЛЬНУЮ ТЕПЛОТУ СГОРАНИЯ

Г. Э. ЗАБОЛОТСКИХ¹, аспирант

С. А. ПЛОТНИКОВ¹, д-р техн. наук, профессор

П. Я. КАНТОР¹, канд. физ.-мат. наук, доцент

М. В. СМОЛЬНИКОВ¹, канд. техн. наук

М. Н. ВТЮРИНА², канд. хим. наук, доцент

¹Вятский государственный университет

²Вятский государственный агротехнологический университет,
Киров, Российская Федерация

Введение. Поиск топлив, которые могли бы стать достойной заменой топливам на нефтяной основе, является довольно актуальным вопросом, поскольку запасы нефти с каждым годом снижаются, а производственные мощности, напротив, только растут. Здесь среди нефтяных топлив стоило бы отметить дизельное топливо, т.к. дизельные двигатели являются одними из самых популярных ДВС. Они активно используются на автомобильной, автотракторной, судовой техники, а также для производства дизельных генераторов и силовых установок. Дизельные двигатели, в отличие от бензиновых, обладают большей мощностью, лучшим КПД и запасом хода [4, 8].

Однако, дизельное топливо в чистом виде довольно токсично. Дизельные двигатели на его основе отличает высокая степень эмиссии выхлопных газов. В процессе работы двигателя в атмосферу выбрасываются такие вредные вещества как окись углерода, оксиды азота, углеводороды, оксиды серы, альдегиды, сажа и др. [1, 3].

Для снижения вредного воздействия от работавших газов используются системы нейтрализации (DPF – накопительные фильтры, DPNR – фильтры, дожигающие твердые частицы, FAP – фильтры с цериевыми присадками для очистки от сажи и др.) Использование этих систем, ввиду сложности исполнения и высокой стоимости материалов, ведет к удорожанию техники [1, 6].

Достойной альтернативой для снижения вредных выбросов могут служить растительные масла, которые добавляются в чистом либо химически измененном виде в минеральное дизельное топливо. Это позволяет минимизировать изменение навесного оборудования и не влиять на конструкторское исполнение двигателя [5].

Биодизельное топливо на основе растительных масел уже долгое время используется в странах Европы. На заправочных станциях этих стран можно встретить две марки биодизельного топлива: B5 и B100. Биодизельное топливо B5 на 5 % процентов состоит из метилового эфира рапсового масла, а B100 вообще не содержит в своем составе минерального дизельного топлива [7].

Исследование, растительных масел, таким образом, является довольно актуальным объектом для исследования, поскольку все растительные масла имеют близкий химический состав. Все они состоят из триглицеридов жирных кислот и сопутствующих им веществ, но содержание этих веществ в том или ином масле будет варьироваться.

Основная часть. Задачей исследования является определения соответствия масел в качестве добавок ДТ относительно их физико-химических свойств. Были исследованы такие свойства как плотность, кинематическая вязкость и низшая удельная теплота сгорания. Нужно отметить, что в данной статье речь не идет о составах смесевых топлив на основе растительных масел, а только о свойствах масел в отдельности. Исследование первых двух параметров (ρ и ν) определяется тем, что перед нами не стоит задача производить сложные конструкторские изменения в двигателе (диаметр, количество, расположение отверстий форсунок), а только при необходимости трансформировать навесное оборудование.

Исследование же взаимосвязи ν и Q_n интересен тем, что низшая удельная теплота сгорания, согласно известной формуле:

$$Q = q \cdot m, \quad (1)$$

где Q (Дж) – это количество выделенной теплоты;

q (Дж/м³) – удельная теплота сгорания;

m (кг) – масса в килограммах.

Соответственно, чем выше q , тем больше энергии получается в процессе работы двигателя.

Низшая удельная теплота сгорания и кинематическая вязкость масел является справочным материалом, опираясь на который была составлена следующая таблица, в которой отмечается зависимость между рассматриваемыми параметрами (таблица).

На основе этой таблицы был составлен демонстрирующий данную зависимость наглядный график (рис. 1). Из графика видно, что при увеличении кинематической вязкости смесевых топлив снижается низшая удельная теплота сгорания.

**Отношение кинематической вязкости растительных масел и ДТ
к их низшей удельной теплоте сгорания**

	ХлопкМ	СурМ	РМ	ДТ
ν , сСт	84	77,2	7,5	4,5
Q_n , МДж/кг	34	37,2	37,3	42,5

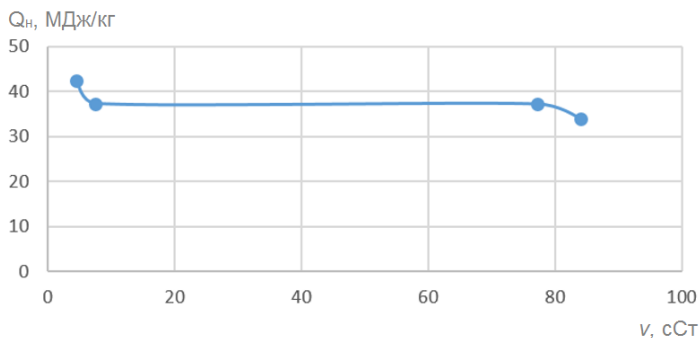


Рис. 1. Отношение кинематической вязкости растительных масел и ДТ
к их низшей удельной теплоте сгорания

Предположительно, данный эффект можно объяснить тем, что масла, обладающие наименьшей вязкостью, легче испаряются (что связано с массой жирных кислот). Это ведет к увеличению содержания концентрации испаренной фазы и соответственно росту фактической температуры возгорания, а она в свою очередь – к увеличению низшей удельной теплоты сгорания топлива. Эта зависимость также видна, когда в один ряд с растительными маслами поместить ДТ.

Среди проанализированных видов масел видно, что наиболее близко к ДТ по Q_n рапсовое и сурепное масла, но рапсовое масло уже давно нашло свое применение в производстве альтернативного топлива, тогда как сурепное на данный момент недостаточно изучено в этом отношении. Но, кинематическая вязкость СурМ выше вязкости ДТ примерно в 17,2 раза, а это значит, что в процессе топливоподготовки перед смешением над ним придется произвести либо физическое, либо химическое воздействие.

Заключение. При изучении физико-химических свойств масел необходимо уделять внимание не только плотности и кинематической

вязкости масел, но также и низшей удельной теплоте сгорания, т. к. она напрямую связана с производимой двигателем полезной работой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Расширение многотопливности автотракторного дизеля при использовании альтернативных топлив / А. Н. Карташевич [и др.] // Известия МГТУ «МАМИ». – 2019. – № 3 (41). – С. 66–72.
2. Крюков, В. В. Смесевое сурепно-минеральное топливо: результаты экспериментальных исследований и технические решения / В. В. Крюков // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России. – Пенза, 2012. – С. 202–204.
3. Куропятник, А. А. Обеспечение экологических показателей работы судовой энергетической установки при использовании системы рециркуляции выпускных газов дизеля / А. А. Куропятник // *Universum: технические науки*. – 2020. – № 4-2. – С. 10–16.
4. Рапсовое масло как альтернативное топливо для дизеля / В. А. Марков [и др.] // *Автомобильная промышленность*. – 2006. – № 2. – С. 26–30.
5. Перспективы использования биотоплив в дизельных двигателях / В. А. Марков [и др.] // *Транспорт на альтернативном топливе*. – 2012. – № 6 (30). – С. 6–10.
6. Панчишный, В. И. К вопросу о моделировании систем нейтрализации автомобильных дизелей / В. И. Панчишный, И. Ю. Воробьев // *Труды НАМИ*. – 2018. – № 4 (275). – С. 23–37.
7. Пивоварова, В. О. Биотопливо - элемент современной экологической системы / В. О. Пивоварова, В. Ю. Конохов // *Актуальные проблемы обеспечения устойчивого экономического и социального развития регионов*. – Махачкала: Апробация, 2015. – С. 30–32.
8. Эркинов, И. Б. Расчетный анализ преимуществ основных характеристик дизельных и карбюраторных двигателей / И. Б. Эркинов, Р. М. Дадабоев // *Universum: технические науки*. – 2021. – № 4-2 (85). – С. 36–41.

Аннотация. В процессе работы дизельного двигателя в атмосферу выбрасывается большое количество вредных веществ. Для снижения вредного воздействия, наряду с системами нейтрализации вредных компонентов, могут использоваться растительные масла. Здесь, кроме таких физико-химических понятий, как плотность и кинематическая вязкость речь идет о низшей удельной теплоте сгорания и о ее взаимосвязи с указанной выше кинематической вязкостью.

Ключевые слова: плотность, кинематическая вязкость, низшая удельная теплота сгорания, рапсовое масло, сурепное масло.

ОБЗОР УСТРОЙСТВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

А. Н. КАРТАШЕВИЧ, д-р техн. наук, профессор

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

О. В. ГОРДЕЕНКО, канд. техн. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Одна из важнейших эксплуатационных характеристик дизельного топлива (ДТ) – его низкотемпературные свойства, характеризующие его подвижность при отрицательной температуре.

К основным низкотемпературным свойствам дизельных топлив относятся три показателя: температура помутнения (t_n) – при которой из топлива начинают выпадать первые кристаллы парафина, температура застывания (t_3) – при которой топливо теряет подвижность при малых усилиях сдвига, при этой температуре дизельное топливо полностью теряет свою подвижность из-за образования кристаллической сетки, возникающей при срачивании крупных кристаллов парафина при снижении температуры и предельная температура фильтруемости (t_{ϕ}) – характеризует минимальную температуру, при которой заданный объем топлива перекачивается через стандартный фильтр за определенный промежуток времени и характеризует работоспособность топливоподающей системы дизеля [1–4].

Основная часть. Низкотемпературные свойства – температуры помутнения и застывания регулируются, главным образом, фракционным составом ДТ (таблица).

Данные таблицы показывают, что для обеспечения требуемых температур помутнения и застывания зимние топлива получают облегчением фракционного состава. Так, для получения дизельного топлива с $t_n = -25$ °С и $t_3 = -35$ °С требуется понизить температуру конца кипения топлива с 360 до 320 °С, а для топлива с $t_n = -35$ °С и $t_3 = -45$ °С – до 280 °С, что приводит к снижению отбора дизельного топлива от нефти с 42 до 30,5 и 22,4 % соответственно [1–4].

В летних дизельных топливах содержатся *H*-алканы углеродного ряда $C_9 - C_{25}$, причем максимум приходится на углеводороды $C_{11} - C_{19}$. В зимних и арктических дизельных топливах в основном содержатся

H-алкановые углеводороды с числом углеродных атомов $C_8 - C_{18}$, а максимум приходится на $C_{11} - C_{12}$.

Таблица. Влияние фракционного состава ДТ на их низкотемпературные свойства

Показатели	Фракции, °С						
	160– 280	160– 320	160– 350	160– 370	160– 390	180– 350	180– 370
Выход на нефть, % масс.	22,4	30,5	35,9	39,2	42,0	32,2	35,5
Фракционный состав: начало кипения, °С	188	190	192	194	197	210	211
перегоняется при температуре, °С:							
10 % об.	198	201	203	205	211	228	227
50 % об.	226	245	258	265	274	272	275
90 % об.	260	295	320	336	354	327	340
98 % об.	273	306	332	347	362	338	347
Температура, °С:							
помутнения	–38	–28	–17	–11	–6	–13	–5
застывания	–47	–35	–30	–19	–13	–22	–14

Таким образом, низкотемпературные свойства дизельных топлив изменяются в широком диапазоне, определяемом, прежде всего, содержанием в них *H*-алкановых углеводородов и их температурами плавления. Доказано, что при увеличении содержания суммарных твердых углеводородов в летних ДТ с 5 до 30 % масс. их температура застывания повышается на 13 °С – с –15 до –2 °С. Наибольшее влияние на низкотемпературные свойства ДТ оказывают высокоплавкие *H*-алкановые углеводороды $C_{22} - C_{24}$. Товарные образцы летних ДТ могут иметь $t_n -5$ °С и ниже, если содержание в них *H*-алкановых углеводородов $C_{19} - C_{25}$ не превышает 4,0 % масс. Чтобы t_f не превысила –10 °С, концентрация *H*-алкановых углеводородов не должна быть более 2 % масс., что недопустимо, так как они являются важнейшим смазывающим элементом, обеспечивающим работу топливной системы, в том числе и плунжерных пар топливных насосов.

Один из наиболее распространенных способов улучшения низкотемпературной прокачиваемости дизельных топлив – утепление топливных баков, трубопроводов, топливных фильтров, установка последних в подкапотном пространстве двигателя как можно ближе к выпускному коллектору. Преимущество этого способа в том, что не требуется дополнительных устройств, однако он имеет и существен-

ный недостаток, такой как низкая степень нагрева и невозможность разрушения кристаллов в период пуска и прогрева двигателя.

Повышенную степень нагрева получают применением специальных нагревательных устройств, таких как теплообменники отработавших газов, охлаждающей жидкости, излишков топлива или электронагревательные устройства.

Теплообменники, основанные на использовании отработавших газов, расположены в основном внизу топливного бака, либо в специальном корпусе, внутри которого расположены пучки труб. Суть этой конструкции в том, что выхлопные газы проходят по трубкам, которые обтекает дизельное топливо. Существенные недостатки таких теплообменников – сильная зависимость температуры теплоносителя от режима работы двигателя и низкий потенциал тепла газов при работе двигателя на холостом ходу.

Теплообменники с использованием тепла излишков топлива могут быть выполнены по всей длине всасывающего трубопровода по типу «труба в трубе». В литературе встречается описание подогревателей с использованием тепла излишков топлива от форсунок, выполненных в виде смесителей, расположенных в топливном баке недалеко от заборного штуцера. Кроме того, имеется описание теплообменников, использующих теплое топливо из головки топливного насоса высокого давления, которое поступает через редукционный клапан во всасывающую полость подкачивающего насоса.

К недостаткам этого способа можно отнести то, что разрушение кристаллов парафинов будет происходить лишь при запущенном и хорошо прогревом двигателе, однако это не исключает возможности забивания пробками парафинов в двойном штуцере. Кроме того, в данной конструкции не предусмотрен фильтр грубой очистки, и продукты износа прецизионных пар поступают опять к топливному насосу высокого давления, т.е. нет очистки топлива в ФГО.

На рис. 1 представлена схема фильтра тонкой очистки с электронагревательным устройством, выполненным из углеродных тканей. Подогреватель работает следующим образом. Перед пуском двигателя выключателем массы замыкается цепь, и электрический ток проходит через зажим 10, углеродную ткань 20, зажим 11, позистор 24. В результате этого нагревается углеродная ткань, что приводит к разрушению кристаллов парафинов, находящихся на ее поверхности, за счет чего обеспечивается улучшение условий фильтруемости дизельного топлива. Позистор 24 предотвращает перегрев и разрушение углерод-

ной ткани. Однако применение такого подогревателя не позволяет обеспечить нагрев дизельного топлива на линии всасывания, которая является наиболее критическим участком системы питания в условиях низких температур, кроме того, при эксплуатации трактора ФТО нагревается за счет тепла двигателя, и данная конструкция большую часть своего времени не будет работать.

В настоящее время ведутся разработки на добавление депрессантов в дизельное топливо в зависимости от его вязкости. Предложена система облегчения работы дизеля при низких температурах.

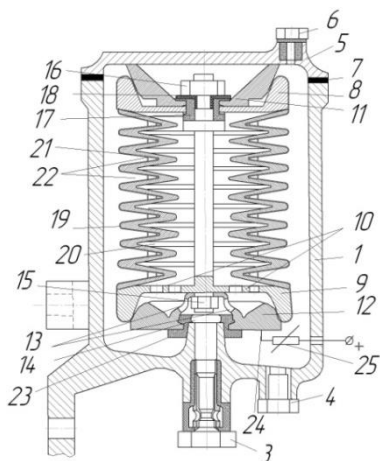


Рис. 1. Фильтр тонкой очистки с электронагревательным элементом:
1 – корпус ФТО; 2 – ось; 4 – сливная пробка; 5 – крышка корпуса; 6 – пробка для стравливания воздуха; 7 – прокладка; 8 и 9 – основания фильтрующего элемента; 10, 11, 12 и 24 – зажимы; 13 и 14 – отверстия; 15 и 16 – гайки; 17, 18 и 23 – диэлектрические втулки; 19, 21 и 22 – пружины; 20 – углеродная ткань; 25 – позистор

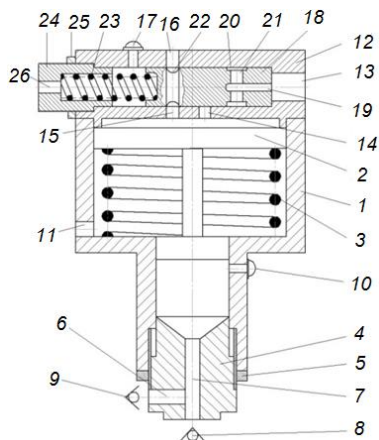


Рис. 2. Устройство для автоматического ввода депрессорной присадки:
1 – корпус; 2 – двухступенчатый поршень; 3 – пружина; 4 – штуцер; 5 – контргайка; 6 и 7 – осевое и радиальное сверления; 8 и 9 – обратные клапаны; 10 – винт для удаления воздуха; 11 – сверление, сообщающее межпоршневую полость с всасывающим коллектором; 12 – крышка; 13 – осевое сверление; 14, 15 и 16 – радиальные сверления; 17 – винт для удаления воздуха; 18 – золотник; 19 и 20 – осевое и радиальное сверления; 21 и 22 – проточки; 23 – пружина; 24 – штуцер; 25 – контргайка; 26 – осевое сверление, сообщающее с выходом из фильтра тонкой очистки

Система работает следующим образом. При температуре дизельного топлива, когда процессы кристаллики не протекают и фильтр не забит парафинами, топливо свободно проходит из топливного бака через фильтр грубой очистки, топливо-подкачивающий насос и фильтр тонкой очистки и далее поступает к топливному насосу высокого давления и форсункам. При этом пружина 23 удерживает золотник 18 в крайнем правом положении. Сверление 14 крышки 12 перекрыто золотником 18, а сверление 15 через проточку 22 золотника 18 и сверление 16 крышки 12 сообщает надпоршневую полость со всасывающим коллектором. Двухступенчатый поршень 2 под действием пружины 3 находится в крайнем верхнем положении. Депрессорная присадка через открытый обратный клапан 9, радиальное сверление 7, осевое сверление 6 штуцера 4 заполняет подпоршневую полость. Обратный клапан 8 в результате разности давлений в фильтре и подпоршневой полости устройства закрыт. Депрессорная присадка в фильтр не поступает.

При температуре дизельного топлива ниже температуры помутнения протекают процессы кристаллизации высокоплавких углеводородов. Парафины, выпадающие в виде кристаллов, забивают фильтрующий элемент, увеличивая его гидравлическое сопротивление. При этом возникает перепад давлений на фильтре, независящий от режима работы двигателя. За счет разности давлений на входе и выходе из фильтра золотник 18, установленный в крышке 12, начинает перемещаться влево, сжимая пружину 23. В результате чего перекрывается сверление 15 крышки 12, а сверление 14 через проточку 21, сверление 20 и 19 золотника 18, сверление 13 крышки 12 сообщается с входом в фильтр. Топливо начинает поступать в надпоршневую полость. Поршень 2 перемещается вниз, сжимая пружину 3. За счет разности площадей двухступенчатого поршня 2 давление в подпоршневой полости, где находится депрессорная присадка, намного выше, чем давление в надпоршневой полости и в фильтре. Под действием этого давления обратный клапан 9 закрыт и открывается обратный клапан 8. Депрессорная Присадка по каналу 6 штуцера 4 через обратный клапан 8 и трубопровод подается в фильтр. После впрыска присадки, когда поршень 2 упирается в своем крайнем нижнем положении в штуцер 4, обратный клапан 8 закрывается. Объем вводимой присадки регулируется штуцером 4 и контргайкой

Золотник 18 под действием пружины 23 перемещается в первоначальное положение, перекрывается сверление 14, а сверление 15 через проточку 22 золотника 18 и сверление 16 крышки 12 соединяет надпоршневую полость с всасывающим коллектором. Поршень 2 под действием пружины 3 перемещается вверх, вытесняя топливо из надпоршневой полости. При этом открывается обратный клапан 9 и по сверлениям 7 и 6 штуцера 4 в подпоршневую полость поступает новая порция депрессорной присадки. Перепад давлений, при котором срабатывает устройство, зависит от положения штуцера 24 с контрогайкой 25.

Заключение. Установка нагревательных элементов в корпусе топливных фильтров неизбежно приводит к изменению конструкции этих узлов и их эксплуатационных параметров. Этот недостаток присущ всем рассмотренным выше способам подогрева топлива с нагревательными элементами, встроенными в какой-либо агрегат системы питания двигателя. Поэтому для разрушения кристаллов *H*-алканов в топливе в условиях зимней эксплуатации должны быть использованы индивидуальные способы, которые не вносят конструктивных изменений в агрегаты системы питания принятой схемы топливоподачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карташевич, А. Н. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости / А. Н. Карташевич, В. С. Товстыка, А. В. Гордеенко. – Москва: Инфра-М, 2015. – 420 с.
2. Патент ВU № 1767 U F 02B 77/00. Система защиты топливной аппаратуры дизеля / А. Н. Карташевич, А. В. Гордеенко, Д. С. Разинкевич; заявл. 18.03.2002; опубл. 22.03.2004; Бюл. № 2, 23 с.
3. Патент ВУ № 1766 U F 02M 31/00, F02N 17/00. Система облегчения работы дизеля при низких температурах / А. Н. Карташевич, А. В. Гордеенко, Д. С. Разинкевич; заявл. 18.03.2002; опубл. 22.03.2004; Бюл. № 2, 23 с.
4. Улучшение пусковых качеств автотракторных дизелей в зимний период эксплуатации / А. Н. Карташевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2005. – 172 с.

Аннотация. Приведено описание процесса застывания дизельного топлива в зависимости от содержания в нем *H*-алканов, рассмотрено влияние фракционного состава дизельного топлива на его низкотемпературные свойства, предложены устройства для устройства для разрушения кристаллов *H*-алканов в дизельном топливе.

Ключевые слова: дизельное топливо, низкотемпературные свойства, фракционный состав, подогреватель топлива.

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ НАНЕСЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ И ИХ СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

А. С. КЛУОНИС, магистрант
С. А. ПЛОТНИКОВ, д-р техн. наук, профессор

Вятский государственный университет,
Киров, Российская Федерация

Введение. Как известно, на протяжении всей истории инструментального производства стоит задача увеличения скорости и износостойкости металлообработки, что ведет к снижению себестоимости изготавливаемой продукции.

После появления новых высокопрочных жаропрочных сплавов и композитных материалов задача повышения стойкости инструмента имеет особую актуальность.

Одним из решений задачи повышения износостойкости и твердости инструмента для обработки резанием является нанесение упрочняющего слоя.

Технология поверхностного покрытия представляет собой процесс нанесения на поверхностный слой инструмента тонкое покрытие, которое приводит к изменению свойств поверхности.

Основная часть. Существующие технологии можно сгруппировать по характеру протекания процесса, рабочей температуре и характеристикам получаемых покрытий. Последнее является логическим началом при выборе наиболее подходящей технологии для конкретного применения, так в качестве основных современных методов нанесения износостойких покрытий для металлорежущего инструмента используются процессы химического (CVD-chemical vapor deposition) и физического (PVD-physical vapor deposition) осаждения из газовой фазы. Тонкопленочные износостойкие покрытия рассматриваемых технологий имеют различные характеристики (таблица) [1].

При методе PVD начальные твердые материалы переводятся в паровую фазу, аналогичная по составу, что и покрытие, испарением или распылением. Данная технология протекает только в вакууме.

Первоначальными материалами при CVD-процессах выступают газы, состав которых существенно отличается от получаемого покрытия. Поверхностный слой получается за счет химических реакций реаген-

тов. Сам процесс чаще всего осуществляется в специальных камерах, реже – в вакуумных камерах [2].

Сравнительные характеристики CVD- и PVD-методов нанесения тонкопленочных износостойких покрытий

Характеристика	CVD-метод	PVD-метод
Температура изделий при нанесении покрытия	700–1100 °С (CVD) 400–500 °С (PECVD)	250–500 °С
Толщина наносимого покрытия	2–10 мкм	0,1–6 мкм
Состав основных наносимых покрытий	TiC, TiN, TiCN, Al ₂ O ₃ и др.	TiN, TiC, TiCN, TiAlN, ZrC, HfN, HfC, CrN, Al ₂ O ₃
Твердость наносимых покрытий, ГПа	20–30	20–50
Коэффициент трения покрытия по стали	0,4–0,6	0,1–0,5
Температура окисления покрытия	400–600 °С	400–1100 °С
Остаточные напряжения в поверхностном слое металла	Высокие растягивающие	Растягивающие
Ограничения в исходном материале инструмента	Нельзя наносить покрытие на закаленный инструмент с низкой температурой	Низкие адгезионные свойства при нанесении покрытий на инструмент из материала с низкой температурой отпуска

При анализе мировых достижений в области нанесения покрытий известно, что при использовании в качестве реагентов формирования газовой фазы элементоорганических соединений и при помощи плазменной активации возможно понизить температуру нагрева изделий при CVD-технологии [3].

При этом уменьшение температуры процесса нивелирует негативные явления от термического воздействия и возможности применения различных материалов в качестве основы.

Повысить уровень экологической безопасности позволяет применение элементоорганических соединений из-за их нетоксичности. Также их применение повышает эффективность контроля за технологическим процессом и воспроизводимость свойств осаждаемых по-

крытий, так как они содержат все необходимые элементы для получения покрытий в однородной субстанции.

Плазменная активация повышает качество подготовки поверхности, вызывает более быстрое прохождение химической реакции, а также к высоким скоростям осаждения покрытия.

PVD- и CVD-технологии применяются для нанесения покрытия на твердосплавные пластины, используемые в первую очередь для токарной обработки [4] с целью повышения производительности и увеличения объемов производства [5, 6]. При фрезерной мелкогабаритной обработке [7, 8] поверхностное покрытие рабочей части концевых фрез способствует продолжительному и непрерывному процессу резания. Немаловажную роль играет также отсутствие длительной подготовки поверхности и необходимости перемещать изделие в процессе нанесения покрытия. По данным немецких инструментальных фирм, с 2000 г. более 70 % токарных пластин выпускается с поверхностным покрытием [9].

При химическом методе осаждения все поверхности изделия, в том числе внутренние с внешним доступом наносится покрытие. Поверхностный слой при физическом методе образуется на зоне, непосредственно обращенной к источнику ионов, при вращении – на всей рабочей поверхности, кроме внутренних зон.

Ограничение широкого использования методов PVD и CVD на отечественных предприятиях связано с применением сложного и дорогостоящего оборудования, требующего высокой квалификации обслуживания. Для российского менталитета промышленных предприятий наиболее рационально для нанесения тонкопленочных износостойких покрытий использовать малогабаритное, безвакуумное, недорогое и простое в обслуживании оборудование.

Заключение. Оба рассмотренных процесса используются для осаждения покрытий различных материалов. CVD-метод, как правило, более сложен. PVD-технология более дорогостоящая, а процесс протекания относительно долгий. С ограничением использования зарубежного оборудования и инструмента вопрос разработки отечественных методов получения износостойкого поверхностного слоя является актуальным для всех машиностроительных предприятий Российской Федерации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сравнительный анализ свойств износостойких покрытий для повышения стойкости сверл / П. А. Тополянский [и др.] // *Металлообработка*. – 2013. – № 4 (76). – С. 28–39.
2. Тополянский, П. А. Сравнительные характеристики электроплазменных процессов нанесения износостойких покрытий и изменения свойств поверхности / П. А. Тополянский // *Технологии ремонта, восстановления и упрочнения деталей машин, механизмов, оборудования, инструмента и технологической оснастки*. – СПб.: СПбПУ, 2007. – Ч. 2. – С. 243–247.
3. *Handbook of Thin Film Materials. Vol. 1: Deposition and Processing of Thin Films* / Ed. By H. S. Nalwa. Marcell Dekker Inc., N. Y., USA, 2002.
4. Гиршов, В. Л. Металлорежущий инструмент из порошковой стали с дисперсной структурой и алмазоподобным нанопокрывением / В. Л. Гиршов, П. А. Тополянский // *Металлообработка*. – 2009. – № 1 (49). – С. 43–49.
5. Плотников, С. А. Планирование производства и объем выпуска продукции / С. А. Плотников, Е. В. Арасланова // *Общество, наука, инновации*. – Киров: Вятский государственный университет, 2017. – С. 1817–1822.
6. Плотников, С. А. Тандем бережливого производства и ERP систем / С. А. Плотников, А. Г. Чернядьев // *Общество, наука, инновации*. – Киров: Вятский государственный университет, 2017. – С. 1891–1896.
7. Клуонис, А. С. Комбинированный метод получения комплектов мелкоразмерных профильных деталей / А. С. Клуонис, Д. Г. Сергеев, Е. В. Козлов // *Общество, наука, инновации*. – Киров: Вятский государственный университет, 2022. – С. 341–344.
8. 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: ЯГТУ, 2022. – С. 19–21.
9. Локтев, Д. Методы и оборудование для нанесения износостойких покрытий / Д. Локтев, Е. Ямашкин // *Наноиндустрия*. – 2007. – № 4. – С. 18–25.

Аннотация. Рассмотрены современные технологии нанесения тонкопленочных износостойких покрытий: CVD- и PVD-процессы. Описаны сравнительные физико-механические характеристики данных методов. Также приведены преимущества и недостатки химического и физического метода осаждения поверхностного слоя.

Ключевые слова: поверхностный слой, физическое осаждение, химическое осаждение, физико-механические характеристики, анализ.

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Е. В. КОЗЛОВ, инженер
С. А. ПЛОТНИКОВ, д-р техн. наук, профессор

Вятский государственный университет,
Киров, Российская Федерация

Введение. В металлообрабатывающей промышленности при лезвийном методе обработки используются инструменты, изготовленные с применением таких материалов, как инструментальные стали, твердые сплавы, керамика и сверхтвердые материалы. Данные материалы обладают различными свойствами и технологией получения. Использование тех или иных режущих инструментов обусловлено материалом обрабатываемой детали, требованиями к качеству обрабатываемой поверхности, условиями работы инструмента, а также производительностью режущего инструмента.

Основная часть. Материалы, используемые для изготовления инструмента для обработки резанием, можно разделить на следующие группы: инструментальные стали, спеченные твердые сплавы, керамические режущие материалы, сверхтвёрдые материалы.

Инструментальные стали, в зависимости от условий работы, в свою очередь разделяют на несколько основных видов: инструментальная углеродистая нетеплостойкая, инструментальная легированная нетеплостойкая, инструментальная легированная быстрорежущая теплостойкая. Область применения инструмента [1–4] в зависимости от используемого материала режущей кромки (табл. 1).

При выборе режущего инструмента необходимо руководствоваться такими основными свойствами, как твердость режущей кромки, прочность, теплопроводность и теплостойкость. Твердость является основным качественным показателем инструмента. Рабочие свойства режущего инструмента должны сохраняться в установленных пределах рабочих температур. Для процесса мелкоразмерной обработки фрезерованием [5, 6] характерны высокие частоты вращения инструмента, достигающие $20000\text{--}25000\text{ мин}^{-1}$, что приводит к повышению температуры в процессе резания и преждевременному износу. Повысить износостойкость рабочей поверхности можно за счёт нанесения износостой-

кого покрытия, которое сокращает количество тепла, попадающего в инструментальный материал.

Сравнение некоторых инструментальных материалов по твердости режущей кромки и предельной рабочей температуре (табл. 2) [1–3].

Таблица 1. Область применения металлорежущего инструмента

Материал инструмента	Применение
Углеродистая сталь	Метчики, рашпили, зубила, ножницы
Легированная сталь	Фрезы, сверла, протяжки, ножи, пилы
Быстрорежущая сталь	Резцы, сверла, фрезы, долбяки
Твёрдые сплавы	Режущий инструмент для высокоскоростного резания
Керамические режущие материалы	Режущий инструмент для обработки высокопрочных чугунов, инструментальных/конструкционных углеродистых и легированных сталей
Сверхтвёрдые материалы	Режущий инструмент для обработки цементованных сталей, твёрдых сплавов, высокопрочных чугунов

Таблица 2. Характеристики инструментальных материалов

Марка стали	Твердость	Предельные рабочие температуры, °С
Углеродистые (нетеплостойкие)		
У8, У8А, У11, У11А	60–63 HRC	180–200
Легированные (нетеплостойкие)		
9ХФ, 11ХФ, 9ХС, ХВГ	57–63 HRC	220–260
Быстрорежущие стали (теплостойкие)		
P18, P6M5, P9K5	58–64 HRC	620–640
Твердые сплавы		
T15K6, T5K10	87–92 HRC	900–1000
Керамические режущие материалы		
ЦМ-332, ВОК-60	90–94 HRA	1100–1400
Сверхтвердые материалы		
АСБ1, АМК, ПСТМ	70–90 ГПа (HV)	700–1500

Основная доля российского рынка твердосплавного, керамического и сверхтвердого режущего инструмента приходится на импорт.

Причиной высокой импортозависимости является технологическое отставание российских предприятий от ведущих мировых производителей [7].

Зарубежные производители металлорежущего инструмента на российском рынке представлены следующими компаниями: Kennametal (США), Widia, Walter, Guhring, Arno (Германия), Seco, Sandvik (Швеция), Dormer&Pramet (Чехия), ОКЕ, Deskar, JXTC, ZCC, GESAC (Китай), Korloy, YG-1, TaeguTec (Корея), Mitsubishi, Yamawa, Sumitomo, Kyocera, Tungaloy (Япония), Vargus Iscar (Израиль), IZAR (Испания).

Основные российские производители металлорежущего инструмента: Innotech, Microbor, Томский инструмент, Белгородский завод специнструмента, СКИФ-М, Кировоградский завод твердых сплавов, АО Победит, АО Твердосплав, Московский инструментальный завод, Свердловский инструментальный завод, АО ВНИИИНСТРУМЕНТ, Киржачский инструментальный завод, Серпуховский Инструментальный завод ТВИНТОС.

Доля стран на российском рынке твердосплавного инструмента в процентном соотношении (рис. 1).

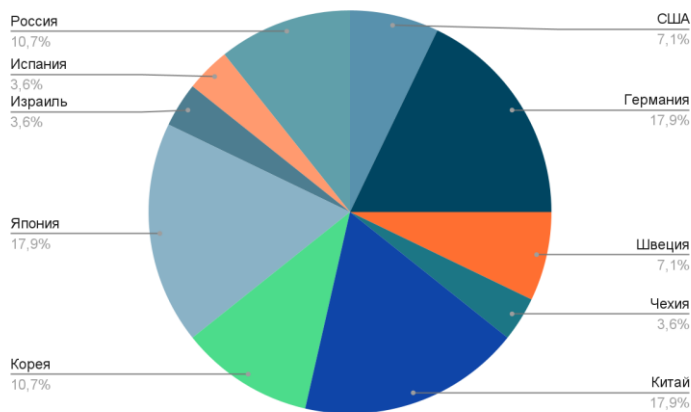


Рис. 1. Доля стран на российском рынке твердосплавного инструмента

Заключение. В настоящее время, промышленные предприятия, оказавшись в условиях экономических мер ограничительного характера, испытывают нехватку высокопроизводительного режущего инструмента по причине сокращения поставок от мировых производителей, что является стимулом к проведению исследований и внедрению технологий получения новых инструментальных материалов. Усиление научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности

сти является одной из ключевых задач реализации стратегии развития станкоинструментальной промышленности на период до 2035 года [8]. Результатом реализации стратегии должна стать продукция импортозамещения, основной спрос на которую будет исходить со стороны оборонно-промышленного комплекса страны. Использование современных инструментальных материалов благоприятно скажется на производительности оборудования и объемах производства [9, 10].

ЛИТЕРАТУРА

1. Третьяков, А. Ф. Материаловедение и технологии обработки материалов / А. Ф. Третьяков, Л. В. Тарасенко. – Москва: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. – 541 с.
2. Режущие инструменты, оснащенные сверхтвердыми и керамическими материалами, и их применение / В. П. Жель [и др.]. – Москва: Машиностроение, 1987. – 320 с.
3. Справочник по конструкционным материалам / Б. Н. Арзамасов [и др.]. – Москва: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. – 640 с.
4. Зубков, Н. Н. Инструментальные материалы для изготовления лезвийных инструментов / Н. Н. Зубков. – 2013. – № 5. – С. 75–100.
5. Клуонис, А. С. Комбинированный метод получения комплектов мелкоразмерных профильных деталей / А. С. Клуонис, Д. Г. Сергеев, Е. В. Козлов // Общество, наука, инновации. – Киров: Вятский государственный университет, 2022. – С. 341–344.
6. 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: ЯГТУ, 2022. – С. 19–21.
7. Бутов, А. М. Рынок продукции станкостроения / А. М. Бутов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dcenter.hse.ru/news/415044604.html>. – Дата обращения 14.10.2022.
8. Об утверждении Стратегии развития станкоинструментальной промышленности на период до 2035 года: распоряжение Правительства РФ от 5 ноября 2020 г. № 2869-р.
9. Плотников, С. А. Планирование производства и объем выпуска продукции / С. А. Плотников, Е. В. Арасланова // Общество, наука, инновации. – Киров: Вятский государственный университет, 2017. – С. 1817–1822.
10. Плотников, С. А. Тандем бережливого производства и ERP систем / С. А. Плотников, А. Г. Чернядьев // Общество, наука, инновации. – Киров: Вятский государственный университет, 2017. – С. 1891–1896.

Аннотация. Разработка технологий изготовления режущего инструмента в условиях современного мира приобретает чрезвычайное значение для отечественной станкоинструментальной промышленности.

Ключевые слова: металлообработка, станкоинструментальная промышленность, режущий инструмент, сверхтвердые материалы.

УЛУЧШЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИЗЕЛЯ ДОБАВКОЙ ГАЗОВОГО ТОПЛИВА

П. Ю. МАЛЫШКИН, ст. преподаватель
А. Н. КАРТАШЕВИЧ, д-р техн. наук, профессор

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Количество доступных и используемых источников энергии на Земле не безгранично, а увеличение количества наземного транспорта повышает потребление энергетических ресурсов, человечество все чаще задумывается о том, что наступит время, когда появиться дефицит энергии. Поэтому бережное и рациональное отношение к источникам энергии, увеличение используемой ее полезной доли, с каждым годом становится все более актуальным [1–4].

На долю сельского хозяйства приходится около 50 % всей энергии, потребляемой в Республике Беларусь, более 40 % которой приходится на дизельное топливо [13]. Широкое применение дизельных двигателей подталкивает исследователей к комплексу мер по снижению потребления этого вида топлива. Развитие в данном направлении проводится по нескольким направлениям.

Во-первых, создание электротранспорта с питанием от аккумуляторной батареи, однако данное направление достаточно трудно реализовать в сельском хозяйстве.

Во-вторых, совершенствование конструкции двигателя внутреннего сгорания, использующего традиционное топливо.

В-третьих, применение добавок и присадок в топливо с целью повышения эффективности сгорания за счет изменения его физических и химических свойств.

В-четвертых, применение альтернативных и смесевых топлив.

Спектр возобновляемых альтернативных видов топлива, применяемых для автотракторной техники, в настоящее время довольно широк. Спирты, вода, эфиры, водород, аммиак, и их производные, а также сжатые и сжиженные углеводородные газы.

Как показывают исследовательские работы и опытная эксплуатация, значительную экономию дизельного топлива и одновременно улучшение экологических показателей можно получить за счет введе-

ния в воздушный заряд дизеля различных добавок, например, таких как газовое топливо [6–8, 10].

Применение сжиженных углеводородных газов (англ. *Liquefied petroleum gas (LPG или LP gas)*) вводимых в состав воздушного заряда являются хорошими заменителями высокотоксичных ароматических соединений, кроме этого, достаточно широко распространены на территории страны

Основная часть. Основным технико-экономическим показателям двигателя является его топливная экономичность. Чем больше тепловой энергии выделилось при сгорании топлива и преобразовалось в полезную работу, тем экономичнее двигатель. Топливную экономичность двигателя при использовании добавок оценивают по абсолютным и удельным расходам топлива по зависимостям (1, 2):

$$G_T = G_{DT} + G_{GT}, \quad (1)$$

где G_{DT} – часовой расход дизельного топлива (ДТ), %;

G_{GT} – часовой расход газового топлива (ГТ), %.

Удельный эффективный расход топлива:

$$g_e = g_{eDT} + g_{eGT}, \quad (2)$$

где g_{eDT} – удельный эффективный расход дизельного топлива, %;

g_{eGT} – удельный эффективный расход газового топлива, %.

Удельный эффективный расход топлива g_e связан с часовым расходом зависимостью (3) [11].

$$g_e = 10^3 \frac{G_T}{N_e}, \quad (3)$$

где G_T – часовой расход топлива, кг/ч;

N_e – эффективная мощность двигателя, кВт.

После стендовых испытаний дизеля и получения лабораторных данных, проводилась их обработка на компьютере в приложении *Microsoft Excel*. Полученная зависимость суммарного удельного расхода топлива дизеля Д-245.5S2 от часового расхода ДТ, с добавкой сжиженного газа при нагрузке 10, 50, 75, 100 % и номинальной частоте вращения представлена на рис. 1.

Подача сжиженного газа от 0 до 4,8 кг/ч регулируется блоком управления [12] с учетом исследований [5, 9] путем изменения времени открытого состояния t_T газовых форсунок от 0 до 9 мс.

Подача газа 1,8 ($t_r = 5$ мс) и 2,94 кг/ч ($t_r = 8$ мс) снижает дымность отработавших газов с 27 % при номинальной мощности до 15,6 и 13,1 % соответственно. При нагрузке дизеля (рис. 1) менее 50 % наблюдается резкое увеличение удельного расхода топлива.

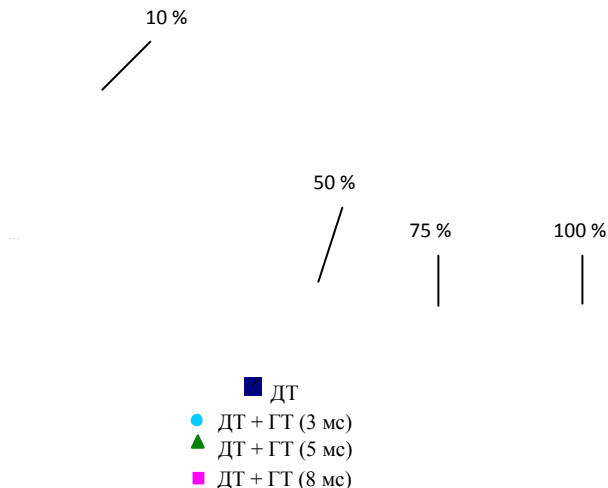


Рис. 1. График зависимости удельного расхода топлива дизеля Д-245.5S2 от часового расхода ДТ

Изменение удельного расхода топлива g_e (%) дизеля Д-245.5S2 в зависимости от степени использования мощности N_e (%) при работе на дизельном топливе и номинальной частоте вращения коленчатого вала $n_n = 1800 \text{ мин}^{-1}$ представлено на рис. 2.

Эффективная мощность $N_e = 70$ кВт и удельный расход топлива ($g_e = 223 \text{ г/кВт} \cdot \text{ч}$) на номинальном режиме приняты за 100 %. Полученная эмпирическая зависимость (4) по определению удельного эффективного расхода топлива ($g_{e \text{ расч}}$) дизелем Д-245.5S2 в зависимости от степени использования мощности (с достоверностью аппроксимации $R^2 = 0,9999$) достаточно точно согласуется с лабораторными данными (рис. 2).

$$g_{e \text{ расч}} = -0,0004 \cdot N_e^3 + 0,101 \cdot N_e^2 - 8,5 \cdot N_e + 340, \quad \% \quad (4)$$

где N_e – эффективная мощность двигателя, %.

При анализе рис. 2 видим, что удельный расход топлива имеет наименьшее значение при максимальной мощности $N_e = 100 \%$.

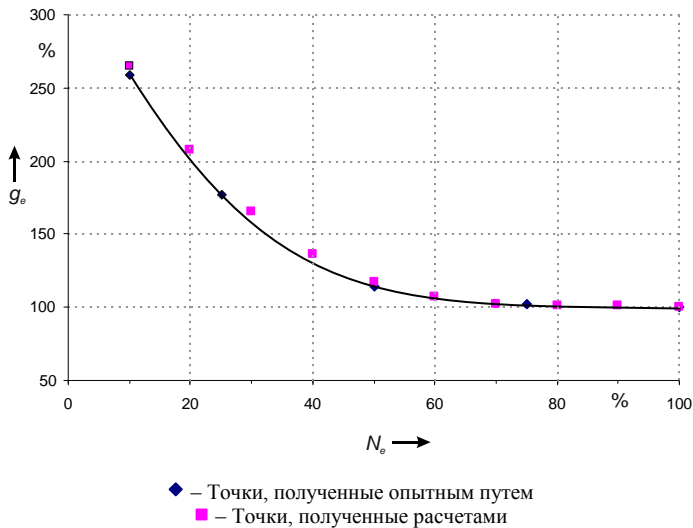


Рис. 2. Изменение удельного расхода топлива дизеля Д-245.5S2 в зависимости от степени использования мощности

Недогрузка двигателя значительно влияет на топливную экономичность. Повышение удельного расхода топлива на 5 % наблюдается при степени использования мощности дизеля $N_e = 63,6 \%$; при $N_e = 56,5 \%$ g_e увеличивается на 10 %; при $N_e = 48,3 \%$ – g_e увеличивается на 20 %; при $N_e = 34,7 \%$ – g_e увеличивается на 50 %. При снижении степени использования мощности ниже 21,5 % удельный эффективный расход топлива возрастает более чем в 2 раза.

Заключение. Эффективная работа дизеля наблюдается при степени использования мощности от 63,6 до 100 %, при этом удельный расход топлива не превышает 5 % от номинального.

Добавка сжиженного углеводородного газа (LPG), на номинальном режиме, вводимого в состав воздушного заряда дизеля Д-245.5S2 с подачей 1,8 и 2,94 кг/ч способствует увеличению полноты сгорания топлива и усиливает выгорание сажевых частиц в цилиндре, что приводит к уменьшению дымности отработавших газов в 1,73 и 2,06 раза и снижения потребления дизельного топлива на 10,6 и 18,2 % соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Альтернативные виды топлива для двигателей / А. Н. Карташевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2013. – 376 с.
2. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018. – 312 с.
3. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак. – Старый Оскол: ТНТ, 2022. – 356 с.
4. Зубакин, А. С. Экономическая эффективность использования генераторного газа в качестве топлива / А. С. Зубакин, С. А. Плотников, П. Ю. Малышкин // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 202–205.
5. Исследования тракторного дизеля при подаче газа с использованием планирования эксперимента / П. Ю. Малышкин [и др.] // Вестник БГСХА. – 2019. – № 2. – С. 239–243.
6. Карташевич, А. Н. Влияние подачи газового топлива на экологические показатели дизеля / А. Н. Карташевич, П. Ю. Малышкин // Вестник БГСХА. – 2013. – № 3. – С. 110–115.
7. Малышкин, П. Ю. Обеспечение тяговой характеристика колесного трактора при работе на смешанном дизельно-газовом топливе / П. Ю. Малышкин // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 220–224.
8. Малышкин, П. Ю. Оптимизация подачи газового топлива для тракторного дизеля / П. Ю. Малышкин // Вестник БГСХА. – 2022. – № 4. – С. 168–172.
9. Метод расчета и проектирования дизеля с наддувом, охладителем наддувочного воздуха с системой подачи газового топлива / А. Н. Карташевич [и др.] // Вестник БРУ. – 2017. – № 3. – С. 35–44.
10. Обельницкий, А. М. Топливо и смазочные материалы / А. М. Обельницкий – Москва: Высшая школа, 1982. – 208 с.
11. Скотников, В. А. Основы теории и расчета трактора и автомобиля / В. А. Скотников, А. А. Машенский, А. С. Солонский. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 383 с.
12. Электронная система впрыска газового топлива в дизель: пат. 10060 Респ. Беларусь, МПК F 02M 43/00 / А. Н. Карташевич, П. Ю. Малышкин, заявитель УО БГСХА. № и 20130295; заявл. 05.04.2013; опубл.: 30.04.2014. // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2014. – № 2 – С. 150.
13. Якубович, А. И. Экономия топлива на тракторах / А. И. Якубович, Г. М. Кухаренко, В. Е. Тарасенко. – Минск: БНТУ, 2009. – 229 с.

Аннотация. Приведены результаты испытаний дизеля Д-245.5S2 с добавкой сжиженного углеводородного газа (LPG). Выполнен анализ изменения основных технико-экономических, экологических показателей дизеля и представлена зависимость по определению удельного эффективного расхода топлива.

Ключевые слова: дизель, сжиженный углеводородный газ, топливная экономичность, мощность, удельный расход топлива.

УДК 621.432.3

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ КОМПЛЕКСА ПОЛЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ ТРАКТОРОВ

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

А. Л. БИРЮКОВ, канд. техн. наук, доцент

Ф. А. НОВОКШАНОВ, аспирант

Вологодская государственная молочнохозяйственная академия

имени Н. В. Верещагина,

Вологда, Российская Федерация

Проведение комплексных полевых экспериментальных исследований осуществлялось с применением электрических методов измерения, которые позволяют добиваться достаточной точности при применении однотипной измерительной аппаратуры, а также произвести оцифровывание выходного сигнала. Общий вид экспериментальной установки на базе трактора Т-25А (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид экспериментальной установки на базе трактора Т-25

В процессе проведения полевых экспериментальных исследований замерялась продольная составляющая тягового усилия на крюке трактора – $P_{кр}$.

Тяговое усилие на крюке трактора определялось при помощи тензометрирования, дающего возможность фиксировать динамику быстротекущих процессов. На рис. 2 представлено тензозвено производства Новокубанского филиала ФГБНУ «Росинформагротех» (КубНИИТиМ).



Рис. 2. Динамометр электронный

Измерительно-регистрирующая аппаратура была собрана в один комплекс и смонтирована на экспериментальном тракторе. В качестве источника питания были использованы: штатная генераторная установка и аккумуляторная батарея 6СТ-125. С целью гашения вибрации комплекс измерительно-регистрирующей аппаратуры был установлен на резиновые амортизаторы.

Регистрация температуры окружающей среды и атмосферного давления производилось непосредственно на месте проведения испытаний и уточнялась по данным районной метеостанции.

В процессе подготовки и проведения экспериментальных исследований производили следующие работы:

- установка системы впрыска воды на дизельный двигатель экспериментального трактора (рис. 3);
- выбор и маркировка площадки для проведения испытаний;
- подготовка измерительного оборудования;
- определение параметров движения трактора соответственно плану проведения опытов;
- измерение необходимых параметров с помощью комплекса оборудования;
- ведение журнала наблюдений (запись полученных данных);
- проверка полученных данных и предварительная обработка результатов.

После производили основные тяговые испытания. Езду осуществляли в одном направлении для чистоты эксперимента.



Рис. 3. Система впрыска воды на тракторе Т-25А

ЛИТЕРАТУРА

1. Бирюков, А. Л. Улучшение эксплуатационных и экологических показателей бензиновых двигателей путем применения топливно-водных смесей: дисс. ... канд. техн. наук / А. Л. Бирюков. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский ГАУ, 2011 – 177 с.
2. Бирюков, А. Л. Экологическая оценка последствий увеличения количества автомобильного транспорта / А. Л. Бирюков, В. А. Коптяев, С. В. Мартынов // Наука – агропромышленному комплексу. – 2009. – С. 177–181.
3. Исследование работы автотракторного дизеля 4СН 11,0/12,5 на смесях дизельного топлива с рапсовым маслом / С. А. Плотников [и др.] // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. – № 1 (25). – С. 110–118.
4. Исследование работы автотракторного дизеля 4СН 11,0/12,5 на смесях дизельного топлива с рапсовым маслом / С. А. Плотников [и др.] // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. – № 1 (25). – С. 110–118.
5. Патент 2382229 Российская Федерация, МПК F02M25/022 (2006.01). Способ и устройство для получения и подачи топливно-водной смеси в ДВС / А. Л. Бирюков, В. А. Коптяев, С. Р. Ножнин. Заявл. 13.11.07; опубл. 20.02.10, Бюл. № 5. – 5 с.
6. Бирюков, А. Л. Модернизация системы подачи топлива дизельного двигателя для работы на растительном масле с подачей воды / А. Л. Бирюков, Ф. А. Новокшанов, Т. Г. Булавина // Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производства: технология и надежность машин, приборов и оборудования. – Вологда, 2020. – С. 342–346.

Аннотация. Применение топливно-водных смесей является одним из действенных методов комплексного улучшения эксплуатационных и экологических показателей ДВС. Исследованиями установлено, что при их использовании возможно увеличение эффективной мощности двигателя.

Ключевые слова: дизельный двигатель, рапсовое масло, топливо.

УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НА РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС ДИЗЕЛЯ

М. В. МОТОВИЛОВА¹, зав. лабораторией
С. А. ПЛЮТНИКОВ¹, д-р техн. наук, профессор
Т. Х. СОДИКЗОДА¹, аспирант
Е. Г. ЗЫКОВ², инженер

¹Вятский государственный университет
²АО «АВД Моторс»,
Киров, Российская Федерация

Правительством РФ на основании распоряжения от 22.11.2008 № 1734-р утверждена транспортная стратегия на период до 2030 года, где отражена роль транспортной системы для обеспечения условий экономического роста, конкурентоспособности, экономики и качества жизни населения.

Министерством транспорта и коммуникаций Республики Беларусь от 25.02.2015 № 57-Ц сформулирована стратегия инновационного развития транспортного комплекса республики Беларусь до 2030 года, направленная на инновационное развитие транспортного комплекса, конкурентоспособности и удовлетворения потребностей экономики.

Действующие технические регламенты на территории России и Беларуси содержат требования, по ограничению концентрации вредных и твердых частиц в процессе эмиссии отработавших газов (ОГ). Данное требование относится к экологической безопасности.

Снижение экологической напряженности от силовых установок является одним из основных государственных приоритетов, определенных транспортной стратегией РФ и РБ. В соответствии с ГОСТР ИСО 14067-2021 (п. 3.1.3.10; 3.1.3.1) предусмотрен контроль энергии, поступающей в систему, а также контроль показателей энергии, выделяемой в окружающую среду аппаратными средствами (механическая часть двигателя) отработанных материалов (смазка, топливо).

Перед двигателестроением поставлена задача: при полноценном рабочем процессе обеспечить реализацию в двигателе высоких эксплуатационных показателей с одновременным сочетанием экологических нормативов при эмиссии ОГ.

Процесс полного сгорания топлива характеризуется совокупностью показателей, в том числе особенностями и свойствами используемого топлива, условиями и скоростью окисления углеводородов, условиями тепло- и массообмена в зоне пламени. Жидкое дизельное топливо, яв-

ляющееся смесью органических химических соединений преимущественно углерода и водорода под действием межмолекулярных сил взаимодействия, образует плотные углеводородные структуры. Углеводородные соединения достаточно стабильны за счет двойных и тройных связей циклоалканов и в начале процесса смесеобразования (испарения) молекулярному и атомарному кислороду затруднен доступ внутрь углеводородных, молекулярных групп [1]. Так как процесс сгорания продолжается 125–135 град. поворота коленчатого вала [2] это может привести к неполному сгоранию топлива и повышенной концентрации токсических показателей при эмиссии ОГ.

Действенным способом влияния на рабочий процесс является воздействие непосредственно на свойства дизельного топлива (ДТ). Результаты по экспериментальным данным проведенных исследований, теоретических расчетов как в РФ, так и за рубежом формируют несколько направлений воздействия на рабочий процесс. К способам влияния на жидкое ДТ можно отнести физическое и химическое воздействие. Под дополнительным воздействием топливо изменяет свои физико-химические свойства, влияющие на процесс сгорания, в том числе на экологические характеристики при эмиссии.

Добавляемые компоненты в ДТ должны хорошо диспергироваться. Одним из направлений по воздействию на рабочий процесс в цилиндре двигателя – использование влияния присадок нанометаллических оксидов на биметаллической основе (платина, железо, медь, церий, барий марганец, кальций).

Металлы реагируют с водой с образованием гидроксильных радикалов, что способствует усилению окисления сажи (С) или вступают в химическую реакцию с атомами углерода в саже с понижением температуры окисления. При этом термический суммарный оксид азота (NO_x) понижается. Данные по применению присадок на биметаллической основе приведены во многих научных работах [3–7]. Ограничением по воздействию является недостаточная стабильность, жесткость процесса сгорания, возможность появления применяемых химических веществ при эмиссии ОГ.

Коллектив ученых государственной ключевой лаборатории автомобильной безопасности и энергетики, университета Цинхуа, (Китай) [8] обосновал смешивание дизельного топлива с бензином разного октанового числа. При этом достигается эффект диапазона широкой перегонки (от начальной температуры кипения (ИВР) бензина до конечной температуры кипения (ФВР) дизельного топлива) для измене-

ния режима горения и уменьшении свойства низкой летучести дизельного топлива. Эмиссия ОГ имеет низкие выбросы углеводородов (НС) и экономию топлива при небольшом увеличении выбросов NO_x .

Специалистами инженерной школы индийского технологического института Манди, Индия [9] и Ченстоховского технологического университета, Польша [10] предлагается интенсифицировать рабочий процесс за счет введения водорода в дизельный двигатель. При данном способе воздействия наблюдается увеличение отношения Н/С всего топлива, эмиссия ОГ предполагает меньшее содержание диоксида углерода и сажи. Введение водорода в дизельное топливо (ДТ) снижает неоднородность распыливания из-за высокой диффузии водорода и высокой скорости распространения пламени по отношению к углеводородному. Хорошая однородность рабочей смеси обеспечивает лучшие условия для процесса сгорания, способствует быстрому высвобождению химической энергии. Оптимальное количество вводимого водорода не должно превышать 30 % от объема ДТ, иначе процесс сгорания идет с большой детонацией.

Многочисленные инженерные школы [11–13] работают в направлении использования водородного топлива в дизельных двигателях, при различных технологиях, способах введения водорода в ДТ для положительного воздействия на рабочий процесс в цилиндре двигателя. Экологические показатели при эмиссии оксида углерода, диоксида углерода и сажи в ОГ снижаются, а концентрация суммарного оксида азота (NO_x) уменьшается не значительно.

Интенсификация процесса сгорания является перспективным и актуальным направлением по оптимизации рабочего процесса. Процесс сгорания можно выразить через критерий испарения и выгорания [14]:

$$P_1 = \frac{a_T T_0 x}{\gamma T \rho u_0 r_0}; \quad P_2 = \frac{K^* C_0 x}{G_{T_0} \alpha_{O_2}} \left(\frac{u_0}{u} \right)^2, \quad (1)$$

где P_1 – критерий испарения;

P_2 – критерий выгорания;

a_T – суммарный коэффициент теплообмена с окружающей средой;

T_0 – температура воспламенения;

x – расстояние от сечения до начального вдоль оси потока;

γ_T – объемный вес жидкого топлива;

ρ – теплота испарения жидкого топлива;

r_0 – начальный радиус частиц жидкого топлива;

K^* – суммарная константа скорости реакции;

C_{O_2} – начальная концентрация кислорода;

G_{T_0} – начальный весовой расход топлива на единицу площади;

α_{O_2} – коэффициент избытка кислорода;

u_0, u – скорость потока в начальном и рассматриваемом сечениях.

Зависимость степени выгорания от степени испарения характеризуется отношением данных критериев. Для интенсификации процесса горения желательно сократить одну стадию смесеобразования (испарение), для смещения процесса в сторону сгорания паров ДТ. Существует множество способов передачи тепла топливу. Наиболее доступным и не требующего сложного конструктивного вмешательства в систему топливоподачи двигателя является предварительное термическое воздействие на топливо в системе высокого давления непосредственно перед форсунками.

Исследование теплового воздействия, особенности достижения теплового эффекта, подача ДТ, характер движения топлива через сопла форсунки рассматриваются во многих совместных работах научных коллективов [15, 16, 17], что дает основание полагать об отдельном направлении – предварительное тепловое воздействие на ДТ.

Зависимость начальной температуры топлива при впрыскивании на рабочие процессы двигателя и влияние предварительно подогретого топлива до высоких температур на эффективные и экологические показатели двигателя исследовались в ВятГУ [18–21]. Предложен способ интенсификации подготовительной фазы и фазы быстрого сгорания в дизеле, а также конструктивно-технологическое решение применения данного способа.

При реализации данного способа (влияние на рабочий процесс) достигается улучшение эксплуатационных и экологических показателей дизелей колесного трактора. Процесс сгорания активизируется и заканчивается раньше в результате изменения физико-механических и химических взаимодействий углеводородных соединений на стадии предпламенной подготовки ДТ (в зависимости от температуры активации топлива), условий формирования и смесеобразования рабочей смеси в двигателе. Изменяются геометрические показатели топливного факела и условия смесеобразования при изменении средних диаметров капли топлива.

Согласно проведенным исследованиям на базе лаборатории БГСХА кафедры «Тракторы, автомобили и машины для природообустройства»

тракторного дизеля при работе на активированном топливе с использованием электротормозного стенда RAPIDO SAK N670 с установленным двигателем Д-245.5S2 получены результаты показателей дымности и токсических параметров в ОГ. При нагрузке, равной 0,96 МПа, значение углерода составляет 15 % и 14,5 % при работе дизельного двигателя с подогревом топлива по отношению к 18,3 % без подогрева. Показатели суммарных оксидов азота снижаются ввиду уменьшения средней температуры сгорания на 30–40 °С.

На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Влияние на рабочий процесс способствует полному сгоранию и улучшению экологических показателей в ОГ.

2. Результаты проведенных испытаний обосновывают возможность применения температурной активации дизельного топлива на стандартном двигателе Д-245.5S2 с измененными условиями смесеобразования и процесса сгорания.

3. Термическое влияние на ДТ способствует более полному сгоранию углеводородного топлива и уменьшению концентрации CO, CO₂, NO_x, C_mH_n и С при эмиссии ОГ, за счет изменения во времени отдельных фаз процесса сгорания ДТ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ассад, М. С. Продукты сгорания жидких и газообразных топлив: образование, расчет, эксперимент / М. С. Ассад, О. Г. Пенязьков. – Минск: Бел. наука, 2010. – 305 с.
2. Кавтарадзе, Р. З. Теория поршневых двигателей / Р. З. Кавтарадзе – Москва: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. – 720 с.
3. Dhahad, H. A. The impact of adding nano-Al₂O₃ and nano-ZnO to iragi diesel fuel in terms of compression ignition engines' performance and emitted pollutants / H. A. Dhahad, M. T. Chaichan. // Thermal science and Engineering progress. – 2020. – № 18.
4. Venu, H. Effect of Al₂O₃ nanoparticles in biodiesel-diesel-ethanol blends at various injection strategies strategies: Performance, combustion and emission characteristics / H. Venu, V. Madhavan // Fuel. – 2016. – № 186. – P. 176–189.
5. Keskin, A. Influence of metallic based fuel additives on performance and exhaust emissions of diesel engine / A. Keskin, M. Gürü, D. Altıparmak // Energy conversion and management. – 2011. – № 52. – P. 60–65.
6. Lenin, M. A. Performance and emission characteristics of a DI diesel engine with a nanofuel additive / M. A. Lenin, M. R. Swaminathan, G. Kumaresan // Fuel. – 2013. – № 109. – P. 362–365.
7. Lokesh, N. Enhancement of diesel fuel properties: Impact of cerium oxide nano additives on diesel engine performance and emissions / N. Lokesh, T. Shaafi // Materials Today: Proceedings. – 2020. – P. 1–7.
8. Liu, H. Effects of gasoline research octane number on premixed low-temperature combustion of wide distillation fuel by gasoline/diesel blend / H. Liu, J. Wang, X. He // Fuel. – 2014. – № 1134. – P. 381–388.

9. Nag, S. Combustion, vibration and noise analysis of hydrogen-diesel dual fueled engine / S. Nag, A. Gupta, P. Sharma, A. Dtul // Fuel. – 2019. – P. 488–494.

10. Szwaja, S. Hydrogen combustion in compression ignition diesel engine / S. Szwaja, K. Grab-Rogalinski // HydroGen Entrgy. – 2009. – Nr. 34. – P. 4413–4421.

11. Experimental analysis on the performance, combustion/emission characteristics of a DI diesel engine using hydrogen in dual fuel mode / R. A. Bakar [et al.] // International journal of hydrogen energy. – 2022.

12. Nag, S. Hydrogen-diesel co-combustion characteristics, vibro-acoustics and unregulated emissions in EGR assisted dual fuel engine / S. Nag, A. Dhar, A. Gupta // Fuel. – 2022. – Volume 307. – P. 121925.

13. Experimental evaluation of hydrogen enrichment in a dual-fueled CRDI diesel engine / S. Das, S. Kanth, B. Das, S. Debbarma // International journal of hydrogen energy. – 2022. – Volume 47, Issue 20. – P. 11039–11051.

14. Иванов, В. М. Влияние подогрева жидкого топлива на процессы его горения и переработки / В. М. Иванов, В. П. Новиков, И. В. Радовицкий // Новые методы сжигания топлива и вопросы теории горения. – Москва: Наука, 1969. – С. 65–74.

15. Specific features of diesel fuel supply under ultra-high pressure / J. Zhao [et al.] // Applied Thermal Engineering. – 2020. – № 179.

16. Preferential cavitation and friction-induced heating of multi-component Diesel fuel surrogates up to 450MPa / A. Vidal [et al.] // International Journal of Heat and Mass Transfer. – 2021. – Nr. 166.

17. Храмов, М. Ю. Улучшение характеристик двигателя путем термофорсирования топлива / М. Ю. Храмов, М. Х. Садеков // Вестник АГТУ. – 2007. – № 6 (41). – С. 83–86.

18. Плотников, С. А. Оценка показателей процесса сгорания и тепловыделения в дизеле с предварительным подогревом топлива / С. А. Плотников, А. Н. Карташевич, М. В. Мотовилова // Инженерные технологии и системы. – 2021. – Т. 31, № 3. – С. 349–363.

19. Плотников, С. А. Исследование показателей работы дизеля с термофорсированием / С. А. Плотников, Ш. В. Бузиков, В. Ф. Атаманюк // Сельскохозяйственные науки. – 2014. – С. 39–43.

20. Плотников, С. А. Анализ процесса сгорания и тепловыделения тракторного дизеля с предварительной термической подготовкой топлива / С. А. Плотников, Ш. В. Бузиков, А. Л. Бирюков // Молочнохозяйственный вестник. – 2014. – № 3. – С. 114–124.

21. Плотников, С. А. Исследование работы дизельной ТПА на высокоактивированном топливе / С. А. Плотников, Ш. В. Бузиков, М. В. Мотовилова // Транспортные системы. – 2019. – С. 12–18.

Аннотация. Интенсификация процесса сгорания достигается за счет сокращения стадий нагрева и испарения при предпламенной подготовке топлива. Результаты испытаний обосновывают применение температурной активации дизельного топлива на стандартном двигателе Д-245.5S2 с измененными условиями смесеобразования и процесса сгорания. Термическое влияние на топливо способствует процессу сгорания и уменьшает концентрацию CO, CO₂, NO_x, C_xH_y и сажи при эмиссии ОГ.

Ключевые слова: экологические показатели, дизель, рабочий процесс, эмиссия, отработавшие газы.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОЩНОСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПРИ РАБОТЕ НА РАПСОВОМ МАСЛЕ С ПОДАЧЕЙ ВОДЫ НА ВПУСКЕ

Ф. А. НОВОКШАНОВ¹, аспирант
А. Л. БИРЮКОВ¹, канд. техн. наук, доцент
П. Ю. МАЛЫШКИН², ст. преподаватель

¹Вологодская государственная молочнохозяйственная академия
имени Н. В. Верещагина,
Вологда, Российская Федерация,

²УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. В технических науках экспериментальные исследования имеют большое, а зачастую и определяющее значение, ввиду большой сложности изучаемых процессов и недостатка эмпирического материала для математического моделирования [6–8, 10].

Более ста сорока лет назад английский химик и физик, один из основателей электрохимии Гемфри Дэви сказал, что «один хороший эксперимент стоит больше изобретательности ньютоновского ума». Эта фраза часто повторяется и по сей день. Буквально Г. Дэви сказал: «One good experiment is worth more than the ingenuity of a brain like Newton's» (1799 г.)». Очевидно, что, придавая большое значение эксперименту, нельзя отрицать и значение теории. При адекватном (достаточном) согласии полученных экспериментальных данных с результатами теоретических исследований математическая модель позволяет заменить дорогостоящие и длительные эксперименты – компьютером (программные расчеты).

Основная часть. Испытания дизельного двигателя Д-21 были проведены с целью определения влияния подачи воды на эксплуатационные показатели двигателя при работе на рапсовом масле [3]. В основу проведенных исследований были положены рекомендации ГОСТ 18509-88. В процессе проведения испытаний были сняты регуляторные и внешние скоростные характеристики двигателя при различных объемах (количествах) подачи воды в цилиндры двигателя с проведением его индицирования на всех исследуемых режимах.

Опыты проводились в диапазоне частот вращения коленчатого вала от режима максимального холостого хода до режима максимального крутящего момента (1500–2000 мин⁻¹).

В начале эксперимента проводились опыты без подачи воды (работа на чистом дизельном топливе), затем опыты с применением рапсового масла и подачей воды во впускной коллектор двигателя [2, 9]. Количество воды изменялось ступенчато, с интервалом в 10 %, от массы подаваемого топлива. Максимальное количество подаваемой воды составляло 50 % [1, 4]. Данный предел был установлен по данным исследований и перепроверен серией предварительных испытаний.

В результате проведенных испытаний были получены данные и в программе Microsoft Excel, определены следующие эмпирические зависимости (1, 2) по изменению эффективных показателей работы двигателя Д-21 на рапсовом масле с подачей воды на впуске (рис. 1) с коэффициентом аппроксимации $R^2 = 0,9997$.

Развиваемый крутящий момент, двигателем при работе на рапсовом масле с подачей воды на впуске достаточно точно определяется по формуле:

$$M_k' = A \cdot W^3 + B \cdot W^2 + C \cdot W + M_k, \quad (1)$$

где M_k' – крутящий момент двигателя при работе на рапсовом масле с подачей воды на впуске, Н·м;

A, B, C – эмпирические коэффициенты $A = 56,5; B = 102; C = 76,1$;

W – количество подаваемой воды, доли;

M_k – крутящий момент двигателя при работе на чистом дизельном топливе, Н·м.

Также эффективная мощность, развиваемая двигателем при работе на рапсовом масле с подачей воды на впуске, достаточно точно определяется по формуле:

$$N_e' = A \cdot W^3 + B \cdot W^2 + C \cdot W + N_e, \quad (2)$$

где N_e' – эффективная мощность двигателя при работе на рапсовом масле с подачей воды на впуске, кВт;

A, B, C – эмпирические коэффициенты $A = 10,6; B = 19,2; C = 14,3$;

W – количество подаваемой воды, доли;

N_e – эффективная мощность двигателя при работе на чистом дизельном топливе, Н·м.

Полученные зависимости позволяют определить повышение мощности и крутящего момента двигателя при подаче воды на впуске при подаче воды до $W_{\max} = 56,8$ %. Наибольшие значения эффективных показателей дизеля наблюдается при подаче воды в диапазоне

25–35 %, Оптимальное значение $W = 30\%$ позволяет увеличить крутящий момент двигателя на 14,76 % ($M_k = 94,37$ Н м).

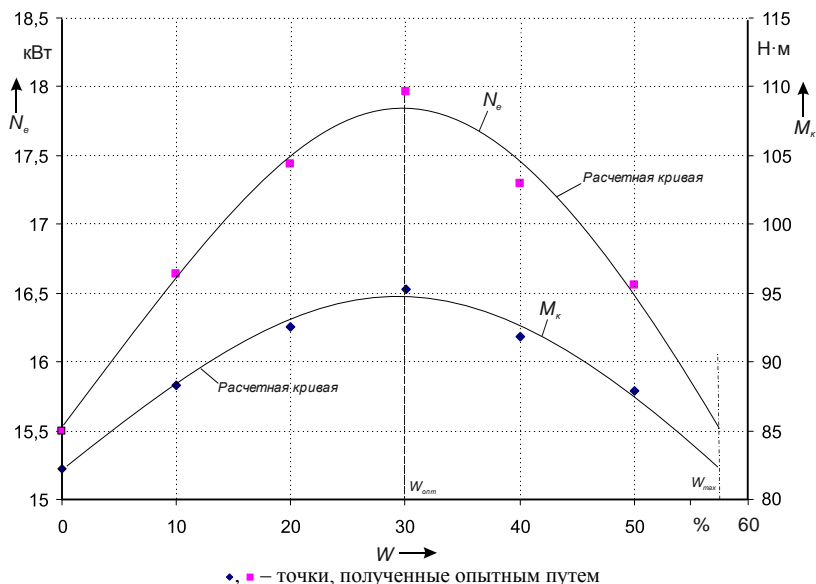


Рис. 1. Зависимость изменения крутящего момента (M_k) и эффективной мощности (N_e) двигателя от количества воды W подаваемой на впуске

Таким образом, полученные значения достаточно хорошо согласуются с исследованиями И. И. Сторожева, согласно которым цикловая подача составляет 32 % от цикловой подачи топлива, и с исследованиями О. И. Быстрова, где максимально возможная цикловая подача воды была установлена равной 33 % или равной третьей части от цикловой подачи топлива [5].

Заключение. На основании проведенных исследований можно принять, что оптимальная цикловая подача воды должна составлять 25–30 % от цикловой подачи дизельного топлива (17–19 мг/ц на номинальном режиме работы двигателя Д-21). Максимально допустимая подача воды на впуске $W_{max} = 56,8\%$. Оптимальное значение $W = 30\%$ позволяет увеличить крутящий момент двигателя на 14,76 % ($M_k = 94,37$ Н м).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бирюков, А. Л. Улучшение эксплуатационных и экологических показателей бензиновых двигателей путем применения топливно-водных смесей: дисс. ... канд. техн. наук / А. Л. Бирюков. – СПб., 2011. – 177 с.
2. Бирюков, А. Л. Модернизация системы подачи топлива дизельного двигателя для работы на растительном масле с подачей воды / А. Л. Бирюков, Ф. А. Новокшанов, Т. Г. Булавина // Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производства: технология и надежность машин, приборов и оборудования. – Вологда, 2020. – С. 342–346.
3. Бирюков, А. Л. Оценка некоторых экологических показателей дизельного двигателя при работе на рапсовом масле / А. Л. Бирюков, Ф. А. Новокшанов // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 163–167.
4. Бирюков, А. Л. Экологическая оценка последствий увеличения количества автомобильного транспорта / А. Л. Бирюков, В. А. Коптяев, С. В. Мартынов // Наука – агропромышленному комплексу. – Вологда: ВГМХА, 2009. – С. 177–181.
5. Исследование работы автотракторного дизеля 4ЧН 11,0/12,5 на смесях дизельного топлива с рапсовым маслом / С. А. Плотников [и др.] // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. – № 1 (25). – С. 110–118.
6. Карташевич, А. Н. Использование смесевых топлив на основе рапсового масла для сельскохозяйственных тракторов / А. Н. Карташевич, В. С. Товстыка. – Горки: БГСХА, 2012. – 210 с.
7. Карташевич, А. Н. Применение методики планирования эксперимента в исследованиях свойств биотоплива / А. Н. Карташевич, С. А. Плотников // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 200–207.
8. Карташевич, А. Н. Применение топлив на основе рапсового масла в тракторных дизелях / А. Н. Карташевич, С. А. Плотников, В. С. Товстыка. – Киров: Авангард, 2014. – 144 с.
9. Способ и устройство для получения и подачи топливно-водной смеси в ДВС / А. Л. Бирюков, В. А. Коптяев, С. Р. Ножнин // Патент 2382229 РФ, МПК F-02 М 25/022 (2006.01).
10. Шипин, А. И. Способ создания многокомпонентного биотоплива для применения в автотракторном дизеле / А. И. Шипин, П. Ю. Малышкин // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 239–242.

Аннотация. Применение топливно-водных смесей является одним из действенных методов комплексного улучшения эксплуатационных и экологических показателей ДВС. Исследованиями установлено, что при их использовании возможно увеличение эффективной мощности и крутящего момента двигателя.

Ключевые слова: дизельный двигатель, рапсовое масло, вода.

КООРДИНИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СГОРАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТОПЛИВА В ДИЗЕЛЬНОМ ДВИГАТЕЛЕ

А. В. ПЛЯГО¹, ст. преподаватель
С. А. ПЛОТНИКОВ¹, д-р техн. наук, профессор
А. Д. ЧЕРЕПАНОВА², канд. хим. наук
А. Н. КАРТАШЕВИЧ³, д-р техн. наук, профессор

¹Вятский государственный университет,
Киров, Российская Федерация

²ГосНИИ химмотологии Минобороны,
Москва, Российская Федерация

³УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Исчерпаемость запасов углеводородов, и их негативное влияние при сгорании в двигателях, на окружающую среду приводят человечество к вопросу о поиске замены данному виду топлива. Ученые мира понимают, что полный переход на новые виды топлив, на данном этапе времени не возможен. Двигаться в данном направлении придется постепенно, т. е. создавая смеси базового углеводородного топлива с топливом из возобновляемых источников, с более лучшими экологическими показателями. Назрела необходимость в создании улучшенной топливной композиции, которая еще больше приблизит эксплуатационные параметры нового топлива к показателям базового нефтяного топлива, но экологическая составляющая будет еще выше. Важным аспектом исследований также всегда является процесс сгорания нового топлива в цилиндре двигателя.

Одной из главных задач, связанных с работой дизельного двигателя на высококонцентрированных этанолю-топливных эмульсиях (ВКЭТЭ), состоящих из этанола (Э) и дизельного топлива (ДТ), является снижение жесткости рабочего процесса. Жесткость рабочего процесса – это количественная мера, которая выражается производной давления по углу поворота коленчатого вала ($dp/d\phi$).

Жесткость процесса сгорания увеличивается вследствие более высокой скрытой теплоты парообразования спирта (837 кДж/кг против 240 кДж/кг у дизельного топлива) и худшей по сравнению с чистым дизельным топливом самовоспламеняемости паров этанола, возрастает время задержки воспламенения смеси – снижается ее цетановое число [1–3].

Известно, что спирты, как и углеводороды, окисляются по одинаковому цепному механизму.

В нашем случае предполагаемый механизм действия молибденсодержащей присадки, воздействующей на процесс окисления, может состоять в следующем.

Окисление этанола производит перекись водорода и карбонильный состав одновременно (альдегид и кетон). А выход (получение) карбонильных составов, которые являются катализаторами – основная причина, ускоряющая окисление спирта.

В начале периода окисления это равновесие перемещается направо, вследствие, очень низкой концентрации карбонильного состава. Концентрация карбонильного состава увеличивается во время окисления, параллельно концентрации увеличения гидроксипероксидов.

Реакция между двумя пероксид-радикалами дает неустойчивый состав, который Штокхаузен обозначил, как гидрочетырехокись. Сформированные четырехокиси очень непостоянны и их разложение заканчивается формированием активных свободных радикалов.

В условиях высоких температур и давлений и, особенно, в присутствии монооксида углерода, который образуется при неполном сгорании топлива, протекает ряд реакций восстановления металла с образованием карбониллов молибдена (в основном, – гексакарбонила) и атомарной серы [8].

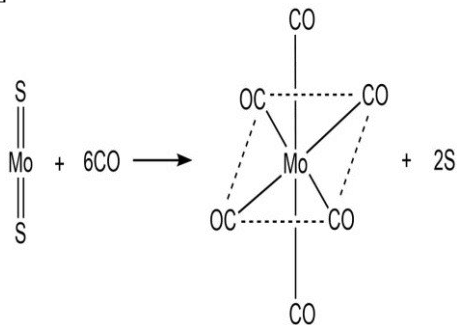
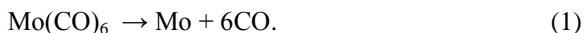


Рис. 1. Схема образования гексакарбонила

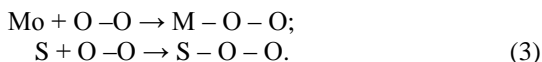
При возрастании температуры карбонильным комплексам металлов диссоциирует с образованием металла и оксида углерода [4, 5]:



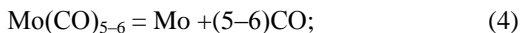
При высокой температуре и в присутствии CO, протекает ряд реакций с образованием карбониллов молибдена и атомарной серы:



Частицы металла и атомарная сера, взаимодействуя с кислородом в топливно-воздушной смеси, образуют свободно-радикальные частицы:



или



Образующиеся перекисные интермедиаты являются инициаторами свободно-радикальных процессов окисления [5].

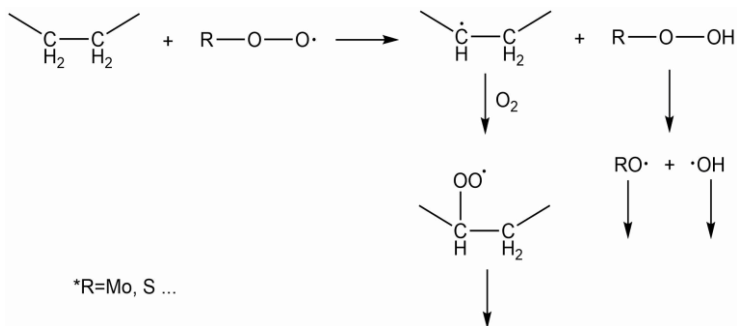


Рис. 2. Виды свободно-радикальных процессов окисления

Проанализировав все вышеперечисленное, приходим к заключению, что процесс высокотемпературного разложения дисульфида молибдена ускоряет свободно-радикальное окисление углеводородного топлива, увеличивая тем самым ЦЧ топливной смеси (уменьшая период задержки самовоспламенения) [7].

Предположим, что указанный механизм влияния молибденсодержащей присадки посредством агостической связи позволяет в необходимой степени координировать процесс сгорания ВКЭТЭ и играет даже более важную роль, чем ингибирующее действие MoS_2 [5].

Следовательно, целесообразность и обоснованность сделанного выбора, механизм работы и эффективность действия комплексной координирующей присадки на основе дисульфида молибдена MoS_2 можно считать объясненными [5, 6, 9].

ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние дисульфида молибдена на процессы горения этанола-топливной эмульсии / П. Я. Кантор [и др.] // Труды НГТУ им. П. Е. Алексеева. – 2018. – № 4 (123). – С. 215–220.
2. Пляго, А. В. Влияние комплексной присадки на процессы сгорания новых топлив в дизельных двигателях / А. В. Пляго // Будущее технической науки. – Нижний Новгород, 2021. – С. 218.
3. Гуреев, А. А. Топливо для дизелей. Свойства и применение / А. А. Гуреев, В. С. Азев, Г. М. Камфер. – Москва: Химия, 1993. – 336 с.
4. Сеначин, П. К. Моделирование процессов самовоспламенения и горения в ограниченных объемах и двигателях внутреннего сгорания: дисс. ... д-ра техн. наук: 05.04.02 – тепловые двигатели, 01.04.14 – теплофизика / П. К. Сеначин. – Барнаул, АлтГТУ, 1998.
5. Сполдинг, Д. Б. Основы теории горения: Физика / Д. Б. Сполдинг. – Москва: Книга по Требованию, 1985. – 320 с.
6. Варнатц, Ю. Горение. Физические и химические аспекты, моделирование, эксперименты, образование загрязняющих веществ / Ю. Варнатц, У. Маас, Р. Диббл / пер. с англ. Г. Л. Агафонова. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 352 с.
7. Втюрина, М. Н. Исследование свойств этанола-топливных эмульсий с присадками / М. Н. Втюрина, А. В. Пляго // Транспортные системы. – 2017. – № 2. – С. 51–54.
8. Разработка математической модели процесса эпексидирования биодизеля в присутствии молибденового катализатора / С. А. Юдаев [и др.] // Химическая промышленность сегодня. – 2017. – № 1. – С. 22–33.
9. О механизме действия молибденосодержащей присадки / С. А. Плотников [и др.] // Грузовик. – 2022. – № 1. – С. 15–22.

Аннотация. Все более строгие экологические нормы заставляют производителей искать возможные варианты улучшения данных показателей. Комплекс мероприятий, ныне применяемый в двигателестроении, лишь частично решает вопрос об улучшении экологических показателей. В данный момент времени вариантом для сохранения и не ухудшения экологической обстановки на нашей планете видится применение новых топлив, более экологичных и менее токсичных. Этаноло-топливная эмульсия один из возможных вариантов. Представленный вариант процессов, протекающих в камере сгорания дизельного двигателя, наглядно показывает возможность координирования параметров новых альтернативных топлив.

Ключевые слова: альтернативное топливо, горение, дизельное топливо, гексакарбонил молибдена, жесткость рабочего процесса.

ОБОСНОВАНИЕ ПРОФИЛЯ ЭКСЦЕНТРИКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОРОХА ЛЬНОКОСТРЫ

Н. С. СЕНТЮРОВ, ст. преподаватель

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. При производстве кондиционного льноволокна до 75 % сырья переходит в отходы – костру, паклю, пыль. В Республике Беларусь около 50–60 % образующегося вороха льнокостры используется для отопления льнозаводов, а также на хозяйственные нужды населения. Однако часть ее остается невостребованной, скапливается на территориях предприятий и является источником пожароопасности и экологического загрязнения [1, 2, 4, 8].

В общей структуре вороха льнокостры распределение компонентов варьируется в пределах: льняная костра – 68–84 %, целые и дробленые семена льна и сорных растений – 1,4–2,9 %, пучки пакли – 4–19,6 %, разрушенные коробочки льна – 2,3–5,4 %, минеральные примеси – 3,2–16 %, остатки стеблей льна и сорных растений – 3,1–11 % [7]. Следует отметить, что наиболее вредными, в процессе переработки, вороха льнокостры являются пучки пакли и минеральные примеси.

Существует ряд направлений использования вороха льнокостры, одним из которых является производство пеллет [3]. Однако при производстве пеллет из вороха льнокостры существует проблема наличия засоренности минеральными примесями, которые как абразив приводят к быстрому износу основных рабочих органов пресса, одних из самых дорогостоящих узлов агрегата прессования [6]. Для увеличения срока службы рабочих органов в стадиях технологического процесса «измельчение» и «прессование», необходимо минимизировать содержание минеральных примесей и пучков пакли в ворохе льнокостры [7].

Основная часть. Разработано и запатентовано устройство для очистки вороха льнокостры [5], задачей которого является повышение качества выделения минеральных примесей, снижение потерь льнокостры и увеличение производительности.

Для осуществления колебательного движения рабочей поверхности устройства применяются эксцентрикные валы (эксцентрики).

Их можно классифицировать по следующим признакам, которые представлены на рис. 1.



Рис. 1. Классификация эксцентров

По направлению вращения эксцентрики бывают по направлению движения и против направления движения вороха льнокостры.

При изменении направления вращения эксцентров совпадающее с направлением движения вороха льнокостры на противоположное значительно увеличивается степень выделения минеральных примесей из вороха льнокостры, но при этом снижается производительность устройства для очистки вороха льнокостры. Это происходит из-за создания лучшей траектории для прохождения минеральных примесей через отверстия и снижения скорости движения вороха льнокостры по рабочей поверхности устройства в рабочей зоне эксцентрика.

По профилю поверхности эксцентрики подразделяются на цилиндрические, эллиптические, кулачковые и многогранные.

Цилиндрические эксцентрики используются в сельском хозяйстве, так как просты в изготовлении и обладают возможностью регулирования амплитуды колебаний без значительных увеличений размеров эксцентрика. Эллиптические эксцентрики являются самыми распространенными в сельском хозяйстве, однако при регулировании амплитуды колебаний увеличиваются габаритные размеры эксцентров и соответственно их металлоконструкция. Кулачковые эксцентрики применяются в основном в машиностроении и частично в сельском хозяйстве, и они сложны в изготовлении. Многогранные и криволинейные эксцентрики сложны в изготовлении. При увеличении количества граней у эксцентров снижается амплитуда колебаний и затрудняется ее регулировка, а также увеличиваются габаритные размеры эксцентров и соответственно их металлоконструкция.

Заключение. Анализ показал, что рациональной конструкцией эксцентров для осуществления колебательных движений рабочей

поверхности устройства для чистки вороха льнокостры является эксцентрики с направлением вращения против движения вороха льнокостры и цилиндрическим профилем поверхности. При их применении повышается степень выделения минеральных примесей из вороха льнокостры и снижается металлоконструкция устройства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеенко, А. С. Требования охраны труда при работах на сушилках льновороха / А. С. Алексеенко, В. Н. Босак, М. В. Цайц // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции. – Минск: БГАТУ, 2019. – С. 314–316.
2. Методы и средства защиты окружающей природной среды в легкой промышленности / В. О. Попов [и др.]. – Москва: Легпромбытиздат, 1988 – 239 с.
3. Сапожников, С. С. Способы переработки отходов льна масличного в топливный брикет / С. С. Сапожников, В. Н. Босак // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2019. – С. 70–72.
4. Стош, Е. В. Эколого-экономическая эффективность организации производства топливных брикетов из льнокостры / Е. В. Стош, И. А. Басалай // Промышленная экология. – Минск: БНТУ, 2015. – С. 385–391.
5. Устройство для очистки льнокостры / М. В. Симонов, В. А. Шаршунов, Н. С. Сентюров, М. В. Цайц // Патент на изобретение № 2752475; заявл. 15.01.2021; опубл. 28.07.2021.
6. Шаршунов, В. А. Определение засоренности льнокостры минеральными примесями и способы их выделения / В. А. Шаршунов, В. Е. Кругля, Н. С. Сентюров // Вестник БГСХА. – 2013. – № 2. – С. 120–124.
7. Шаршунов, В. А. Определение размерных характеристик компонентов вороха льнокостры / В. А. Шаршунов, Н. С. Сентюров, М. В. Цайц // Вестник БГСХА. – 2020. – № 3. – С. 169–175.
8. 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.

Аннотация. Приведены направления использования отходов производства льна в Республике Беларусь. Представлено процентное содержание каждого отдельного компонента в общей массе вороха льнокостры. Произведена классификация эксцентриков для осуществления колебательных движений рабочей поверхности устройства для очистки вороха льнокостры.

Ключевые слова: ворох льнокостры, минеральные примеси, эксцентрики, колебательные движения.

Секция 6. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

УДК 633.521:631.334

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОГО ХОДА ДВУХДИСКОВОГО СОШНИКА ДЛЯ ПОСЕВА МЕЛКОСЕМЕННЫХ КУЛЬТУР

В. В. АМЕЛИЧЕВ, аспирант
В. Р. ПЕТРОВЕЦ, д-р техн. наук, профессор

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Лен является важнейшей технической сельскохозяйственной культурой для Республики Беларусь [4, 7, 13, 15, 16].

Одним из основных требований, которые предъявляются к посеву семян льна, является равномерное их размещение по площади и по глубине. Равномерность семян по площади не должна превышать $\pm 3\%$. При этом ширина междурядья должна составлять 6–7,5 см, глубина заделки семян – 1–3 см в зависимости от типа почвы. Семена должны быть уложены на плотное дно бороздки и покрыты влажной рыхлой почвой [1–3, 8–12, 17].

Однако конструкции некоторых сошников не всегда удовлетворяют этому требованию. Поэтому нашей задачей является проведение теоретического исследования устойчивого хода предлагаемого двухдискового сошника по глубине для посева мелкосеменных культур.

Основная часть. Если минимизировать возможность осыпания почвы со стенок борозды и захвата семян рабочими поверхностями сошника, то все же при работе он будет испытывать внешние воздействия. Они зависят от установки рабочего органа и твердости почвы [5].

Опираясь на одну из аксиом статики, что «все изолированные тела находятся в состоянии равновесия до тех пор, пока другие силы не выведут его из этого состояния» [14, 18], работу сошника, который совершает равномерное прямолинейное движение, можно рассмотреть как плоскую систему сил. Данная система сил состоит из силы тяжести сошника G , силы давления пружины P , направленную перпендикулярно поводку, и реакции почвы на сошник R , которую можно разложить на проекции по осям x и y (рис. 1).

Глубину хода сошника можно определить по формуле

$$h = l_{Ry} + r - H, \quad (1)$$

где l_{R_x} – плечо проекции силы R на ось x относительно шарнира O ;
 r – радиус реборды сошника;
 H – высота просвета сошника.

Значение реакции почвы зависит от коэффициента объемного смятия почвы q . Изменение данного коэффициента вызывает колебания сошника относительно положения равновесия. Поэтому уравнение колебаний сошника имеет следующий вид [6]:

$$J\varepsilon = Pl_p + Gl_G - R_x l_{R_x} - R_y l_{R_y}, \quad (2)$$

где J – момент инерции сошника относительно шарнира O ;
 ε – угловое ускорение сошника.

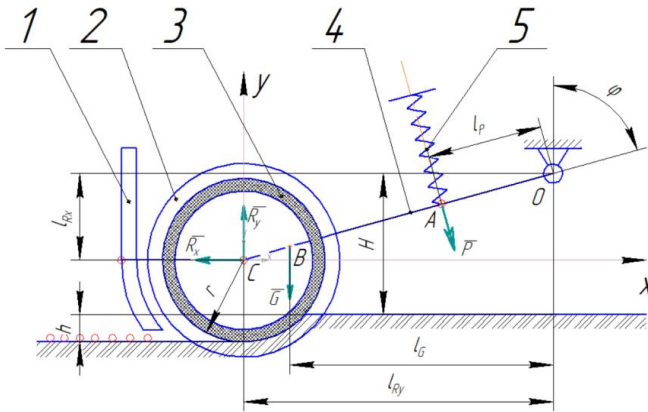


Рис. 1. Схема системы сил, действующей на сошник:
 1 – семянаправитель; 2 – диск сошника; 3 – реборда сошника;
 4 – поводок; 5 – нажимная штанга с пружиной

Если плечи сил выразить через φ , принятой равной $\varphi_0 + \Delta\varphi$, и преобразовать формулу (2) с учетом изменений сил, то получим следующее:

$$J\varepsilon = (P_0 + \Delta P) \cdot OA + G \cdot OB \sin(\varphi_0 + \Delta\varphi) - (R_{x0} + \Delta R_x) \cdot OC \cos(\varphi_0 + \Delta\varphi) - (R_{y0} + \Delta R_y) \cdot OC \sin(\varphi_0 + \Delta\varphi), \quad (3)$$

где φ_0 , P_0 , R_{x0} , R_{y0} – значения угла между линией поводка и вертикалью, сил давления пружины и проекции реактивной силы на осях x и y соответственно, когда сошник находится в равновесии;

$\Delta\varphi$, ΔP , ΔR_x , ΔR_y – изменения значений угла между линией поводка и вертикалью, сил давления пружины и проекции реактивной силы на осях x и y соответственно;

OA , OB , OC – расстояние между шарниром O до точек приложения сил вдоль поводка.

Если угловое ускорение сошника ε и изменения значения сил ΔP , ΔR_x , ΔR_y представить формулами [2, 6]:

$$\varepsilon = \frac{d^2\varphi}{dt^2} = \frac{d^2}{dt^2} \left(\frac{d\varphi}{dq} \cdot \frac{dq}{dt} \right) = \frac{d^2\varphi}{dq^2} \left(\frac{dq}{dt} \right)^2 + \frac{d\varphi}{dt} \cdot \frac{d^2q}{dt^2}; \quad (4)$$

$$\Delta P = OA \cdot \Delta\varphi \cdot c; \quad (5)$$

$$\Delta R_x = \left| \frac{\delta R_x}{\delta\varphi} \right|_0 \Delta\varphi + \left| \frac{\delta R_x}{\delta q} \right|_0 \Delta q; \quad (6)$$

$$\Delta R_y = \left| \frac{\delta R_y}{\delta\varphi} \right|_0 \Delta\varphi + \left| \frac{\delta R_y}{\delta q} \right|_0 \Delta q; \quad (7)$$

то при подстановке в формулу (3) получим

$$\begin{aligned} J \left(\frac{d^2\varphi}{dq^2} \left(\frac{dq}{dt} \right)^2 + \frac{d\varphi}{dt} \cdot \frac{d^2q}{dt^2} \right) &= OA \cdot P_o + OA^2 \cdot \Delta\varphi \cdot c + G \cdot OB \sin(\varphi_o + \Delta\varphi) - \\ &- R_{x_o} \cdot OC \cos(\varphi_o + \Delta\varphi) - \left(\left| \frac{\delta R_x}{\delta\varphi} \right|_0 \Delta\varphi + \left| \frac{\delta R_x}{\delta q} \right|_0 \Delta q \right) \cdot OC \cos(\varphi_o + \Delta\varphi) - \\ &- R_{y_o} \cdot OC \sin(\varphi_o + \Delta\varphi) - \left(\left| \frac{\delta R_y}{\delta\varphi} \right|_0 \Delta\varphi + \left| \frac{\delta R_y}{\delta q} \right|_0 \Delta q \right) \cdot OC \sin(\varphi_o + \Delta\varphi), \end{aligned} \quad (8)$$

где c – коэффициент жесткости пружины.

Обозначим коэффициентами C_1 и C_2 следующие выражения, принимая $\sin\Delta\varphi = \Delta\varphi$ и $\cos\Delta\varphi = 1$ из-за малости значения $\Delta\varphi$ и скорость изменения коэффициента объемного смятия почвы q по времени – постоянной

$$C_1 = OA^2 \cdot c + G \cdot OB \cos \varphi_o - R_{x_o} \cdot OC \sin \varphi_o - \left| \frac{\delta R_x}{\delta\varphi} \right|_0 \cdot OC \cos \varphi_o - \quad (9)$$

$$- R_{y_o} \cdot OC \cos \varphi_o - \left| \frac{\delta R_y}{\delta\varphi} \right|_0 \cdot OC \cos \varphi_o,$$

$$C_2 = - \left| \frac{\delta R_x}{\delta q} \right|_0 \cdot OC \sin \varphi_o - \left| \frac{\delta R_y}{\delta q} \right|_0 \cdot OC \cos \varphi_o. \quad (10)$$

Тогда в формуле, заменив выражения коэффициентами C_1 и C_2 , получаем

$$J \left(\frac{d^2 \varphi}{dq^2} \left(\frac{dq}{dt} \right)^2 + \frac{d\varphi}{dt} \cdot \frac{d^2 q}{dt^2} \right) = C_1 \Delta \varphi + C_2 \Delta q \quad (11)$$

Решая уравнение (11), получим систему

$$\begin{cases} \Delta \varphi = -\frac{C_2 \sqrt{J} q'}{|C_1|^{1.5}} \sin \left(\sqrt{\frac{|C_1|}{J(q')^2}} \Delta q \right) + \frac{C_2}{|C_1|} \Delta q; \text{ при } C_1 < 0 \\ \Delta \varphi = -\frac{C_2 \sqrt{J} q'}{2|C_1|^{1.5}} \left(e^{\sqrt{\frac{|C_1|}{J(q')^2}} \Delta q} - e^{-\sqrt{\frac{|C_1|}{J(q')^2}} \Delta q} \right) - \frac{C_2}{|C_1|} \Delta q; \text{ при } C_1 > 0. \end{cases} \quad (12)$$

Преобразовав уравнение (1), получим

$$h = h_o - \Delta \varphi \sqrt{OC^2 - (h_o - r + H)}, \quad (13)$$

где h_o – глубина хода сошника в состоянии равновесия.

Усилие сжатия пружины, которое необходимо для заглубления сошника на глубину h_o , определяем из выражения

$$P_o = P_{np} + OA \cdot \Delta \varphi_o \cdot c, \quad (14)$$

где P_{np} – усилие предварительного сжатия пружины;

$\Delta \varphi_o$ – начальный угол отклонение поводка.

Тогда, используя формулу (14), определяем максимальный угол отклонения поводка как

$$\Delta \varphi_{\max} = \Delta \varphi + \Delta \varphi_o = \Delta \varphi + \frac{P_o - P_{np}}{OA \cdot c}. \quad (15)$$

Заключение. Анализируя представленную систему, можно сделать вывод, что коэффициент C_1 зависит от силы тяжести сошника G и коэффициента жесткости пружины c , т. е. для более устойчивого движения сошника необходимо иметь его большую массу и пружину с более высоким коэффициентом жесткости. Также на изменение глубины хода сошника влияют и конструктивные параметры реборды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амеличев, В. В. Обзор отечественных сеялок и посевных агрегатов, применяемых для посева льна / В. В. Амеличев, В. Р. Петровец // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 247-251.
2. Астахов, В. С. Совершенствование пневматических высевальных систем сеялок / В. С. Астахов. – Горки, 2007. – 148 с.

3. Бузенков, Г. М. Машины для посева сельскохозяйственных культур / Г. М. Бузенков. – Москва: Машиностроение, 1987. – 272 с.
4. Войтова, А. В. Развитие льноводческой отрасли Республики Беларусь: проблемы и перспективы / А. В. Войтова, В. Н. Босак // Научный потенциал молодежи – будущему Беларуси. – Пинск: ПолесГУ, 2010. – С. 114–116.
5. Габаев, А. Х. Конструктивно-технические решения повышения эффективности работы сеялки в условиях повышенной влажности почв: дис. ... канд. техн. наук / А. Х. Габаев. – Санкт-Петербург, 2017. – 147 с.
6. Евченко, А. В. Повышение качества посева семян зерновых культур пневматической селекционной сеялкой / А. В. Евченко, И. Д. Кобяков // Техника в сельском хозяйстве. – 2009. – № 2. – С. 33–34.
7. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
8. Ленточный посев мелкосемянных культур обоснованием параметров комбинированного сошника / Д. А. Яновский [и др.] // Агропанорама. – 2018. – № 6. – С. 13–15.
9. Петровец, В. Р. Оценка энергетической эффективности на выполнение посева льна с применением пневматической сеялки с двухдисковыми сошниками / В. Р. Петровец, В. В. Амеличев, В. М. Кузюр // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. – 2022. – № 1. – С. 19–27.
10. Петровец, В. Р. Производственные технологии и техническое обеспечение процессов в сельскохозяйственном производстве / В. Р. Петровец. – Горки: БГСХА, 2022. – 240 с.
11. Петровец, В. Р. Состояние и перспективы развития возделывания льна в Республике Беларусь / В. Р. Петровец, В. В. Амеличев // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2020. – Вып. 5. – С. 363–365.
12. Петровец, В. Р. Сравнительный анализ посева льна отечественными и зарубежными сеялками и агрегатами / В. Р. Петровец, В. С. Астахов, В. В. Амеличев // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. – 2022. – № 1. – С. 250–256.
13. Рошка, Т. Б. Производственные технологии / Т. Б. Рошка, В. Н. Босак, О. В. Нилова. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 102 с.
14. Сахарова, С. Г. Теоретическая механика. Статика / С. Г. Сахарова, В. П. Зарубин, М. Ю. Колобов. – Иваново, 2013. – 84 с.
15. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки: БГСХА, 2016. – 383 с.
16. Справочник агронома / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки: БГСХА, 2017. – 315 с.
17. Эффективность использования устройства для повышения равномерности распределения семян вдоль рядка / А. С. Анищенко [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 54–57.
18. Petrovets, V. R. Seeding grain crops with disc cutters with trimmed-taper furrowers-compactors / V. R. Petrovets, N. I. Dudko, V. V. Amelichev. – Gorki, 2021. – 92 p.

Аннотация. Приведено теоретическое исследование устойчивого хода двухдискового сошника. Определено, как влияют силы, которые возникают при работе сошника, на глубину его хода.

Ключевые слова: посев, сошник, устойчивость, глубина заделки, система сил.

ОЦЕНКА СПОСОБОВ ВНЕСЕНИЯ ТВЕРДЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ПОЧВУ

В. С. АСТАХОВ, д-р техн. наук
О. В. ГОРДЕЕНКО, канд. техн. наук, доцент
Г. О. ИВАНЧИКОВ, аспирант

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. В мировой практике существуют поверхностное и внутрипочвенное внесение удобрений. По виду внесения получили распространение три основных способа: допосевное, припосевное и послепосевное [1–4, 7–9, 13, 15–20].

Допосевное внесение основной дозы удобрения обеспечивает элементами питания растения на весь период роста, поэтому большую часть дозы удобрений (основное удобрение), предусмотренной под ту или иную культуру, обычно вносят этим способом. На связных почвах основную дозу удобрений вносят под зяблевую вспашку, на легких – весной под культивацию. Припосевное внесение удобрений обеспечивает растения элементами питания в первые периоды их жизни, так как удобрения при припосевном внесении размещаются в непосредственной близости от семян. Для припосевного внесения обычно применяют водорастворимые формы фосфорных удобрений. Послепосевное внесение удобрений используют для подкормки посевов по фазам роста и развития растений. Чаще всего для подкормки применяют азотные удобрения, для кормовых культур, сенокосов и пастбищ – азотные и калийные удобрения.

Основная часть. Сроки внесения удобрений до посева связаны с системой обработки почвы. Если осенью проведена глубокая обработка почвы, а весной предусматривается только предпосевная культивация, то удобрение заделывается под зяблевую вспашку. Если весной зябь перепахивают, что иногда делают в условиях влажного климата на тяжелых почвах, то вносить удобрения, за исключением фосфорных, целесообразнее в весеннее время [11].

Наиболее распространенным и производительным способом внесения минеральных удобрений при любой обработке почвы является поверхностное их распределение с последующей заделкой соответствующими орудиями [10, 17].

В результате исследований установлено, что применение в течение четырех лет минеральных удобрений при поверхностном способе их внесения привело к накоплению их в верхних слоях почвы, вследствие чего было нарушено оптимальное соотношение азота и фосфора в растениях. В результате снизилась урожайность культур [6].

Однако при поверхностном разбросном способе внесения удобрений не обеспечивается равномерность внесения по ширине захвата машины. По агротехническим требованиям на внесение удобрений она не должна превышать 25 %, но на самом деле она достигает до 80 %, особенно при внесении в ветреную погоду.

Исследованиями, проведенными А. Ф. Прониным [14], выявлена величина заделки удобрений и распределение в слое почвы различными орудиями, представленными в таблице.

**Распределение удобрений в слое почвы
при заделке их различными орудиями, %**

Орудие и глубина обработки	Слой почвы, см			
	0–5	5–10	10–20	20–30
Вспашка				
Плуг отвальный с предплужником на глубину 20 см	17,5	20,6	61,9	–
Плуг отвальный без предплужника на глубину 20 см	48,1	30,4	21,5	–
Плуг с предплужником на глубину 30 см	14,8	17,8	37,1	30,3
Плуг без предплужника на глубину 30 см	43,4	26,5	24,2	5,9
Боронование и культивация				
Тяжелая дисковая борона БДТ-2,2 в два следа	17,3	39,3	43,4	–
Культиватор с универсальными лапами	37,8	38,1	24,1	–
Культиватор с пружинными лапами	24,1	33,2	42,7	–

Как видно из таблицы, удобрения, вносимые поверхностным способом и в дальнейшем заделываемые плугами, боронами или культиваторами, распределяются в пахотном слое почвы. При этом в слое 10–20 см максимальное количество удобрений может достигать 61,9 % при обработке плугом, 43,4 % при обработке тяжелыми боронами и 42,7 при обработке культиваторами. Из этого можно сделать вывод о том, что основная доза будет использоваться корневой системой растений только в зоне 61,9 %, 43,4 % и 42,7 % соответственно при обработке различными орудиями, остальное удобрение будет практически недоступно растениями, особенно в засушливые периоды.

Основное удобрение должно находиться в слое почвы стойкого увлажнения и наилучшего развития корневой системы, т. е. на глубине

8–10 см для средних по механическому составу почв и до 16 см – на легких. В последнее время все большее распространение получает внутрипочвенный способ внесения удобрений как наиболее эффективный, экологически чистый и ресурсосберегающий. Этот метод внесения удобрений перед посевом более эффективный, чем внесение вразброс.

При внесении удобрений на заданную глубину достигается локализация их использования, растения более эффективно используют питательные элементы и, как результат, выше урожайность и меньше затраты за счет достижения высокой равномерности внесения. Внесение половинной дозы основного удобрения внутрипочвенным локальным способом дает те же результаты, что и разбросное [1, 5].

В засушливых районах и на склоновых землях в основном применяется внутрипочвенное внесение удобрений на фоне безотвальной обработки почвы. На склоновых землях внутрипочвенная система внесения удобрения вписывается в почвозащитную систему земледелия, предохраняя питательные вещества от потерь при ветровой и водной эрозии. Исключительную важность имеет обоснованный выбор глубины размещения, ширины ленты удобрения, расстояния между лентами.

Следует отметить, что при обработке без оборота пласта, исключаяющей перемешивание почвы и не обеспечивающей глубокой и равномерной заделки вносимых удобрений, наблюдается существенное изменение питательного режима почв, что особенно заметно при внесении твердых минеральных удобрений.

Заключение. Глубина заделки удобрений при внутрипочвенном внесении определяется, прежде всего, характерным для данных типов почв режимом влажности. Чем быстрее высыхает верхняя часть пахотного слоя, тем глубже должно быть размещено основное удобрение.

На современном этапе развития земледелия особое внимание уделяется изучению возможностей уменьшения глубины обработки почвы, сокращению количества вносимых удобрений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Астахов, В. С. К вопросу значимости минеральных удобрений в управлении производственным процессом и повышении их эффективности при использовании различных машин и способов внесения / В. С. Астахов, Г. О. Иванчиков // Вестник БГСХА. – 2022 – № 2. – С. 192–194.
2. Босак, В. Н. Без «минералки» не обойтись / В. Н. Босак // Хозяин. – 2011. – № 4. – С. 16–17.

3. Босак, В. Н. Оптимизация питания растений / В. Н. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. – 203 с.
4. Босак, В. Н. Система удобрения в севооборотах на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах / В. Н. Босак. – Минск, 2003. – 176 с.
5. Булаев, В. Е. О классификации приемов локального внесения удобрений / В. Е. Булаев // Бюллетень ВИАУ. – Москва, 1983. – Вып. 63. – С. 3–7.
6. Доминго, Э. Н. Внутрипочвенное внесение минеральных удобрений с комбинированными агрегатами с усовершенствованным выравнивателем и уплотнителем: дис. ... канд. техн. наук / Э. Н. Доминго. – Горки, 1993. – 142 с.
7. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
8. Кудряков, М. Л. Механизация внесения удобрений / М. Л. Кудряков, А. Н. Круляков. – Москва: Колос, 1965. – 210 с.
9. Лапа, В. В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности / В. В. Лапа, В. Н. Босак. – Минск, 2002. – 184 с.
10. Лапа, В. В. Сравнительная эффективность различных способов заделки минеральных удобрений при возделывании зерновых культур / В. В. Лапа, В. Н. Босак // Весці НАН Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2002. – № 4. – С. 41–42.
11. Найдин, П. Г. Сроки и способы внесения удобрений под зерновые культуры. / П. Г. Найдин // Справочник по удобрениям. – Москва: Колос, 1960. – 295 с.
12. Научно-технические основы построения машин химизации земледелия / Л. Я. Степук [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 410 с.
13. Петровец, В. В. Допосевное ленточное внесение минеральных удобрений сошниками на упругих стойках: автореф. дис. ... канд. техн. наук / В. В. Петровец. – Торни, 1983. – 18 с.
14. Пронин, А. Ф. Заделка минеральных удобрений почвообрабатывающими машинами / А. Ф. Пронин // Известия ТСХА –1964. – № 6. – С 30–35.
15. Сендряков, О. В. Качество и способы внесения удобрений – важные факторы повышения их эффективности / О. В. Сендряков, Л. С. Кубарева // Основные условия эффективного применения удобрений. – Москва: Колос, 1983. – С. 9–12.
16. Смянович, О. Применение удобрений в севообороте / О. Смянович, В. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2013. – 108 с.
17. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]. – Минск: Беларус. наука, 2007. – 390 с.
18. Технологические приемы оптимизации минерального питания сельскохозяйственных культур / В. В. Лапа [и др.]. – Минск, 2005. – 15 с.
19. Факторы воздействия на окружающую среду / О. В. Кадацкая [и др.] // Состояние природной среды Беларуси. – Минск. 2007. – С. 298–329.
20. Bosak, V. Influence of long-term application of fertilizers on crop rotation productivity and fertility of Podzoluvisol / V. Bosak, A. Smeyanovich // Practical Solutions for Managing Optimum C and A Content in Agricultural Soils III. – Prague, 2005. – P. 6.

Аннотация. Рассмотрены основные способы внесения твердых минеральных удобрений в почву и проведена оценка их эффективности в зависимости от гранулометрического состава и увлажнения почвы.

Ключевые слова: сельское хозяйство, минеральные удобрения, внесение удобрений, почва.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАШИН ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ПЕСТИЦИДОВ НА КАЧЕСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

В. С. АСТАХОВ, д-р техн. наук
В. В. ГУСАРОВ, канд. техн. наук, доцент
Г. А. ВАЛЮЖЕНИЧ, канд. техн. наук, доцент
А. К. РЕНДОВ, магистрант

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Повышенный спрос на продукты питания из-за демографического взрыва вынудил человека использовать пестициды для повышения урожайности. Исследования направлены на то, чтобы разнообразными действиями снизить потери урожая, которые причиняются сорной растительностью, возбудителями заболеваний и вредителями посевов сельскохозяйственных культур [10, 15, 17].

Кроме того, пестициды оказывают отрицательное воздействие на здоровье человека как в результате прямого действия, так и опосредованно вследствие накопления остаточных количеств в сельскохозяйственных продуктах и питьевой воде. Пестициды оказывают также негативное влияние на биосферу, масштаб которого сравнивают с глобальными экологическими факторами [1, 3, 18, 19].

На национальном и международном уровнях изучаются методы, которые позволяют сокращать потребность в пестицидах, например, органическое земледелие, биологические методы защиты растений [2, 4, 8, 11, 20].

Очевидно, что использование пестицидов нужно строго регулировать во избежание катастрофических последствий для экосистем, сельского хозяйства и здоровья людей.

Основная часть. Использование химических пестицидов по-прежнему является лучшей и наиболее широко применяемой стратегией защиты сельскохозяйственных культур от вредителей и приводит к получению высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

Из-за адаптации и устойчивости вредителей к химическим веществам с каждым годом для защиты сельскохозяйственных культур используются все большие количества и новые химические соединения, вызывающие нежелательные побочные эффекты и повышающие за-

траты на производство продуктов питания. Как следствие, стойкие остатки этих химических веществ загрязняют продукты питания и рассеиваются в окружающей среде.

Вероятно, что не получит широкого развития механическая прополка, а будут конструироваться и использоваться машины для борьбы с сорняками химическим методом [5, 9, 12–14].

Для этого необходимо найти химические вещества, которые истребляли бы сорняки и не оставляли в почве вредных остатков. Главное при этом обеспечение того, чтобы как можно меньшее количество пестицидов в наиболее короткое время равномерно распределить на наибольшей площади. Это, с одной стороны, необходимо потому, что вода уже сегодня во многих районах является дефицитом. С другой стороны, весьма важно как можно точнее внести агрохимикаты в заданное место. Это важно по двум причинам: агрохимикаты должны попасть туда, где окажут необходимое действие, и не должны попасть туда, где проявится вредное воздействие на окружающую среду.

К сожалению, равномерных, с точки зрения распределения биомассы, полей очень мало, и на одной единице площади обработки встречаются участки, где норма внесения может сильно различаться. Значит, опрыскивателю в соответствии с картой или показаниями онлайн-датчиков придется увеличивать или снижать норму внесения на ходу.

Изменение нормы внесения препарата на опрыскивателе осуществляется прежде всего через основную систему продукта (насос и давление в системе). Иными словами, путем повышения или понижения давления в системе.

Но проблема в том, что форсунка с определенным диаметром сопла эффективно работает лишь в ограниченном диапазоне давления. А увеличение давления (иногда существенно, если норма увеличилась) ведет к изменению размера капли в факеле распыла, так как диаметр сопла постоянен, что прямо влияет на качество обработки. Увеличивается снос препарата, испарение и т. д.

Выходом может служить система автоматического переключения форсунок, при изменении давления в системе. Для работы с дифференцированным внесением на опрыскиватель устанавливают систему автоматического переключения потока между форсунками (установленными по несколько штук в одном корпусе) в зависимости от значения давления.

Например, система AmaSelect позволяет вне диапазона оптимального давления автоматически переключать работу внутри блока на

более мелкую или крупную форсунку, а также подключать несколько форсунок одновременно. Это позволяет изменить норму внесения до 300 % в течение нескольких секунд и без потери качества.

Есть и другие интересные решения для дифференцированного внесения, например, флуоресцентные датчики (AmaSpot, WeedSeeker, WeedIT), которые распознают пигмент хлорофилла. Иными словами, реагируют на зеленое.

Такие системы позволяют распределять средства защиты растений с максимальной эффективностью при одновременном снижении нормы расхода препаратов. А именно помогают избежать обработки всей поверхности поля гербицидом сплошного действия, а внести его лишь там, где есть сорняки или падалица зерновых.

Принцип работы таких систем сходен: специальные светодиоды сканируют поверхность в красном и инфракрасном диапазоне, отраженный свет фиксируется детектором на сенсоре. Как только сорняк определен, срабатывает распыление гербицида. Причем только тогда, когда растение окажется под распылителем. Залповый впрыск делает возможным эффективную работу системы при сильном ветре. Причем делать это можно с точностью до сантиметра и на высоких рабочих скоростях, вплоть до 20 км/ч. Такие обработки направлены не только на получение экономического эффекта, но и на улучшение экологической ситуации, поскольку ощутимо снижается нагрузка химических соединений на окружающую среду.

Также важен стенд для испытания и регулировки распылителей. Изобретение относится к сельскохозяйственному производству и может быть использовано в растениеводстве для подготовки опрыскивателей к работе. Цель – повышение производительности труда и удобства в эксплуатации. Для этого стенд для испытания и регулировки распылителей снабжен источником разрежения. Но этот способ не удобен в применении. Так как на предприятии не всегда есть время и возможности произвести регулировку на стенде.

Нужно следить за износом распылителей. Их износ может существенно ухудшить равномерность распыла по ширине захвата до 15 %. Что считается недопустимым и следует их заменить не отдельно, а полностью все. Своевременно производить обслуживание фильтра линии нагнетания – промыть его в чистой воде; использовать при необходимости мягкую полимерную щетку для очистки ячеек сетки. Корпус фильтра линии всасывания – извлечь фильтрующий элемент.

Промыть его и проверить состояние резинового уплотнительного кольца.

Не стоит забывать и про биологическую защиту растений, которая в первую очередь опирается на использование в борьбе с вредоносными объектами живых организмов, а также препаратов с бактериальной составляющей. Можно применять борьбу с сорной растительностью и механическим способом. Эти меры борьбы с сорняками направлены на уничтожение запаса семян, вегетативных органов размножения в почве и вегетирующих сорняков в посевах сельскохозяйственных культур с помощью различных почвообрабатывающих машин и орудий. Семена в почве уничтожают провокацией на прорастание и их глубокой заделкой [6, 10, 16].

Применяют еще один метод – это севооборот. Он основывается не только на различном воздействии культурных растений на почву и ее плодородие, но и на взаимоотношении возделываемых растений с сорняками. Каждой культуре сопутствует ряд определенных сорных растений [7, 10].

Заключение. Используя передовые методы борьбы с сорняками, вредителями и возбудителями болезней, можно снизить или полностью устранить негативное действие пестицидов для последующих культур севооборота и предотвратить поступление токсикантов в сельскохозяйственную продукцию. Оптимальным решением проблемы загрязнения почв пестицидами является их грамотное применение, позволяющее избежать отрицательных последствий для окружающей среды. Наиболее перспективным является их точечное применение, предусматривающее дифференцированное внесение с учетом уровня засоренности конкретного участка посевов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 312 с.
2. Босак, В. М. Арганічная сельская гаспадарка: досвед падрыхтоўкі спецыялістаў / В. М. Босак, Т. У. Сачыўка // Перспективы развития высшей школы. – Гродно: ГГАУ, 2019. – С. 153–155.
3. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак. – Старый Оскол: ТНТ, 2022. – 356 с.
4. Босак, В. Н. Подготовка специалистов по органическому сельскому хозяйству: опыт университета Хээнхайм / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, С. А. Носкова // Вестник БГСХА. – 2017. – № 1. – С. 147–149.
5. Гордеенко, О. В. Снос при внесении рабочих растворов пестицидов и возможности его управлением / О. В. Гордеенко, Г. А. Груша, И. С. Крук // Инновационные

решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 83–86.

6. Земледелие / А. С. Мастеров [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 211 с.

7. Земледелие. Севообороты / А. С. Мастеров [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 130 с.

8. Интегрированная защита растений / Ю. А. Миренков [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 360 с.

9. Ключков, А. В. Современная сельскохозяйственная техника для растениеводства / А. В. Ключков, В. А. Попов. – Горки: БГСХА, 2009. – 172 с.

10. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.

11. Накірункі выкарыстання новых відаў меліярантаў у аграбязэнозах / В. М. Босак, Т. У. Сачыўка, М. П. Акуліч, Н. У. Улаховіч // Плодородие почв – основа продовольственной безопасности государства. – Минск, 2022. – С. 59–61.

12. Научно-технические основы построения машин химизации земледелия / Л. Я. Степук [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 410 с.

13. Петровец, В. Р. Производственные технологии и техническое обеспечение процессов в сельскохозяйственном производстве / В. Р. Петровец. – Горки: БГСХА, 2022. – 240 с.

14. Ревякин, Е. Л. Машины для химической защиты растений в инновационных технологиях / Е. Л. Ревякин, Н. Н. Краховецкий. – Москва: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 124 с.

15. Рошка, Т. Б. Производственные технологии / Т. Б. Рошка, В. Н. Босак, О. В. Нилова. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 102 с.

16. Соколовский, И. В. Основы земледелия / И. В. Соколовский, В. Н. Босак. – Минск: БГТУ, 2012. – 137 с.

17. Справочник агронома / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки: БГСХА, 2017. – 315 с.

18. Требования охраны труда при работе с пестицидами и удобрениями / М. П. Акулич [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 3–6.

19. Швецова, С. И. Требования охраны труда при применении удобрений и пестицидов в защищенном грунте / С. И. Швецова, В. Н. Босак // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки, 2020. – С. 89–91.

20. 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.

Аннотация. Рассмотрены основные способы, технологии и оборудование для применения средств защиты растений в современном земледелии, позволяющие снизить экологические риски и обеспечить получение качественной сельскохозяйственной продукции.

Ключевые слова: пестициды, методы защиты растений, инновационные технологии, сельскохозяйственная техника.

АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ СОШНИКОВОЙ ГРУППЫ КОМБИНИРОВАННЫХ СЕЯЛОК

О. П. ЛАБУРДОВ, канд. техн. наук, доцент
А. А. СЫСОЕВ, магистр техн. наук

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Равномерность заделки семян и удобрения при возделывании сельскохозяйственных культур относится к важным агротехнологическим приемам, обеспечивающим высокие и устойчивые урожаи товарной продукции [3, 7, 9].

Все комбинированные сеялки можно условно разделить на две группы. К первой относят те, на которых для заделки удобрений и семян установлено два различных типа сошников. Ко второй относятся сеялки с комбинированными сошниками, с помощью которых одновременно заделываются семена и удобрения.

Теоретические и практические исследования комбинированных сошников требуют индивидуального рассмотрения, однако за основу этих рабочих органов взяты известные модели, описанные в научной литературе. Теоретическим вопросам изучения рабочего процесса сошников посвящены труды В. П. Горячкина, М. Н. Летошнева, А. Н. Карпенко, А. М. Семенова, Н. И. Пахаря и др. [1, 2, 5].

Наиболее универсальными являются двухдисковые сошники, которые находили применение еще в конце XIX в. Основными преимуществами этих сошников является небольшое тяговое сопротивление, обеспечение надежной проходимости на отвальных агротехнических фонах.

Применяемые на отечественных и зарубежных сеялках анкерные и килевидные сошники имеют более простую конструкцию, меньшую массу, несложный ремонт, по сравнению с двухдисковыми, но не приспособлены для работы на влажных и засоренных растительными остатками почвах [5, 6].

Некоторыми преимуществами перед двухдисковыми сошниками пользуются однодисковые [4, 5]. Улучшается критерий равномерности глубины хода, уменьшается тяговое сопротивление и необходимое усилие заглубления.

Большинство комбинированных сеялок зарубежных стран оборудованы двумя типами сошников (для заделки семян и удобрений).

Для туковых сошников обычно используются S-образная стойка с наконечником (рис. 1).

Острый угол вхождения в почву предопределяет плохие показатели устойчивости хода рабочего органа по глубине [5]. Имеющийся косой срез по линии АВ способствует тому, что удобрения одновременно укладываются и заделываются. Это приводит к частичному перемешиванию туков с почвой в ленте, ширина которой равна ширине сошника, на глубине от h_2 до h_1 . Форма среза АВ, состояние почвы и удобрений, режим работы машины влияют на степень перемешивания. Чем меньше удобрения ударяются о стенки сошника, тем кучнее они укладываются в бороздки. В результате степень перемешивания удобрений с почвой по длине рядка оказывается неодинаковой.

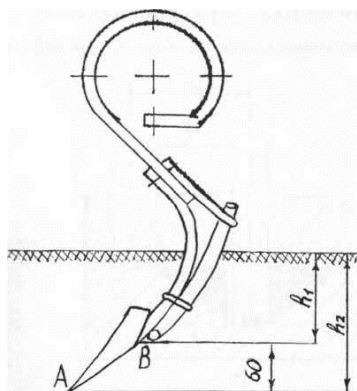


Рис. 1. Туковый сошник финской сеялки «Юко»

Отрицательным моментом использования сошников с острым углом вхождения в почву является то, что он не уплотняет дно бороздки и поэтому ленты удобрений укладываются на почву различной плотности. Создаются неодинаковые условия для использования удобрений растениями на различных участках рядка, что вызывает пестроту в развитии посевов.

Одна из основных задач предпосевной обработки почвы – создание выровненного уплотненного ложа на глубине посева семян, что способствует подтягиванию влаги, обеспечивает контакт семян с влажны-

ми слоями почвы, образует условия получения дружных и равномерных всходов.

Нарушение уплотненного ложа ведет к снижению урожайности сельскохозяйственных культур, так как создаются различные условия для укладки и прорастания семян, растения не выровнены в рядке, отстают в росте. Это может произойти при локальном внесении основной дозы удобрений. При движении туковых сошников в почве образуется зона деформации, которая частично разрушает подготовленное плотное ложе для семян. На рис. 2 приведена схема деформации почвы и укладки туков при различных способах локального внесения удобрений.

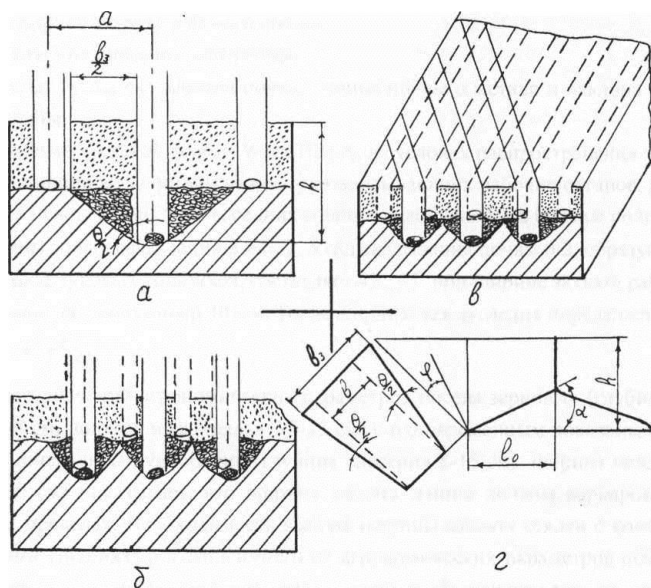


Рис. 2. Схема деформации почвы и укладки туков при различных способах локального внесения удобрений: *а* – одновременно с посевом; *б* – допосевное внесение; *в* – одновременно с культивацией почвы; *г* – деформация почвы при проходе тукозаделывающих рабочих органов; П – семена; П – туки

Анализ схемы показывает, что при допосевном локальном внесении удобрений зерновые сошники, укладываемые семена в перпендикулярном или диагональном направлении по отношению к лентам

удобрений, проходят как через зоны с уплотненным ложем, так и через разрыхленные участки. Это приводит к отрицательным результатам.

При совмещении внесения удобрения с предпосевной глубокой культивацией последующие обработки уплотняют ложе по всей площади, но это не решает проблемы точного размещения рядков семян относительно рядков туков.

При внесении удобрений одновременно с посевом семена укладываются на уплотненное ложе, а удобрения – в каждое междурядье или через одно, если учитывается условие, рассмотренное Б. А. Нефедовым [8].

Зона деформации почвы, образуемая различными тукозаделывающими рабочими органами, определяется тремя плоскостями, одна из которых расположена под углом φ к перпендикуляру, проведенному через носок рабочего органа, а две другие – под углом $\theta/2$ к вертикальным плоскостям, ограничивающим захват рабочего органа (рис. 2, з). Тогда

$$b_3 = b + \frac{2h \cdot \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}}{\cos(\varphi + \alpha)}. \quad (1)$$

где b_3 – ширина зоны деформации;

b – ширина захвата рабочего органа;

h – глубина внесения удобрений;

θ, φ, α – углы скалывания почвы, трения почвы о металл и наклона груди лапы.

По данным финской фирмы WARTSILA, из условия распространения зоны деформации при воздействии на нее тукозаделывающих рабочих органов, расстояние a между осями двух соседних сошников должно быть больше половины ширины зоны деформации $a > b_3/2$. Угол скалывания почвы $\theta/2$, образуемый при проходе туковых сошников, составляет $42\text{--}45^\circ$ при ширине захвата рабочих органов, превышающей 20 мм. Тогда ширина междуследия определяется как: $M = h \cdot \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}$

Анализ значений агрономических параметров посева зерновых (глубина заделки 2–8 см, ширина междурядья 7,5–15 см) с одновременным локальным внесением минеральных удобрений (глубина внесения 8–15 см, ширина междурядья 15–30 см) показывает, что ширина захвата машин должна варьировать в широких пределах.

Необходимость выбора ширины захвата сеялки с комбинированными сошниками в зависимости от агрономических параметров посева с внесением удобрений и тягового усилия трактора объясняется тем, что комбинированные рабочие органы, осуществляющие технологический процесс в соответствии с указанными параметрами, обуславливают тяговое сопротивление машин, на которое влияют глубина хода и число рабочих органов.

В общем виде тяговое сопротивление сеялки $P_{\text{маш}}$ с комбинированными сошниками складывается из сопротивления на ее перекатывание и перемещение в почве рабочих органов [3, 5]:

$$P_{\text{маш}} = (Q + mg) f + q_i \left(\frac{B_p}{K} + 1 \right), \quad (2)$$

где Q , m – грузоподъемность и масса машины;

f – коэффициент сопротивления перекатыванию;

q_i – тяговое сопротивление комбинированного сошника;

$B_p / K + 1$ – число рабочих органов;

B_p – ширина захвата машины;

K – ширина междурядья.

Тяговое усилие трактора P_T на рабочей передаче должно быть на 10–15 % больше, чем рассчитанное по формуле сопротивление машины, т. е. $P_{xp} = (0,85–0,9) P_{\text{маш}}$.

Если при разработке исходных требований на машину задаются B_p или Q , то из формулы (2) получим при $Q = \text{const}$

$$B_p = \left(\frac{(0,85...0,9) P_{mp} - (Q + mg) f}{q_i} - 1 \right) K, \quad (3)$$

при $B_p = \text{const}$

$$Q = \frac{(0,85...0,9) P_{mp}}{f} - \frac{q_i}{Kf} (B_p + K) - mg. \quad (4)$$

Анализ формул показывает, что тяговое сопротивление и ширина захвата сеялки будут зависеть от ширины междурядья и, следовательно, от числа сошников, если одинаковыми будут масса и грузоподъемность.

Сопротивление сеялки с двумя различными типами сошников (для семян и удобрений) запишется:

$$P_{\text{маш}} = (Q + mg)f + q_1 \left(\frac{B_p}{K_1} + 1 \right) + q_2 \left(\frac{B_p}{K_2} + 1 \right), \quad (5)$$

где q и q_2 – тяговое сопротивление семенного и тукового сошника;
 K_1 и K_2 – ширина семенного и тукового междурядья.

Сравнивая формулы (2) и (5), можно утверждать, что применение известных типов заделывающих рабочих органов, тяговое сопротивление сеялки с комбинированными сошниками будет меньше, чем сеялки с двумя видами сошников, при условии равенства ширины захвата и грузоподъемности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горячкин, В. П. Собрание сочинений в 3-х т. / В. П. Горячкин. – Москва: Колос, 1965. – Т. 1. – 720 с.; Т. 2. – 459 с.; Т. 3. – 384 с.
2. Карпенко, А. Н. Типы сеялок и конструкций их рабочих органов / А. Н. Карпенко // О новых машинах для соц. сельского хозяйства: почвообрабатывающие и посевные машины. – Москва, 1947. – Вып.2. – С. 44–47.
3. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
4. Лабурдов, О. П. Агротехнические аспекты функционирования сошников зерно-туковых сеялок / О. П. Лабурдов // Тезисы докл 44-й науч.-практ. конф. проф.-преп. состава. – Гродно, 2020. – С. 13–17.
5. Лабурдов, О. П. Повышение эффективности припосевного внесения минеральных удобрений комбинированными сошниками с разновеликими дисками: дисс. ... канд. техн. наук / О. П. Лабурдов. – Горки, 2002. – 168 с.
6. Набатян, М. П. К вопросу изыскания типа и параметров сошников скоростной (зерновой) сеялки / М. П. Набатян, А. В. Пологих // Научные основы повышения скоростей работы машинно-тракторных агрегатов. – Москва, 1968. – С 360–367.
7. Научно-технические основы построения машин химизации земледелия / Л. Я. Степук [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 410 с.
8. Нефедов, Б. А. Обоснование размещения тукозаделывающих рабочих органов на раме машины для локального внесения удобрений / Интенсификация механизированных процессов применения удобрений – 1985. – Т. 107. – С. 28–31.
9. Эффективность использования устройства для повышения равномерности распределения семян вдоль рядка / А. С. Анищенко [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 54–57.

Аннотация. Проведен анализ исследований процесса работы сошниковой группы комбинированных сеялок, описаны условия образования неравномерности внесения туков и пути к ее устранению. Также освещен вопрос изменения тягового сопротивления сеялки за счет применения комбинированного сошника вместо двух сошников разного вида.

Ключевые слова: сошник, междурядье, тяговое сопротивление, процесс, комбинированная сеялка.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ДАВЛЕНИЯ В ШИНАХ

В. Л. САМСОНОВ, ст. преподаватель
Г. Г. ЕВТУХ, ассистент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Контроль давления в шинах автомобиля впервые начал устанавливаться в военной технике. В условиях боевой обстановки потеря давления в колесах вследствие попадания осколков боевых снарядов и пуль существенно уменьшает тактико-технические характеристики боевых машин [7–9].

Основная часть. В отечественной технике устанавливались автоматизированные системы подкачки шин (автомобиль ГАЗ-66). С 70-х годов XX века системы контроля давления в шинах (Tire Pressure Monitor System), или TPMS, начали устанавливать в автомобили премиум-класса в качестве дополнительных опций. Сейчас такие системы можно встретить и в бюджетных авто.

Это связано, прежде всего, с удешевлением процесса производства датчиков и систем управления. Помимо этого, в продаже появились недорогие системы контроля давления, организованные на Android-платформе, которые можно без труда установить и адаптировать в любой авто. Преимущества установки систем контроля шин: предотвращается нештатная аварийная ситуация вследствие уменьшения давления в колесе; уменьшается износ шин; некоторые системы оборудованы антивандальными сигнализаторами. В странах Евросоюза с 2012 г. вводится стандарт обязательной установки датчиков давления в шинах. Принцип работы систем контроля давления в шинах автомобиля. В зависимости от организации контроля давления в шине, все системы подразделяются на прямые и косвенные.

Работа прямых систем контроля основана на непосредственном измерении величины давления в шине. Косвенные системы контролируют параметры, которые меняются вследствие изменения (уменьшения) давления в шине. Одним из таких параметров является относительное увеличение частоты вращения приспустившего колеса. Действительно, приспущенное колесо уменьшается в диаметре, следовательно, при одинаковой скорости вращается быстрее, чем не пробитое такого же размера.

В таком случае контроль возлагается на блок ABS, основными датчиками которого являются датчики частоты вращения колес (рис. 1). Такие системы штатно устанавливаются во многие авто. Собственно, процесс установки заключается в дополнительном программировании блока ABS без установки дополнительных контрольных устройств и оборудования.

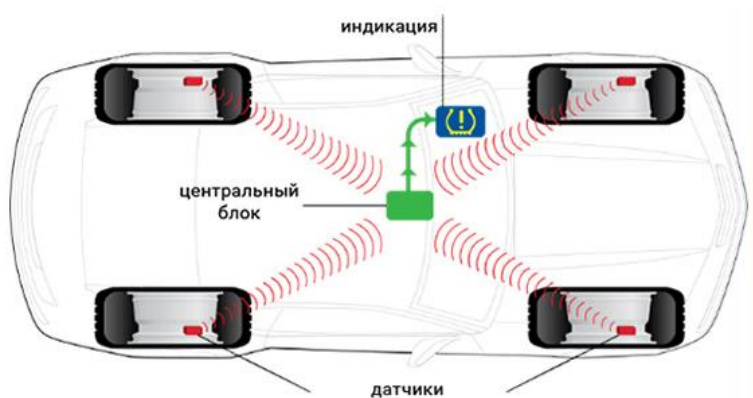


Рис. 1. Схема работы датчиков автоматического контроля давления в шинах

Такие системы устанавливала Toyota, но сейчас перешла к более точным прямым системам контроля. К датчикам косвенного контроля можно отнести датчики температуры шин. При уменьшении давления в колесе, последнее начинает нагреваться. Таким образом, контроль температуры позволяет оценить уменьшение давления. Корректность такого контроля уменьшается на малых скоростях и влажном дорожном покрытии. Большинство современных датчиков интегрируют измерение давление и температуры. Наиболее точный контроль обеспечивают прямые системы контроля, которые непосредственно измеряют давление в колесе. Такие системы производят как для установки в качестве штатных опций авто, так и для дополнительного оборудования автотранспортных средств [1, 7–10].

Датчики давления шин могут быть во внешнем и внутреннем исполнении. В первом случае они устанавливаются на колпачки колес. Во втором случае требуется разбортирование колеса для установки датчика во внутреннюю полость шины. Преимущество внешних датчиков – простота установки, замены.

Однако внутренние датчики находятся в более благоприятных для эксплуатации условиях: внутри шины, там сухо. Датчики давления в шинах вращаются в такт движения колес. Поэтому для организации связи с головным блоком контроля системы TPMS используется радиоканал с небольшим радиусом действия (чтобы не было случайных данных от аналогичных датчиков, движущихся рядом авто).

В качестве контролирующего элемента датчика выбираются тензодатчики. Тензорезисторы в качестве датчика изменяют свое сопротивление при деформации. Тензорезистор представляет тонкую упругую диэлектрическую пластину или мембрану, на которую напылен тонкий слой проводника. При изгибании пластины (мембраны) сопротивление элемента увеличивается. Пьезоэлемент при механических нагрузках за счет давления в шинах формирует электродвижущую силу (ЭДС, говоря проще, разность потенциалов или напряжение). С точки зрения стабильности параметров и надежности пьезоэлемент лучше. В быту с пьезоэффектом мы сталкиваемся, используя некоторые зажигалки. Внешние датчики давления в шинах. Внешние датчики применяются во многих системах TPMS, как дополнительно установленного на автомобиль оборудования. В качестве примера можно привести FOGO Tire. Они представляют собой модули, устанавливаемые вместо колпачков золотников.

Процесс установки занимает не более пяти минут. В каждый из датчиков встроен сенсор давления, сигнал, который обрабатывается встроенным микропроцессором и передается на модуль Bluetooth. Питание производится от литиевого элемента питания CR2032 напряжением 3 Вольта. Разборка датчика для замены батарей не представляет труда.

Центральный блок по каналу Bluetooth связывается со смартфоном, на который устанавливается ПО для информирования о состоянии шин. Если автовладелец пользуется обычным телефоном, центральный блок может самостоятельно с помощью светодиодных индикаторов и звуковых сигналов предупреждать о критическом состоянии соответствующего колеса.

Преимущество таких датчиков в том, что их удобно переустановить на другой автомобиль или комплект колес. Недостаток очевиден – их легко украсть, часто из чистого любопытства это могут сделать дети. Кроме того, заявленный срок службы встроенных в датчики элементов питания составляет два года, реальный в условиях низких температур – не более года. TPMS с внутренними датчиками.

Принципиально такие системы ничем не отличаются от вышеописанных устройств. Большинство из них имеет возможность подключения внешних датчиков, как и SteelMate TP-771 (рис. 2).



Рис. 2. Устройство автоматического контроля давления в шинах

Это устройство позволяет устанавливать контрольные значения срабатывания сигнализации от 1,2 до 4,6 Bar, что позволяет его использовать на разных типах автотранспортных средств. Для удобства эксплуатации устройство питается от прикуривателя, имеет встроенный разъем для подзарядки через USB.

Датчики устанавливаются в посадочное вентиляное гнездо. Они активируются непосредственно в начале движения. Программируются индивидуально, как по давлению, так и по температуре. Рабочий диапазон температур – от минус 40 до 105 градусов Цельсия.

Основные причины неработоспособности штатных систем контроля давления в шинах: неисправность основного блока; нарушение приемопередающего тракта; разряд элементов питания датчиков на колесах; механические повреждения и отказ отдельных датчиков; неполадки по питанию (часто в аварийных случаях, а также при движении по пересеченной местности); экстренная замена колеса на неукомплектованное встроенным датчиком либо с датчиками, выполненными по другому стандарту (европейский стандарт радиотракта 413 МГц, американский – 315 МГц).

В этих случаях бортовой компьютер дает сообщение об ошибке, часто сопровождаемое световыми и звуковыми сообщениями.

В некоторых случаях они отвлекают водителя от процесса управления транспортным средством. В этой ситуации следует программно отключить TPMS согласно инструкции по эксплуатации автомобиля.

Если поврежден один из датчиков, можно перепрограммировать уровень срабатывания данного датчика на нулевой уровень, если это допускает обеспечение. В некоторых авто центральный блок установлен в полости днища, и может быть поврежден растительностью при движении на грунтовой дороге. Следует визуально оценить целостность проводки и разъемов блока.

При адаптации датчиков, имеющих персональный идентификационный код, соблюдают последовательность: переднее левое, затем правое колесо, после заднее правое и потом левое. При этом используют специальное оборудование.

Процесс настройки датчиков при полной замене колес (с летней на зимнюю резину либо установке нового комплекта) непросто. Например, на Cadillac Escalade он представляет: включить стояночный тормоз; включить зажигание; одновременно нажать на кнопки открытия и закрытия дверей и удерживать 5 сек, после прозвучит двойной сигнал и активизируется функция запоминания шин; последовательно для левой передней – правой передней – правой задней – левой задней следует выполнить активацию: изменить давление в шине (проще уменьшить, нажав на золотник) до звукового сигнала; по окончании прозвучит двойной сигнал окончания процедуры, высветится индикация дисплея; выключить зажигание; накачать колеса до необходимого давления; закрутить колпачки, операция закончена.

Вся операция ограничена по времени (около 5 минут), поэтому к ней надо подготовиться заранее [2–6].

Заключение. Учитывая большую стоимость работ по восстановлению некоторых уникальных центральных блоков TPMS, возможно, такая операция оправдана. Но без помощи специалиста отключить данное оборудование для конкретной марки авто может быть трудно-выполнимо. Перед тем как принять кардинальное решение по этому вопросу и аппаратно удалить устройства, следует все взвесить.

Чтобы датчики TPMS прослужили дольше, следует:

- не хранить колеса (с датчиками) в приспущенном состоянии, тем более, без золотников;
- желательно оставлять авто на длительную зимнюю стоянку в теплом гараже;
- снимать внешние датчики давления при длительной стоянке;

- во время эксплуатации следить за их чистотой;
- без надобности не производить монтаж-демонтаж;
- при первичном монтаже удалить с вентиля остатки грязи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность дорожного движения: учебное пособие для подготовки и повышения квалификации кадров автомобильного транспорта / В. В. Амбарцумян [и др.]. – Москва: Машиностроение, 2008. – 304 с.
2. Берлова, И. С. Психологические особенности участников дорожного движения как фактор безопасности / И. С. Берлова // Ученые записки. – 2010. – Т. 1, № 2 (60). – С. 32–36.
3. Босак, В. Н. Значение человеческого фактора в обеспечении безопасности труда / В. Н. Босак, И. Е. Жабровский // Актуальные проблемы формирования кадрового потенциала для инновационного развития АПК. – Минск: БГАТУ, 2017. – С. 294–298.
4. Босак, В. Н. Организация рабочего времени с учетом фаз работоспособности / В. Н. Босак // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2015. – С. 36.
5. Босак, В. Н. Роль человеческого фактора в обеспечении безопасности труда / В. Н. Босак // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2016. – С. 4.
6. Гуревич, П. С. Психологический словарь / П. С. Гуревич. – Москва: ОЛМАПРЕСС Образование, 2007. – 800 с.
7. Датчики давления шин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://wtm-global.by/g7205895-datchiki-davleniya-shin>. – Дата доступа: 27.02.2021.
8. Дорожно-транспортные происшествия: нормативные акты, материалы судебной практики, образцы документов / под ред. М. Ю. Тихомирова. – 4-е изд., доп. и перераб. – Москва: Изд. Тихомирова М. Ю., 2008. – 284 с.
9. Комплекс универсальный психодиагностический УПДК-МК [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.neugosom.ru/ru2/-psych/updk_mk.html. – Дата доступа: 27.02.2021.
10. Коноплянко, В. И. Основы управления автомобилем и безопасность дорожного движения / В. И. Коноплянко, В. В. Зырянов, Ю. В. Воробьев. – Москва: Высшая школа, 2005. – 271 с.

Аннотация. Рассмотрены системы контроля давления в шинах. Принцип работы систем контроля давления в шинах автомобиля. Дана подробная характеристика систем контроля давления в шинах автомобиля. Рассмотрены основные причины неработоспособности штатных систем контроля давления в шинах.

Ключевые слова: безопасность, контроль, давление в шинах.

О КЛАССИФИКАЦИИ СПОСОБОВ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН И ДРАЖИРАТОРОВ

А. А. СЫСОЕВ, магистр техн. наук
Д. А. МИХЕЕВ, канд. техн. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур возможно только при использовании для посева семян с высокими сортовыми и посевными качествами. Предпосевная обработка семян не только улучшает всхожесть, но и освобождает семена от возбудителей болезней, значительно повышает их жизнеспособность и делает их прорастание более быстрым, что существенным образом влияет на урожайность, качество и себестоимость конечной продукции, от которых во многом зависит рентабельность отрасли [2].

Понятие «посевные качества семян» включает в себя всхожесть, энергию прорастания, силу роста, жизнеспособности влажность, частоту и зараженность семян вредителями и болезнями [1, 6, 7].

Из методов оценки посевных качеств семян наиболее значимыми являются такие показатели, как энергия прорастания, лабораторная и полевая всхожести.

Энергию прорастания и лабораторную всхожесть определяют в условиях, близких к идеальным – в термостатах.

Энергия прорастания характеризует дружность прорастания семян. От нее в значительной степени зависит полевая схожесть. Если энергия прорастания низкая, то полевая всхожесть тоже снижается [4].

Под полевой всхожестью понимают количество семян, давших всходы в поле. Показатель выражается в процентах по отношению ко всем посеянными или к посеянными всхожим семенам. Полевая всхожесть всегда ниже лабораторной, поскольку прорастание семян ингибируют и сама почва, и содержащиеся в ней патогенная флора, и почвенный раствор и т. д. Снижение полевой всхожести может быть обусловлена рядом факторов (запоздалый, или неоправданно ранний сев, некачественная обработка почвы и т. д.), а также уровень подготовки семян к посеву.

Основная часть. Методы воздействия на семена при предпосевной обработке делят на физические, биологические, микробиологические, химические и их комбинации [5, 8, 9].

Предпосевная обработка биологическими веществами в целях защиты семян от вредителей и болезней, а также стимуляции прорастания, отличается высокой эффективностью и исключает загрязнение окружающей среды.

В настоящее время используется свыше 500 химических соединений и препаратов, которые оказывают влияние на семена, стимулируя их рост, или защищают семена от болезней и вредителей. Химические вещества делятся на: протравители, микроэлементы, стимуляторы прорастания семян и роста. Основное значение протравителей – защитить, семена от патогенной микрофлоры и вредителей, т. е. они являются фунгицидами и инсектицидами [2].

Предпосевная обработка семян включает в себя несколько основных приемов, а именно: воздействие электрической энергии; сортировка; обеззараживание; скарификация; стратификация; промораживание; намачивание; барботирование; протравливание; инкрустирование; дражирование и др.

Различные способы воздействия электрической энергии на семена имеют сходный механизм действия – активация электронного комплекта молекул, ионизация их, образование свободных радикалов, наведение дополнительной энергии. Все это приводит к активации биохимических реакций и стимулирует прорастание. Физические воздействия ничем не обогащают семена, а только способствуют лучшему использованию уже имеющихся в них веществ, поэтому общая эффективность физических факторов в высокой степени предопределяется состоянием запасных веществ, которые сильно изменяются в зависимости от биологических особенностей семян.

Сортировка – распределение семян по сортам, качеству, размерам, сходным признакам. Одним из проверенных способов сортировки следует считать калибровку семян по линейным размерам (длине, ширине, толщине). Не менее эффективна сортировка семян по плотности.

Обеззараживание – предотвращение переноса болезней и вредителей на растения вместе с семенами. В процессе формирования, созревания, подработки и хранения семян они становятся носителями внутренней и внешней микрофлоры. Наличие микрофлоры на семенах снижает их полевую всхожесть, холодостойкость проростков и увеличивает заболеваемость растений. Проводят термическую обработку, обеззараживание ядохимикатами.

Скарификация – поверхностное повреждение твердых оболочек семян для ускорения их прорастания. Этот способ используют для

особой группы растений, зародышам семени которых не свойственен период покоя.

Потенциально эти семена могут прорасти в любое время после созревания. Чтобы этого не произошло в неблагоприятный период (в конце лета – осенью), они покрыты плотной, твердой, водонепроницаемой оболочкой. В природе опавшие осенью семена подвергаются воздействию зимних переменных температур, от низких положительных до больших отрицательных. Оболочка семени постепенно разрушается, внутрь проникает влага, и весной, при наступлении постоянных положительных температур, семя прорастает. При возделывании культурных растений приходится применять искусственную скарификацию. Различают термическую, химическую и механическую скарификацию.

Стратификация – это длительное хранение семян при пониженных положительных температурах.

Промораживание – хранение семян при низких температурах, в частности в морозильных камерах, которое может существенно снизить сроки стратификации.

Намачивание семян до полного их набухания и прорастивания широко применяется в овощеводстве, что ускоряет появление всходов, получение раннего урожая.

Барботирование – намачивание семян в воде, насыщенной кислородом или воздухом. Для насыщения используется баллон со сжатым кислородом (воздухом). Преимущество барботирования перед обычным намачиванием заключается в возможности более продолжительной обработки семян в воде (слишком долгое обычное намачивание без доступа воздуха может привести к гибели семян).

Инкрустирование – способ обеззараживания семян, который позволяет прочно закрепить защитно-стимулирующие вещества на поверхности семян с помощью прилипателя (полимера) и избежать значительных потерь препаратов. По сравнению с протравливанием инкрустирование имеет ряд преимуществ: для качественной обработки не требуется специальная подготовка семян, которая включает калибровку, очистку от пыли и грязи, подогревание посевного материала до 40 перед протравливанием и др.

Дражирование – прием предпосевной подготовки семян путём оболочивания их защитной питательной оболочкой шаровидной формы в специальном аппарате – дражираторе. Дражирование семян обеспечивает более равномерный их высев, облегчает высев мелких шерохо-

ватых семян, сокращает затраты труда на прорывку посевов, способствует экономии посевного материала, улучшает условия роста растений и повышает урожай на 20–25 %. Дражированные семена могут храниться 6–9 месяцев, не теряя всхожести. В состав оболочки входят питательные вещества (микроэлементы, регуляторы роста), необходимые для стартового роста растений, а также защитные средства (против почвенных и наземных вредных насекомых – инсектициды и репелленты, а от болезней проростков и молодых растений – фунгициды) [3].

Эффективность дражирования оценивают таким показателем, как однородность нанесенной оболочки и ее прочность.

Дражирование актуально не только из-за улучшения посевных качеств семян. На ранних этапах развития, когда корневая система растения еще слаба или не сформирована, оно гарантирует нормальное питание семени, без которого трудно рассчитывать на стабильный рост. Кроме того, в почве могут просто не содержаться элементы, необходимые для развития семени. Правильно подобранное драже способно компенсировать бедность почвы.

Также дражирование семян позволяет:

- защищать семени на ранних этапах роста;
- имеется возможность дополнительного питания семени через драже;
- удобный, быстрый сев и высокая всхожесть.

Таким образом, дражирование как прием предпосевной обработки семян обладает несомненным преимуществом по сравнению с другими способами.

Но дражирование как процесс имеет ряд нерешенных вопросов:

- дражирования трудоемка и энергозатратна;
- производство дражированных семян требует квалифицированных специалистов;
- стоимость дражированных семян в 2–3 раза превышает стоимость обычных семян.

Все многообразие технических средств предпосевной обработки семян путем создания искусственной оболочки по принципу действия делится на те, где процесс осуществляется сжатым воздухом или паром; во вращающемся резервуаре смесителя; быстро вращающимися рабочими органами (лопасти, винты, ножи, шнеки); пропусканием массы под давлением через сопла и щели; ультразвуком или гидродинамическим эффектом и др.

В связи с этим дражираторы подразделяются по принципу действия – на периодические и непрерывные; по способу смешивания – на гравитационные, со смешиванием в падающем потоке, механические со смешиванием в кипящем слое, гравитационно-механические, пневматические и циркуляционные; по типу рабочих органов – на барабанные, лопастные, роторные, битерные, шнековые, вибрационные, пропеллерные, планетарные; по расположению оси вращения основного рабочего органа – на горизонтальные и вертикальные; по частоте вращения рабочих органов – на тихоходные и быстроходные. Классификация дражираторов приведена на рис. 1.

На эффективность дражирования семян сельскохозяйственных культур влияют точность дозирующих (взвешивающих) устройств, установленные перед аппаратом в технологической линии; тип рабочих органов, форма корпуса; режимные параметры дражиратора; плотность исходных компонентов; гранулометрический состав (форма, размеры, дисперсионное распределение по степени крупности для неоднородных компонентов).

Из-за наличия широкого диапазона компонентов смеси и условий, в которых они наносятся на семена, существует множество конструктивных решений, схем и дражираторов, в зависимости от способа обработки.

Независимо от способов обработки все дражираторы должны удовлетворять следующим требованиям: высокая производительность аппарата; хорошее качество производимых драже; механизация загрузки в дражиратор рабочих компонентов; соответствие требованиям техники безопасности и санитарно-гигиеническим требованиям; высокая эксплуатационная надёжность и простота в обслуживании; долговечность работы; высокая степень однородности покрытия семян [8].

Из всего вышесказанного можно сделать вывод о том, что создание машины для получения дражированных семян станет серьезным шагом в развитии импортозамещения семенного материала. Поэтому исследования, посвященные увеличению урожайности и снижению себестоимости возделывания сельскохозяйственных культур, за счет повышения качества дражирования семян, является актуальной и практически значимой для сельскохозяйственного производства Республики Беларусь и стран СНГ.

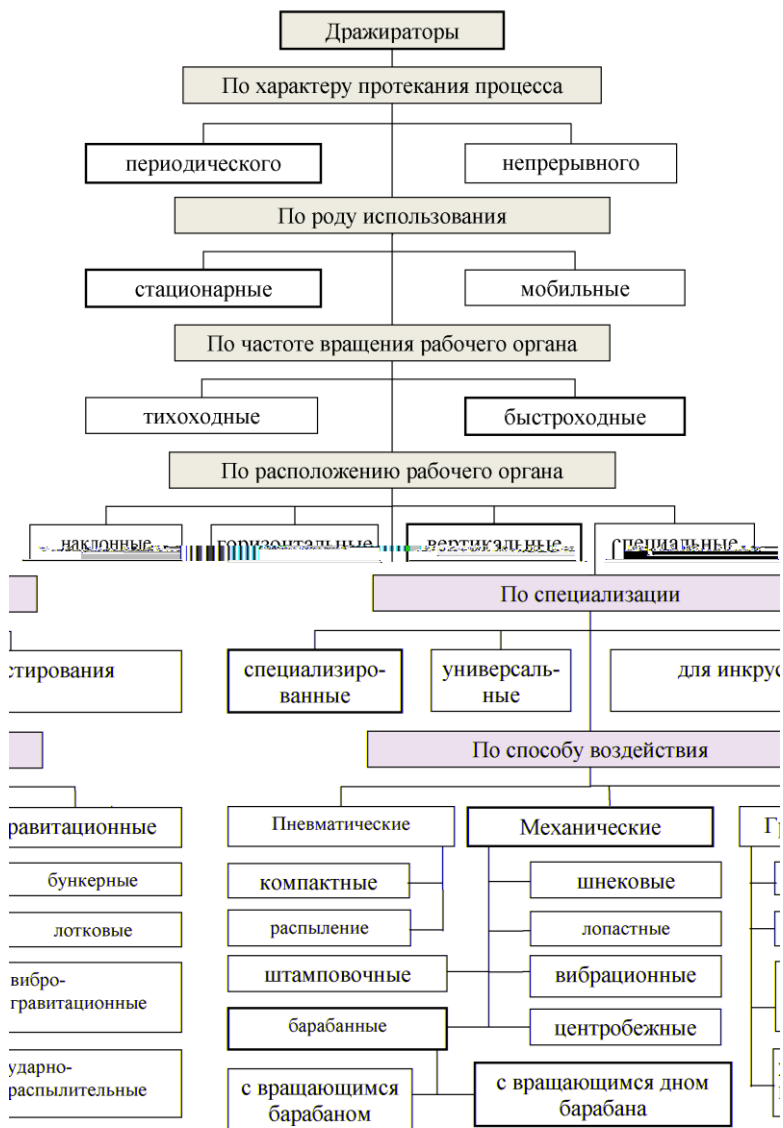


Рис. 1. Классификация дражираторов

Заключение. Разработка, совершенствование и исследование технологических способов дражирования, методов контроля и управление динамикой дражировочного агрегата на базе теоретических и экспериментальных исследований процессов дражирования, создание теории и методики их расчета с использованием математических моделей дражирования семян, реализуемых на компьютерной основе, является актуальной задачей, представляющей научный и практический интерес для промышленности и агропромышленного комплекса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
2. Механизация технологического процесса дражирования семян сахарной свеклы / Н. П. Ларюшин [и др.]. – Пенза, 2012. – 100 с.
3. Михеев, Д. А. Дражирование семян сахарной свеклы центробежным дражиратором с лопастным отражателем / Д. А. Михеев. – Горки: БГСХА, 2017. – 179 с.
4. Михеев, Д. А. Исследование посевных качеств инкрустированных семян рапса, полученных в центробежном дражираторе с лопастным отражателем / Д. А. Михеев, В. Н. Исаченко // Вестник БГСХА. – 2020. – № 2. – С. 144–147.
5. Михеев, Д. А. Совершенствование производственной линии для дражирования семян / Д. А. Михеев // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2020. – Вып. 5. – С. 267–271.
6. Рошка, Т. Б. Производственные технологии / Т. Б. Рошка, В. Н. Босак, О. В. Нилова. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 102 с.
7. Соколовский, И. В. Основы земледелия / И. В. Соколовский, В. Н. Босак. – Минск: БГТУ, 2012. – 137 с.
8. Сохроков, А. М. Совершенствование технологии предпосевной подготовки семян овощных культур и оптимизация параметров установки для их дражирования: дисс. канд. техн. наук: 05.20.01 / А. М. Сохроков. – Нальчик, 2002. – 129 с.
9. Сысоев, А. А. Создание искусственных оболочек как путь к повышению посевного потенциала отечественных семян / А. А. Сысоев, Д. А. Михеев // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 267–271.

Аннотация. Приведена классификация способов предпосевной обработки семян, по результатам анализа выявлены преимущества использования дражирования для создания семян с искусственной оболочкой. Рассмотрена классификация существующих конструкций дражираторов семян, изучена графическая схема классификации, проанализированы факторы, влияющие на качество дражирования семян.

Ключевые слова: семена, предпосевная обработка, дражирование, дражиратор семян.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБМОЛОТА КЛЕВЕРА МОЛОТИЛЬНЫМ АППАРАТОМ ВАЛЬЦОВОГО ТИПА

А. Е. УЛАХОВИЧ, канд. техн. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Основой успешного развития животноводства является создание прочной кормовой базы. Приоритет здесь должен принадлежать культурам с высоким содержанием белка, т. е. бобовым травам. Из возделываемых в Беларуси бобовых трав главная роль на пахотных землях принадлежит клеверу луговому. Он занимает самые большие площади и дает высокие урожаи. В полевых севооборотах посеvy клевера являются источником увеличения производства кормов, повышения плодородия почвы, обогащения ее азотом, улучшения физических свойств [2–9, 11–13].

Однако до настоящего времени недостаток семенного материала можно объяснить трудностью обмолота клеверной пыжины серийными молотильными устройствами. В представленном материале предпринята попытка теоретического обоснования параметров молотильного устройства вальцового типа [1, 10, 15, 16].

Основная часть. Выделение семян из оболочки путем перетирания пыжины терочными поверхностями представляет собой весьма сложный процесс. Он основан на интенсивном трении составных частей пыжины и представляется в общем виде следующим образом. Слой пыжины сжимается между терочными поверхностями, и при относительном их перемещении бобики также начинают перемещаться; в сжатом слое возникают силы трения; благодаря взаимодействию между оболочками соприкасающихся бобиков, оболочкой и семенем, между бобиком и терочной поверхностью происходит выделение семян из пыжины. То есть процесс обмолота осуществляется как вследствие скольжения пыжины по терочным поверхностям, так и благодаря взаимному трению пыжины.

Необходимыми условиями процесса обмолота семян путем перетирания пыжины являются:

- 1) сжатие слоя пыжины между терочными поверхностями;
- 2) относительное перемещение составных частей пыжины.

Технологический процесс обмолота семенного вороха клевера пневматическими вальцами рассчитан на полное выделение всех семян из пыжины за один прием.

Поставленная цель достигается тем, что предлагаемое устройство выполнено из контактирующих друг с другом пневматических цилиндрических вальцов, установленных с межцентровым расстоянием, меньшим суммы радиусов поперечных сечений.

Масса пыжины, попадая в раствор между вальцами, захватывается ими и увлекается в зону их взаимодействия.

Кинематический режим работы обмолачивающего устройства определяется в первую очередь условием обеспечения пропускной способности вальцов и качеством обмолота. А это будет обеспечено при недопущении сгруживания материала на входе в молотильный зазор. Оптимальная частота вращения вальцов обеспечит продвижение пыжины по всей ширине захвата устройства слоем определенной толщины. Его величина будет определяться силой давления на массу со стороны вальцов.

Объем пыжины, проходящий между рабочими поверхностями вальцов в единицу времени, равен:

$$q = \frac{q_n}{\gamma}, \quad (1)$$

где q_n – масса вороха, поступающая в молотильное устройство в единицу времени, кг/с.

Подачу массы в молотильный аппарат можно выразить следующим равенством:

$$q = 0,01 B_2 V_2 Q \tau, \quad (2)$$

где B_2 – ширина питающего транспортера, м;

V_2 – скорость движения ленты питающего транспортера, м/с;

Q – вес вороха, находящегося на 1 м² транспортера, кг/м²;

τ – коэффициент, учитывающий степень загрузки питающего транспортера.

Площадь поперечного сечения слоя материала, находящегося между вальцами в процессе обмолота, определяется по формуле:

$$F_2 = l_p \delta_2 \varepsilon, \quad (3)$$

где ε – коэффициент, учитывающий использование рабочей длины вальцов.

Тогда наименьшая скорость вальцов, при которой будет обеспечиваться требуемая пропускная способность, составит:

$$V_{\min} = \frac{q}{F_z \eta}, \quad (4)$$

где η – коэффициент буксования вальцов по массе.

Угловую скорость вальца определим по формуле [14]:

$$\omega_{\min} = \frac{V_{\min}}{R}. \quad (5)$$

Таким образом, наименьшее число оборотов, с которым должны вращаться обмолачивающие вальцы, чтобы исключить в процессе работы сгруживание материала на входе в молотильный зазор, определяется по формуле:

$$n_{\min} = \frac{30 \omega_{\min}}{\pi}. \quad (6)$$

Или с учетом формулы (2) соотношение минимальной частоты вращения вальцов и поступательной скорости транспортера будет равно:

$$\frac{n_{\min}}{V_z} = \frac{0,3 B_z Q \tau v \xi}{\gamma \pi R I_p \delta_x \varepsilon \eta}. \quad (7)$$

Кроме того, из законов динамики известно, что сила трения при малых скоростях не зависит от скорости перемещения трущихся поверхностей [14].

Поэтому эффективность обмолота семян вальцовым молотильным устройством во многом определяется соотношением линейных скоростей их вращения. При наличии разности скоростей вращения пневматических вальцов направление приложения нагрузки постоянно меняется в процессе взаимодействия пыжины клевера с вальцами. То есть происходит как бы нащупывание слабых мест в прочности связи семени с оболочкой, поэтому вероятность обмолота его становится выше.

Поскольку линейные скорости в любой точке соприкосновения вальцов по абсолютному значению разные, то это вызывает возникновение разных центробежных сил, способствующих преодолению усилия связи плода с околоплодником и сообщению

вытертому семени касательного ускорения. И чем больше разность линейных скоростей вращения вальцов, тем больше разность центробежных сил, преодолевающих силу связи семени с оболочкой. Вследствие этого эффективность обмолота семенного вороха значительно увеличивается и будет определяться соотношением:

$$E = \frac{\Delta F_{ц}}{F_{2ц}}, \quad (8)$$

где $\Delta F_{ц}$ – разность центробежных сил пневматических вальцов, Н;

$F_{2ц}$ – большая по абсолютной величине центробежная сила вальца, Н.

От центробежных сил в выражении (8) можно перейти к линейным скоростям вращения вальцов:

$$E = \frac{V_2^2 - V_1^2}{V_2^2} = \frac{(V_2 + V_1)(V_2 - V_1)}{V_2^2}. \quad (9)$$

Из формулы (9) видно, что при $V_2 \rightarrow V_1$ $E \rightarrow 0$.

Это значит, что при равных линейных скоростях вальцов эффективность обмолота будет снижаться и его скорость уменьшится.

При $V_2 \gg V_1$ соотношение $\frac{V_2^2 - V_1^2}{V_2^2}$ будет иметь максимальное значение и эффективность обмолота увеличится.

Заключение. Соотношение линейных скоростей вальцов непосредственно влияет на эффективность обмолота, которая будет во столько раз больше, во сколько раз линейная скорость одного вальца больше линейной скорости второго.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айзенберг, В. Н. Проблемы промышленного семеноводства клевера / В. Н. Айзенберг, В. Н. Антонов // Земледелие. – 1980. – № 5. – С. 49–50.
2. Босак, В. М. Уплыў узроўню прымянення ўгнаенняў на ўраджайнасць канюшыны / В. М. Босак // Актуальныя праблемы адаптыўнай інтэнсіфікацыі земледзеля на рубяжы стагоддзяў. – Мінск: Хата, 2000. – С. 421–424.
3. Босак, В. Н. Влияние удобрений на продуктивность и качество клевера лугового / В. Н. Босак // Кормопроизводство. – 2001. – № 5. – С. 25–26.
4. Босак, В. Н. Влияние уровня минерального питания на продуктивность и качество клевера лугового / В. Н. Босак // Проблемы производства продукции растениеводства и пути их решения. – Горки: БГСХА, 2000. – Ч. 2. – С. 46–49.
5. Босак, В. Н. Урожайность и качество клевера лугового в зависимости от доз и соотношений минеральных удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой поч-

ве / В. Н. Босак, Н. А. Близинок, Е. С. Малей // Почвоведение и агрохимия. – 2006. – № 1. – С. 174–180.

6. Влияние удобрений на продуктивность клевера лугового на окультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / В. Н. Босак [и др.] // Актуальные проблемы агрономии и пути их решения. – Горки: БГСХА, 2005. – С. 166–169.

7. Калиновская, Ю. С. Урожайность и качество клевера лугового первого года пользования в зависимости от доз минеральных удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / Ю. С. Калиновская, В. Н. Босак // Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрений в современных условиях. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – С. 72–76.

8. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.

9. Лапа, В. В. Влияние удобрений на продуктивность клевера лугового на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / В. В. Лапа, В. Н. Босак, Н. А. Близинок // Почвоведение и агрохимия. – 2006. – № 2. – С. 77–84.

10. Особов, В. И. Машины и оборудование для уплотнения сено-соломистых материалов / В. И. Особов, Г. К. Васильев, А. В. Голяновский. – Москва: Машиностроение, 1974. – 231 с.

11. Приемы возделывания бобовых овощных культур / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 183 с.

12. Продуктивность и вынос элементов питания клевером луговым / В. В. Лапа [и др.] // Природнае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця. – Брэст: Альтэрнатыва, 2008. – С. 39.

13. Продуктивность и вынос элементов питания при возделывании клевера лугового на дерново-подзолистых почвах / В. В. Лапа [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2008. – № 2. – С. 171–185.

14. Справочник по элементарной математике, механике и физике / Б. Я. Березовекий [и др.]. – Минск: Наука и техника, 1968. – 216 с.

15. Улахович, А. Е. Методика расчета параметров рабочего органа вальцового типа / А. Е. Улахович, Н. В. Улахович, В. Н. Кецо // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 155–160.

16. Улахович, А. Е. Обмолот семенного вороха клевера вальцовым аппаратом с эластичными рабочими поверхностями / А. Е. Улахович. – Горки: БГСХА, 2020. – 164 с.

Аннотация. Рассмотрены теоретические предпосылки для расчета молотильных аппаратов вальцового типа. Обоснована необходимость при использовании молотильных устройств данного типа предусмотреть в их конструкции возможность вращения вальцов с разными угловыми скоростями. Теоретически доказана эффективность такого кинематического режима работы вальцов, что положительно скажется на качестве обмолота клеверной пыжины.

Ключевые слова: клевер, обмолот, скорость, подача, кинематический режим.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ МИНИМАЛЬНОГО РАДИУСА ПРИКАТЫВАЮЩЕГО КАТКА ОТ ВЫСОТЫ УПЛОТНЯЕМОГО СЛОЯ ПОЧВЫ

В. Р. ПЕТРОВЕЦ, д-р техн. наук, профессор
В. А. ГАЙДУКОВ, канд. техн. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Урожай в значительной степени зависит от качества посева. Для оптимального развития растений почву необходимо хорошо удобрить и разрыхлить. Семена необходимо равномерно распределить по площади поля и заделать на заданную глубину. Равномерное распределение семян по полю обеспечивает им необходимую площадь питания. Уменьшение глубины заделки семян может привести к вымерзанию всходов озимых и изреженности всходов яровых. При глубокой заделке всходят ослабленные растения, а часть ростков гибнет, так как не может пробиться к свету. Между семенами и почвой не должно быть воздушной прослойки, затрудняющей поступление влаги к семенам, а позднее питательных веществ к корням растений [1–5].

Существенно влияет на жизнедеятельность растений плотность почвы. Исследовательскими учреждениями различных стран накоплен большой экспериментальный материал о целесообразности создания перед посевом на глубине 0,04–0,05 м плотной прослойки, позволяющей равномерно заделать семена по глубине, повысить полевую всхожесть, улучшить тепловой и пищевой режим растений. Такая прослойка создается путем предпосевного или послепосевного прикатывания почвы и обеспечивает повышение урожайности зерновых культур на 2–5 ц/га.

Однако сплошное прикатывание не на всех почвах и не всегда может дать положительные результаты. Как известно, прикатывание увеличивает содержание влаги в единице объема почвы, следовательно, уменьшает количество в ней воздуха. Поэтому в районах с достаточным увлажнением, где лимитирующими факторами плодородия почвы является воздух, тепло и питательные вещества, а не влага (особенно дерново-подзолистые почвы), сплошное прикатывание не всегда принесет положительные результаты. В связи с этим, в районах с достаточным увлажнением широко применяется рядковое прикатывание

почвы. При таком прикатывании почва уплотняется только в рядах высеванных семян, а в междурядьях остается рыхлой. В уплотненных полосах семена лучше обеспечены влагой, к ним сквозь неприкатанное междурядье свободно поступает воздух и тепло, почва быстро прогревается, и всходы получаются более ранними и полными, чем на неприкатанной почве.

В соответствии с требованиями агротехники посева зерновых культур семена должны высеваться на плотное ложе $1,20-1,30 \text{ г/см}^3$, вдавливаясь в дно бороздки и закрываться рыхлым слоем.

Основная часть. Для повышения качества посева зерновых с распределением и прикатыванием семян по ленте на кафедре «Механизации растениеводства и практического обучения» изготовлен и исследован сошник для ленточного посева с одновременным прикатыванием семян в ленте. Принцип работы сошника следующий: рабочие диски раскрывают бороздку, дно которой выравнивает пластина, после этого семена высеваются на дно бороздки, прикатываются катком и присыпаются рыхлой почвой.

В процессе конструирования сошника произведены расчеты его конструктивных параметров, и в частности, определен минимальный радиус прикатывающего катка, в зависимости от высоты уплотняемого им слоя почвы. Минимальный радиус катка (r_{\min}) должен быть таким, чтобы исключить возможность сгуживания почвы перед катком.

Определяем минимальный радиус по схеме представленной на рис. 1.

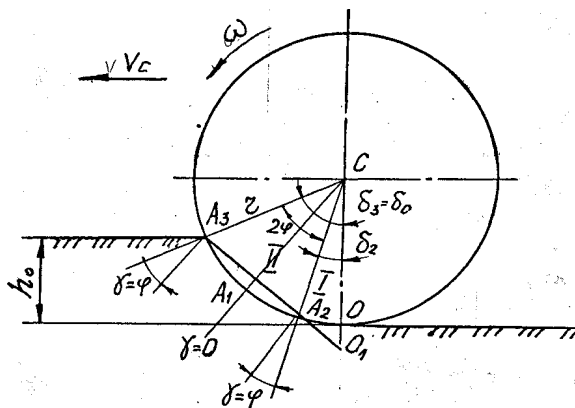


Рис. 1. Схема к определению минимального радиуса прикатывающего катка

В результате математического анализа получена формула минимального радиуса прикатывающего катка в зависимости от высоты уплотняемого им слоя почвы:

$$r_{\min} = \frac{h_0}{1 - \cos(2\varphi + \delta_2)},$$

где h_0 – высота уплотняемого слоя почвы, м;

φ – угол трения обода катка с почвой;

δ_2 – угол контакта обода катка с почвой в зоне I .

Заключение. Полученная математическая зависимость позволяет определять минимальный радиус прикатывающих катков посевных машин в зависимости от высоты уплотняемого слоя (глубины бороздки) исключая сгуживание почвы перед катком, тем самым предотвращая нарушение технологического процесса высева семян.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гайдуков, В. А. Повышение качества посева зерновых культур сошниковой группой с распределением и прикатыванием семян по ленте: автореф. дис. ... канд. техн. наук / В. А. Гайдуков. – Горки, 1998.

2. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.

3. Новичихин, В. А. Деформация опорными поверхностями сжимаемой среды / В. А. Новичихин. – Минск: Высшая школа, 1964. – 262 с.

4. Петровец, В. Р. Производственные технологии и техническое обеспечение процессов в сельскохозяйственном производстве / В. Р. Петровец. – Горки: БГСХА, 2022. – 240 с.

5. Тимофеев, А. И. Методика исследования распределения семян широкополосными сошниками / А. И. Тимофеев, Т. М. Белодедова // Сельскохозяйственные машины. – 1975. – Т. 12. – С. 44–50.

Аннотация. Рассмотрены и проанализированы факторы, влияющие на качество посева. Дано описание сошника с распределением и прикатыванием семян по ленте. Приведены результаты расчетов, позволяющих определить минимальный радиус прикатывающих катков сошников.

Ключевые слова: урожайность, прикатывание, сошник, каток, минимальный радиус.

УЛУЧШЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАКТОРОВ ПУТЕМ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДЫ НА УЧАСТКЕ НАРУЖНОЙ МОЙКИ

А. Л. КАЗАКОВ, канд. техн. наук, доцент
В. М. ГОРЕЛЬКО, канд. техн. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Среди мер по охране и рациональному использованию водных ресурсов и экосистем приоритетными являются те, которые не требуют больших затрат, но обладают значимой социально-экономической эффективностью. К ним, среди прочих, относится и качественное улучшение систем очистки сточных вод [1]. Главным показателем рационального использования воды является кратность ее использования, то есть отношение валового водопотребления к объему потребления свежей воды. Повышения данного показателя на сельскохозяйственных предприятиях можно добиться очисткой и повторным использованием воды или водных растворов синтетических моющих средств, используемых при наружной мойке машин.

Основная часть. В настоящее время наиболее часто в сельскохозяйственных организациях применяется наиболее простой способ наружной мойки – шланговая на открытой площадке (рис. 1) [2, 3].

Основным недостатком данной схемы является необходимость длительного отстаивания загрязненной воды, что снижает возможности оборотного водоснабжения. К данной схеме очистки конструктивно наиболее близок пост наружной мойки типа Нева-8, снабженный гидроциклоном для центробежной очистки воды. Рассмотрим устройство и принцип работы поста наружной мойки Нева-8 [4] (рис. 2).

Принцип работы системы заключается в следующем. Для очистки машин используется высоконапорная моечная машина. Очищаемая машина, как правило, устанавливается на специальную эстакаду, снабженную приемной емкостью для загрязненной воды. После автоматической мойки машины загрязненная вода сливается из емкости эстакады в приямок, который организуется непосредственно рядом с постом мойки. На почвах с глиняным составом объем приямка должен составлять не менее 2 м^3 , а на песчаных – не менее 1 м^3 .

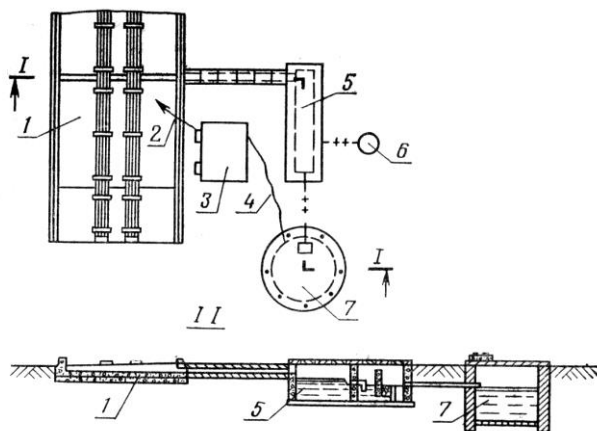


Рис. 1. Площадка для наружной мойки машин с оборотным водоснабжением
 1 – площадка; 2 – напорный рукав; 3 – насосная; 4 – всасывающий рукав;
 5 – грязеотстойник с маслоуловителем; 6 – маслоблорный колодец;
 7 – резервуар для воды.



Рис. 2. Пост наружной мойки Нева-8

Загрязненная вода очищается в результате действия центробежных сил в гидроциклоне, фильтре грубой очистки и поролоновом фильтре. Происходит осаждение взвешенных частиц в результате действия силы тяжести в многоступенчатом горизонтальном отстойнике.

Основные технические данные установки Нева-8 приведем в таблице.

Технические характеристики установки для мойки колес Нева-8

Параметры	Значение
Пропускная способность, маш/ч	5
Рабочее давление, атм.	8
Производительность нагнетательного насоса, л/мин	10
Напряжение, В	220
Количество моечных пистолетов, шт.	1
Стандартная длина шлангов высокого давления, м	15
Длина, ширина, высота	1350 × 680 × 1300

Данное решение по наружной очистке является в настоящее время наиболее простым и доступным для большинства хозяйств Республики Беларусь. При незначительной доработке системы очистки можно повысить степень очистки сточных вод и кратность ее использования, что позволит повысить экологическую безопасность и снизит экономические затраты хозяйства.

Описанная система наружной мойки Нева-8 имеет ряд недостатков: громоздкое очистное сооружение, расположенное на поверхности; отсутствие очистного приспособления в приемном приямке; отсутствие очистного устройства между поддоном эстакады и приямком. Все это снижает качество очистки воды и кратность ее использования. Существуют простые и доступные устройства очистки, позволяющие видоизменить описанную систему наружной мойки.

Нами предлагается схема участка наружной мойки машин (рис. 3), содержащая бак-отстойник и первичное очистное устройство, установленное между баком-отстойником и поддоном эстакады.

Работа системы заключается в следующем. Предварительно отстоявшаяся вода из поддона 2, расположенного в эстакаде 1 самотеком поступает в очистное устройство 3, где происходит отделение твердых и волокнистых загрязнений. Предварительно очищенная вода поступает в бак-отстойник 4, где за счет разделения его на зоны перегородками происходит ее дальнейшая очистка. Очищенная вода забирается из бака 4 через фильтр 5 насосом моечной машины 6 и с помощью моечного пистолета 7 подается на объект очистки 8.

Предложенная технологическая схема участка наружной мойки является схемой с системой оборотного водоснабжения оборудованной

очистной установкой. Сброс сточных вод предусматриваем в канализацию [5].

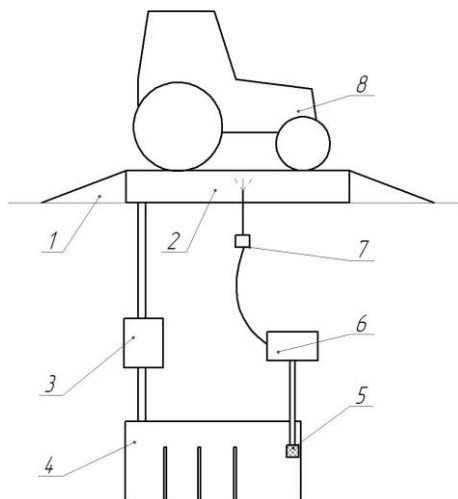


Рис. 3. Предлагаемая схема участка наружной мойки машин
1 – эстакада; 2 – поддон; 3 – очистное устройство; 4 – бак-отстойник; 5 – приемный фильтр; 6 – моечная машина; 7 – моечный пистолет; 8 – объект мойки

Устройство для очистки жидкости [6] (рис. 4) содержит неподвижный перфорированный конус 1, вращающееся коническое доочистное сито 2, привод 3 для вращения сита 2 и шламотводящую трубу 4, устье которой расположено около узкого основания конуса 1 и сита 2. Наружная поверхность конуса 1 прилегает к внутренней поверхности сита 2. Оси отверстий соответственно сита 2 и конуса 1 расположены под углом к их образующим.

Загрязненная жидкость поступает к внутренней поверхности конуса 1, проходит через его отверстия 8 и отверстия 7 сита 2 и очищенная поступает к потребителю.

Загрязняющие частицы, попавшие в отверстия 8 и 7 конуса 1 и сита 2 разрушаются острыми краями прилегающих друг к другу отверстий 8 и 7. При взаимном перекрытии отверстий 8 и 7 обратным потоком воды частицы выталкиваются из отверстий 8 и 7 при создании гидравлического удара, однако основная масса частиц загрязнений

скользит вблизи поверхности конуса *I*, не подходя к нему по причине гидравлических ударов, постоянно возникающих при вращении сита 2.

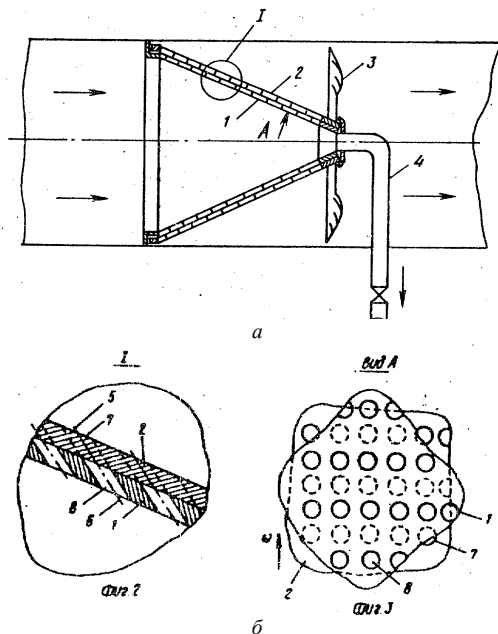


Рис. 4. Устройство для очистки жидкости
a – общий вид; *б* – расположение отверстий в конусах

Устройство работает следующим образом. К параметрам системы наружной мойки машин относятся: размеры и тип эстакады; объем приемного бака в эстакаде; параметры бака-отстойника; размеры очистного устройства; параметры гидроциклона и насоса.

Машина во время наружной мойки должна располагаться на специально устроенной эстакаде. Эстакада на участке мойки должна устанавливаться на специально подготовленном бетонном основании. Эстакада должна иметь габариты, позволяющие установить транспортное средство, обеспечить сбор и отведение сточных вод в бак-отстойник, не допускать утечку сточных вод в грунт и обеспечить более удобный доступ к местам обмыва.

Эстакады с поддоном предназначены для оборудования пунктов мойки, когда по каким-либо условиям невозможно заглубить песко-

ловку (отстойник) в землю. Поддон выполняет роль горизонтальной песколовки.

На эстакады разрешается заезжать автомобильному транспорту с максимальной нагрузкой на ось до 15 т. Углы въезда (съезда) на эстакаду не превышают 20° . Самотечный трубопровод отвода сточных вод от эстакады должен иметь диаметр не менее 150 мм и уклон не менее 3 % в сторону водосборного устройства [5].

Принимаем конструкцию эстакады, состоящую из оснований, изготовленных в виде сварной конструкции из швеллера 16 мм, уголка $63 \times 63 \times 5$ мм и обшитых стальным листом толщиной 2,5 мм. Для сбора грязной воды, эстакада оснащена двумя поддонами, которые установлены у оснований и изготовлены из стального листа толщиной 2,5 мм. Для съезда и заезда машин у эстакады предусматриваем трапы, которые крепятся к основанию. Основания, поддоны и трапы соединяем между собой при помощи болтов М12.

Исходя из размеров колеи сельскохозяйственных машин (ориентировочно 2 м) примем размеры эстакады. Ширина оснований и трапов 800 мм, ширина поддонов 1200 мм. Длина эстакады должна быть больше габаритного размера очищаемых машин. примем за эталонную очищаемую машину трактор БЕЛАРУС 3522 у которого габаритные размеры составляют $D \times Ш \times В = 6100 \times 2850 \times 3350$, колея передних колес 2000 мм, задних – 2050 мм [7].

Принимаем длину одного поддона равной 2900 мм. Полученные габаритные размеры эстакады составят: длина 7800 мм, ширина – 2800 мм. Суммарная высота эстакады составит 210 мм. Исходя из размеров эстакады, объем поддона составит $1,11 \text{ м}^3$, что достаточно для приема воды при мойке трактора. Согласно данным [8] на наружную мойку грузового автомобиля с помощью аппарата высокого давления расходуется 400–500 л воды.

Принимаем тип бака-отстойника – призматический с горизонтальным течением воды. В таком типе отстойников загрязнения под действием силы тяжести выпадают в осадок. Объем бака-отстойника зависит от расхода воды на мойку машин. Примем пропускную способность участка наружной мойки машин 2 маш/ч. При принятом расходе $q = 400\text{--}500$ л на одну машину необходимый объем бака V определится по формуле:

$$V = \Sigma q \cdot k_3, \quad (1)$$

где k_3 – коэффициент запаса объема, $k_3 = 1,05\text{--}1,1$.

$$V = 1000 \cdot 1,1 = 1100 \text{ л.}$$

Геометрические размеры бака-отстойника: высота 1200 мм, ширина 600 мм, длина 1600 мм. По длине бака устанавливаем перегородки высотой 600 мм, разделяющие бак на зоны и препятствующие взмучиванию осевших загрязнений и их движению к насосу.

Предусматриваем способ удаления загрязнений из отстойника вручную. Удаление осадка необходимо производить по окончании каждой смены.

Определим степень извлечения \mathcal{E} взвешенных частиц из отстойной зоны глубиной 1200 мм через 30 мин отстаивания.

При свободном осаждении среднюю величину C_τ / C_n во всей зоне отстаивания можно вычислить как среднюю арифметическую значений C_τ / C_n для разных глубин отстаивания экспериментально полученных [9]. Здесь, C_τ – концентрация твердой фазы в суспензии через время τ ; C_n – начальная концентрация твердой фазы.

$$(C_\tau / C_n)_{\text{cp}} = (h_1 + h_2) / 2, \quad (2)$$

где $h_1 = 0,10$, $h_2 = 0,62$ м – значения глубины осаждения частиц загрязнений за определенное время, полученные опытным путем.

$$(C_\tau / C_n)_{\text{cp}} = (0,10 + 0,62) / 2 = 0,36.$$

Степень извлечения равна

$$\mathcal{E} = 1 - (C_\tau / C_n)_{\text{cp}} = 1 - 0,36 = 0,64 = 64 \%. \quad (3)$$

Учитывая наличие очистного устройства на входе в бак-отстойник, принимаем начальную концентрацию загрязнений $C_n = 400$ мг/л. Найдем конечную концентрацию

$$C_k = C_n \cdot (C_\tau / C_n)_{\text{cp}} = 400 \cdot 0,36 = 144 \text{ мг/л.}$$

Данное значение конечной концентрации допустимо для технической воды, использующейся при наружной мойке машин [8].

Согласно рекомендациям [8] принимаем значение диаметра сливной трубы, связывающей поддон эстакады и бак-отстойник, равным $d_{\text{сл}} = 150$ мм.

Очистное устройство устанавливаем на сливной трубе.

К параметрам очистного устройства относятся (рис. 5): диаметр основания конуса $d_{o,к}$, диаметр вершины конуса $d_{в,к}$ равный диаметру шламоотводящей трубы, высота конуса $h_к$.

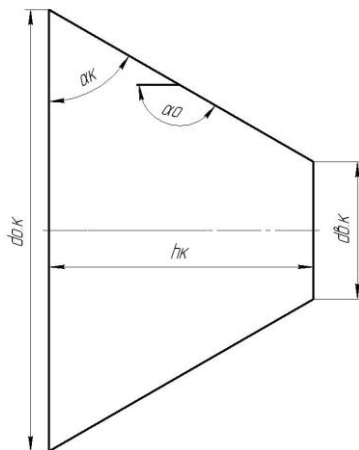


Рис. 5. Схема к определению параметров очистного устройства

Толщину стенки неподвижного конуса и подвижного сита принимаем равной 2 мм. Материал для изготовления – лист тонкий горячекатаный из стали 09Г2, сортament ГОСТ19903-74.

Диаметр основания конуса определим по формуле:

$$d_{o,к} = d_{сл} - 5 \text{ мм} = 150 - 5 = 145 \text{ мм.} \quad (4)$$

Диаметр шламоотводящей трубы примем из соотношения

$$d_{шл} = (0,2 - 0,3) \cdot d_{сл} = (0,2 - 0,3) \cdot 150 = 30 - 45 \text{ мм.} \quad (5)$$

Принимаем трубу бесшовную холоднодеформированную с наружным диаметром 45 мм и толщиной стенки 2 мм. Труба изготавливается из стали 10, сортament ГОСТ 8734-87.

Угол наклона образующей конуса принимаем $\alpha_к = 60^\circ$, тогда, зная $d_{o,к}$ и $d_{в,к}$ получим значение высоты конуса $h_к = 87$ мм.

Подвижное сито плотно прилегает к наружной поверхности конуса. Размеры сита определим конструктивно при выполнении чертежей.

Подвижное сито жестко связано с крыльчаткой привода. Крыльчатку выполним из листа тонкого горячекатанного из стали 09Г2, сортамент ГОСТ19903-74.

Отверстия в конусе и сите выполнены под углом к их образующим. Величину угла принимаем равной $\alpha_0 = 150^\circ$. При таком расположении отверстий линии тока жидкости будут параллельны стенкам трубы, что снизит гидравлическое сопротивление устройства.

Достижение высокого качества наружной мойки обходится дорого. Это обусловлено большой энергоемкостью процесса очистки, сложностью и ненадежностью моечно-очистного оборудования, высокой стоимостью воды и моющих средств, наличием малопроизводительного ручного труда и другими факторами.

Повышение качества наружной мойки в хозяйстве приводит к увеличению как капитальных затрат (приобретение нового моечного оборудования, строительство дополнительных сооружений), так и текущих затрат (в случае применения синтетических моющих средств). Поэтому эти затраты могут привести к повышению себестоимости очистки. Но ресурс машин и их надежность во многом зависят от качества наружной мойки. Повышение ресурса машин обеспечивает экономию, которая реализуется в процессе эксплуатации машин.

Технико-экономическое обоснование применения предложенной схемы очистки проведем путем определения предполагаемого экономического эффекта от разработки участка наружной мойки машин. За базовый вариант примем случай, когда мойка машин на площадке осуществляется с помощью моечной машины высокого давления без повторного использования воды; новый вариант мойка машин на предложенном участке наружной мойки с системой оборотного водоснабжения.

Выполненные расчеты показали, что балансовая стоимость моечно-оборудования увеличится на 2544 руб. Новый вариант наиболее экономичен по расходу воды, за счет использования очистки и повторного ее использования. Это позволит снизить суммарные приведенные затраты и получить снижение себестоимости наружной мойки машин на 1,006 руб. Годовая экономия средств составит 2982,3 руб. при сроке окупаемости 1,83 года.

Заключение. Предложенная схема участка наружной мойки машин сельскохозяйственных предприятий предполагает оборотное водоснабжение с использованием предложенного очистного устройства и бака-отстойника. Обоснованы основные параметры эстакады и очист-

ных устройств на участке. Обоснована экономическая целесообразность использования участка наружной мойки с оборотным водоснабжением.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная программа развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2021–2025 годы / Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 01 февраля 2021 г. № 59 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100059>. – Дата доступа: 12.04.2022.

2. Козлов, Ю. С. Очистка автомобилей при ремонте / Ю. С. Козлов. – Москва: Транспорт, 1981. – 151 с.

3. Садовский, А. П. Методические рекомендации по очистке машин при ремонте и техническом обслуживании / А. П. Садовский, Ю. С. Козлов. – Москва: ГОСНИТИ, 1977.

4. Мойки колес для стройплощадок. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.procatspb.ru/catalog/moyka-koles-dlya-stroyploshchadok-neva-8.html>. – Дата доступа: 23.04.2022.

5. Рекомендации по устройству пунктов мойки (очистки) колес автотранспорта на строительной площадке. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.opengost.ru/iso/20421-52-03-rekomendacii-po-ustroystvu-punktov-moyki-ochistki-koles-avtotransportana-stroitelnoy-ploshchadke.html>. – Дата доступа: 23.04.2022.

6. Устройство для очистки жидкости: а. с. 1274725 СССР, МПК В 01D 35/02 / А. Д. Солодкий, [и др.]; заявитель Украинский институт инженеров водного хозяйства – № 3921166/31-26; опубл. 07.12.1986 // Открытия. Изобретения. – 1986. – № 4.

7. Руководство по эксплуатации БЕЛАРУС 3522. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belarus-tractor.com/service/operation-manual/>. – Дата доступа: 11.05.2022.

8. Мойка автомобилей и оборудование для моечных работ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://motorzlib.ru/books/item/f00/s00/z0000019/st020.shtml>. – Дата доступа: 11.05.2022.

9. Родионов, А. И. Техника защиты окружающей среды / А. И. Родионов, В. Н. Клушин, Н. С. Торочешников. – Москва: Химия, 1989. – 512 с.

Аннотация. Предложена технологическая схема участка наружной мойки машин с использованием оборотного водоснабжения. Обоснованы параметры предложенного очистного устройства, бака-отстойника, эстакады. Определен предполагаемый экономический эффект от использования оборотного водоснабжения.

Ключевые слова: участок наружной мойки машин, очистное устройство, оборотное водоснабжение.

СОДЕРЖАНИЕ

Гусаров В. В., Кондраль А. Е., Босак В. Н. Становление и перспективы научной деятельности факультета механизации сельского хозяйства УО БГСХА	3
Босак В. Н. Совершенствование законодательства по охране труда и пожарной безопасности в АПК Республики Беларусь	7
Гордеенко О. В. Основные направления использования сельскохозяйственной техники при внедрении инновационных технологий в растениеводстве	10
Карташевич А. Н., Бузиков Ш. В., Плотников С. А. Перспективы развития научного сотрудничества УО БГСХА и ВЯТГУ	14
Коцуба В. И., Хитрюк В. А. Состояние и перспективы развития технического сервиса в АПК Республики Беларусь	18
Крупенин Ю. А., Крупенин П. Ю. Критерии физиологического режима работы доильного аппарата	24

Секция 1. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Андруш В. Г., Шелегова Е. В., Ханда Т. И. Повышение производственной безопасности при летне-пастбищном содержании скота	29
Астахов В. С., Гусаров В. В., Иванчиков Г. О. Экологические аспекты химизации почвы	34
Белохвостов Г. И., Бренч М. В., Кунаш М. В., Андрухович Е. С., Коженевский А. Р. Современные подходы к разработке глушителей шума поршневых двигателей внутреннего сгорания	40
Божанов А. А., Лопатин И. В. Роль человеческого фактора в процессе обеспечения безопасности и результативности труда в сельскохозяйственном производстве	45
Босак В. В., Босак В. М. Роля інвестыцый у забяспячэнні эканамічнай бяспекі	51
Босак В. М. Падрыхтоўка раздзелаў па ахове працы ў дыпломных праектах (работах)	55
Булаткин А. Д., Шик А. В., Цайц М. В. Методы оценки безопасности и эргономичности конструкции и машин для уборки льна	59
Веремейчик Л. А., Чернушевич Г. А. Инновационные решения сохранения почвенного плодородия для обеспечения безопасности жизнедеятельности	64
Горелько В. М., Казаков А. Л. Требования безопасности при выполнении погрузочно-разгрузочных и транспортных работ на мелиоративных объектах	69
Гурина А. Н., Сацкевич И. В. Способы снижения уровня шума в мясоперерабатывающих цехах	72
Евтух Г. Г., Самсонов В. Л., Попова Л. А. Психофизиологические свойства водителя, влияющие на управление транспортным средством в сложных дорожных условиях	76
Ермак И. Т., Гармаза А. К., Домненкова А. В. Риски использования разных видов сельскохозяйственной продукции, произведенной на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению	82
Клочкова Н. В. Ядовитые растения как фактор риска безопасности жизнедеятельности	88
Ковалевич З. С. Экологические аспекты утилизации непригодных к употреблению пестицидов	91
Кондраль А. Е., Босак В. Н. Обеспечение охраны труда при выполнении строительных работ	97

Корчик С. А., Молош Т. В. Совершенствование охраны труда при переработке молока и молокопродуктов	100
Латыговская А. В., Мисун В. Л., Ильиных Н. А. Улучшение условий и охраны труда женщин в агропромышленном комплексе	105
Малашевская О. В. Безопасность труда при хранении и переработке зерна	109
Мацкевич И. В., Андруш В. Г., Шелегова Е. В. Снижение травматизма по результатам расследования несчастных случаев	113
Мисун В. Л., Гаркуша А. В. Снижение уровня шума на рабочем месте оператора мобильной сельскохозяйственной техники	117
Мисун Л. В., Мисун Ал-р Л. К вопросу безопасности управления транспортным средством	121
Мисун Л. В., Мисун Ал-й Л. Конструктивная безопасность транспортного средства сельскохозяйственного назначения	125
Мищенко Е. В., Аниконова М. А., Асафов П. Д. Вибрация: вредное воздействие на человека и методы борьбы	130
Молош Т. В., Жаркова Н. Н., Павлова Е. Я. Повышение безопасности погрузочно-разгрузочных и складских работ на птицефабриках	134
Русских В. В., Белохвостов Г. И. Классификация устройств-дальномеров, сообщающих расстояние до линий электропередач	138
Самсонов В. Л., Евтух Г. Г., Попова Л. А. Безопасность движения в сложных дорожных условиях	142
Сачу́ка Т. У., Босак В. М. Сорт як фактор захавання харчової безпеки	147
Сергеева И. И., Козловская И. П. Прогнозная оценка содержания ⁹⁰ Sr в продукции основных сельскохозяйственных культур, возделываемых на торфяных почвах в зависимости от плотности их загрязнения	151
Смольников М. В., Плотников С. А., Сергеев Д. Г., Штин В. Л. Правовая защита потерпевшей стороны при дорожно-транспортных происшествиях в Российской Федерации	154
Ткачева Л. Т., Грищенкова О. Н. Особенности создания СУОТ в сельскохозяйственных организациях	158

Секция 2. МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Иванчиков Г. О., Астахов В. С., Ковалев В. Г. К вопросу значимости минеральных удобрений	163
Ковалев В. Г. Пути повышения эффективности использования дисковых орудий	168
Левчук В. А., Курзенков С. В., Чайчиц А. Н., Цайц М. В. Планирование и обработка результатов отсеивающего эксперимента обмолота льнотресты устройством с эластичным рабочим органом	171
Мизанбеков И. Т., Бекбосынов С. Б. Эффективное использование транспортных машин	179
Улинович Д. М., Коцуба В. И. Анализ машин для полосовой обработки почвы	185
Цайц М. В. Факторы и критерии оптимизации устройств для отделения семян от стеблей льна	188
Шалыпина Е. М., Коцуба В. И. Анализ рабочих органов машин для внутрипочвенного внесения жидких удобрений	193

Секция 3. МЕХАНИЗАЦИЯ ЖИВОТНОВОДСТВА И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Козлов С. И., Бортник С. А. Контур автоматизации в понимании эксплуатационного содержания сущности систем автоматизации	198
Кулик А. М., Крусенин П. Ю. Практические результаты применения гуминовых веществ в сельском хозяйстве	204
Мачёхин К. А. Способы скарификации семян	208
Мелехов А. В. Усовершенствование шнеков раздатчика-смесителя кормов РСК-12	211
Остройко А. А. Методы интенсификации процесса метанового брожения	214
Пузевич К. Л., Коцуба В. И., Пузевич В. В., Филиппов А. И. Физиологические показатели зерна кукурузы при посеве под мульчирующую пленку	218
Симченков А. С. Современные кормораздатчики для ферм КРС: преимущества и особенности	224
Черников В. С. Усовершенствование агрегата индивидуального доения АИД-1	229

Секция 4. ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Астапенко И. М., Сулима Е. В. Анализ неисправностей цилиндропоршневой группы и метод их диагностирования	232
Гаврилов И. И., Гузаревич С. Н. Применение полимерных материалов при ремонте машин	236
Ничипорук С. Н. Влияние содержания воды на смазывающую способность нефтяных масел	240
Столяров А. О., Демьянович И. Ю., Савенок Л. И. Определение сил резания и параметров борштанги расточного станка	244

Секция 5. ТРАКТОРЫ, АВТОМОБИЛИ И МАШИНЫ ДЛЯ ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА

Бирюков А. Л., Кутергин Н. Ю. Конструкция и расчет поршневого насоса-дозатора для смесевых топлив	250
Борисов А. Л., Мажугин Е. И. Анализ отказов режущих аппаратов многороторных косилок	255
Бузиков Ш. В., Плотников С. А. Определение целевой функции оптимизации эффективных показателей тракторного дизеля при работе на смесевом топливе	259
Гневашев П. В., Плотников С. А., Смольников М. В., Шишкин Г. П. Безмоторная оценка экспресс-методом свойств биотоплив на основе трех компонентов	265
Даргель Р. С., Карташевич А. Н. Индикаторные показатели двигателя 4ЧН 11,0/12,5 при работе на смесевом топливе	269
Заболотских Г. Э., Плотников С. А., Кантор П. Я., Смольников М. В., Втюрина М. Н. Влияние кинематической вязкости растительных масел на низшую удельную теплоту сгорания	274
Карташевич А. Н., Гордеев А. В., Гордеев О. В. Обзор устройств для улучшения эксплуатационных свойств дизельного топлива при отрицательных температурах	278

Клуонис А. С., Плотников С. А. Обзор современных методов нанесения износостойких покрытий и их сравнительный анализ	284
Козлов Е. В., Плотников С. А. Инструментальные материалы в производстве металлорежущего инструмента	288
Мальшкин П. Ю., Карташевич А. Н. Улучшение технико-экономических и экологических показателей дизеля добавкой газового топлива	292
Михайлов А. С., Бирюков А. Л., Новокшанов Ф. А. Экспериментальная установка для комплекса полевых испытаний тракторов	297
Мотовилова М. В., Плотников С. А., Содикзода Т. Х., Зыков Е. Г. Улучшение экологических показателей при воздействии на рабочий процесс дизеля	300
Новокшанов Ф. А., Бирюков А. Л., Мальшкин П. Ю. Исследование мощностных показателей дизельного двигателя при работе на рапсовом масле с подачей воды на впуске	306
Пляго А. В., Плотников С. А., Черепанова А. Д., Карташевич А. Н. Координарование процесса сгорания альтернативного топлива в дизельном двигателе	310
Сентюров Н. С. Обоснование профиля эксцентрика устройства для очистки вороха льнокостры	314

Секция 6. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Амеличев В. В., Петровец В. Р. Исследование устойчивого хода двухдискового сошника для посева мелкосеменных культур	317
Астахов В. С., Гордеенко О. В., Иванчиков Г. О. Оценка способов внесения твердых минеральных удобрений в почву	322
Астахов В. С., Гусаров В. В., Валоженич Г. А., Рендов А. К. Совершенствование машин для химической защиты с целью снижения влияния пестицидов на качество сельскохозяйственных продуктов	326
Лабурдов О. П., Сысоев А. А. Анализ исследований сошниковой группы комбинированных сеялок	331
Самсонов В. Л., Евтух Г. Г. Автоматический контроль давления в шинах	337
Сысоев А. А., Михеев Д. А. О классификации способов предпосевной обработки семян и дражирователей	343
Улахович А. Е. Исследование процесса обмолота клевера молотильным аппаратом вальцового типа	350
Петровец В. Р., Гайдуков В. А. Определение зависимости минимального радиуса прикатывающего катка от высоты уплотняемого слоя почвы	355
Казакон А. Л., Горелько В. М. Улучшение технической эксплуатации тракторов путем повторного использования воды на участке наружной мойки	358

Научное издание

**ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ
В ТЕХНОЛОГИЯХ И МЕХАНИЗАЦИИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Сборник научных трудов

Выпуск 8

Редактор *Е. П. Савиц*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*

Подписано в печать 03.03.2023. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 21,62. Уч.-изд. л. 19,87.
Тираж 20 экз. Заказ .

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.