

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

**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 6



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

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 6

Горки
БГСХА
2021

УДК 001.895:[631.152:657.1.011.54]

ББК 40.7

И66

Редакционная коллегия:

В. Р. Петровец (гл. редактор),

В. А. Шаршунов (зам. гл. редактора),

А. Е. Кондраль (отв. за выпуск),

В. В. Азаренко, В. Н. Босак, А. Н. Карташевич, Л. Я. Степук,

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. Р. Петровец (гл. ред.) [и др.]. – Горки : БГСХА, 2021. – Вып. 6. – 270 с.**

ISBN 978-985-882-096-1.

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 978-985-882-096-1

© УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», 2021

Секция 1. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

УДК 621.878.4:658.345

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ОБЗОРНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ФРОНТАЛЬНЫМ ПОГРУЗЧИКОМ

В. В. АЗАРЕНКО, чл.-корр. НАН Беларуси, д-р техн. наук

Ал-й Л. МИСУН, магистр техн. наук

А. Д. ИЛЮКОВИЧ, студент

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

Введение. Основным из направлений по увеличению производительности погрузочно-транспортных машин является совмещение нескольких операций. Даже самый квалифицированный оператор мобильной сельскохозяйственной техники (МСХТ) может уменьшить срок службы и производительность, например, фронтального колесного погрузчика, неправильно его эксплуатируя. При этом на оператора МСХТ воздействуют как вредные факторы производственной среды, так и производственные опасности, в том числе импульсного действия, которые при определенных обстоятельствах становятся источником травм [1–4]. Если вредный производственный фактор воздействует на организм оператора МСХТ независимо от его квалификации, стажа работы и возраста, то опасный производственный фактор может реализоваться в травму только при определенных обстоятельствах. Эти опасности увеличиваются многократно, если за рычаги берется неопытный работник. Также эффективность эксплуатации погрузчика зависит и от того, насколько быстро и безопасно оператор МСХТ выполняет работу. На топкой, скользкой или покрытой рытвинами поверхности погрузчик будет вязнуть, производительность работы упадет, а образующиеся, например, от колес грязевые брызги могут способствовать ухудшению обзорности управления техническим средством и, как следствие, созданию производственной опасности.

Основная часть. Для повышения производственной безопасности при эксплуатации фронтального погрузчика ГО-18, устранения влияния грязевых брызг на обзорность и безопасность управления, предлагается использовать на задних колесах данного технического средства крыло из листового материала, закрепленное на кронштейне и связан-

ное с остовом погрузчика (рис. 1). Крыло выполнено из пересекающихся горизонтальных перпендикулярных продольной вертикальной плоскости симметрии погрузчика ребер трех частей – центральной горизонтальной, внутренней и внешней наклонных в виде плоских листовых конструкций с направленными вниз боковыми вертикальными бортами.

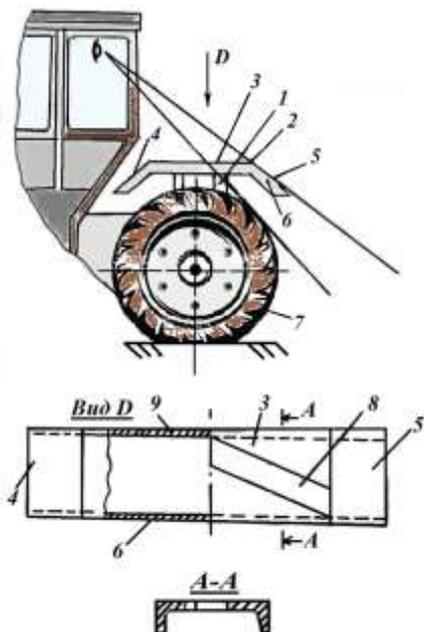


Рис. 1. Устройство для повышения обзорности и безопасности управления фронтальным погрузчиком ТО-18:

- 1 – кронштейн; 2 – ребро; 3 – центральная горизонтальная часть крыла;
 4, 5 – внутренняя и внешняя части крыла; 6, 9 – вертикальные борты;
 7 – колесо; 8 – сквозная прорезь

Центральная (горизонтальная) листовая конструкция, неподвижно закрепленная на кронштейне симметрично оси вращения колеса и выполненная со сквозной прорезью в виде параллелограмма, обращена к центральной части погрузчика. Меньшая сторона параллелограмма совпадает с проходящей через ось симметрии и вращения колеса вертикальной плоскостью и соприкасается с внутренней стороной внут-

ренного бокового вертикального борта. Вторая меньшая сторона параллелограмма совпадает с внешним ребром пересечения центральной горизонтальной и внешней наклонной плоских листовых конструкций и соприкасается с внутренней стороной внешнего бокового вертикального борта. При этом длина меньшей стороны параллелограмма составляет одну треть расстояния между внутренними сторонами боковых вертикальных бортов.

При выполнении погрузчиком ТО-18 работ, связанных с маневрированием и требующих визуального контроля за расположением его колес и рабочего органа, в том числе относительно возможных ям, оператор МСХТ имеет возможность в любой момент без остановки погрузчика осуществлять необходимый в таких случаях оперативный визуальный контроль, обеспечивая при этом безопасность выполнения работ.

Заключение. В результате проведенных исследований предложено техническое решение по повышению производственной безопасности при эксплуатации фронтального погрузчика ТО-18, снижения влияния грязевых брызг на обзорность. Так, предлагается оборудовать задние колеса фронтального погрузчика ТО-18 крылом, закрепленным на кронштейне и связанным с остовом погрузчика ТО-18, что способствует повышению производительности и улучшению условий труда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии: учеб. пособие / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, М. П. Акулич. – Минск: Выш. шк., 2019. – 217 с.
2. Кудрявцев, А. Н. Анализ травматизма на производстве в Республике Беларусь / А. Н. Кудрявцев, В. Н. Босак // Вестник БГСХА. – 2020. – № 3. – С. 188–193.
3. Организационно-технические мероприятия для повышения безопасности и улучшения условий труда операторов мобильной сельскохозяйственной техники / Л. В. Мисун [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2012. – 192 с.
4. Охрана труда: курс лекций / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.

Аннотация. Предложено техническое решение для улучшения условий труда при эксплуатации фронтального погрузчика ТО-18, обеспечения контроля за расположением его колес, что в комплексе способствует повышению показателя безопасности управления технологическим процессом.

Ключевые слова: погрузчик фронтальный, грязевые брызги, оператор, обзорность, безопасность.

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ УЧЕТА ЛЮМБРИЦИД В ПОЧВЕ

А. Д. БАЙБОТАЕВА¹, докторант

Г. Д. КЕНЖАЛИЕВА¹, канд. техн. наук, доцент

В. Н. БОСАК², д-р с.-х. наук, профессор

¹Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,
Шымкент, Республика Казахстан;

²УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Загрязнение биосферы тяжелыми металлами, связанное с активной антропогенной деятельностью (промышленное производство, сельскохозяйственная деятельность, энергетика, транспорт и т. д.), значительно ухудшает экологию и негативно влияет на здоровье населения [3, 4, 6–8, 10].

Одним из способов мониторинга загрязнения почвы тяжелыми металлами является использование метода биоиндикации с применением люмбрицид (дождевых червей) [1, 2, 5, 11].

Основная часть. Для учета количества люмбрицид в почвах в результате совместных исследований учеными Южно-Казахстанского государственного университета им. М. Ауэзова и Белорусской государственной сельскохозяйственной академии разработано специальное устройство [9].

Изобретение относится к области безопасности жизнедеятельности, экологии и природопользования и может быть использовано для диагностирования почв, загрязненных тяжелыми металлами, с целью последующей их очистки и снижения содержания в них токсичных элементов в результате антропогенной деятельности.

Цель изобретения – разработка устройства для нового биоремедиационного способа диагностирования почв, загрязненных тяжелыми металлами, с помощью дождевых червей, что расширяет способы диагностирования содержания тяжелых металлов в почвах.

Техническим результатом является возможность экспрессного определения различных тяжелых металлов одновременно в нескольких пробах непосредственно в зоне загрязнения.

Поставленная задача решается тем, что для диагностирования содержания тяжелых металлов почве в качестве тест-объектов используют дождевых червей.

Дождевые черви помещают в отсеки с отобранными в различных загрязненных местах пробами почвы. По времени гибели дождевых червей судят о концентрации тяжелых металлов в почве, а также о пригодности таких почв для жизни и развития живых организмов (человека, растений, животных).

Устройство для учета люмбрицид представляет собой круглую емкость с бортиками, выполненную из инертного материала, где от центрального отсека емкостью 3 л радиально отходят 8–10 опытных отсеков емкостью по 1 л. В центральный отсек помещают чистую пробу почвы и необходимое количество дождевых червей. В изолированные радиальные отсеки размещают загрязненные тяжелыми металлами почвенные образцы весом 0,5 кг, увлажненные до 35–45 % влажности и 20 особей дождевых червей из центрального отсека устройства. Устройство многоразового использования, легко транспортируется и может быть использовано для экспресс-тестирования как в лабораторных, так и в полевых условиях.

Как показали результаты исследований, проведенные на кафедре безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды Южно-Казахстанского государственного университета им. М. Ауэзова, дождевые черви неодинаково реагировали как на различные виды загрязнителей, так и концентрацию испытываемых реагентов.

Наименьшее влияние на популяцию дождевых червей оказал гранулированный цинк – 100 % выживаемость дождевых червей отмечена во всех опытных вариантах.

В варианте с применением сульфата меди полная гибель червей отмечена при 50 % концентрации реагента, хлорида кобальта – при 40 % концентрации, сульфата железа – 20 %, сульфата кадмия – 10 % концентрации препарата. По степени негативного влияния на дождевых червей изучаемые химические элементы можно расположить следующим образом: $Cd > Fe > Co > Cu > Zn$.

Заключение. Разработанное устройство для учета дождевых червей в почве позволяет применять люмбрицид в качестве объектов биоремедиационного способа диагностирования загрязненных тяжелыми металлами почв. В результате исследований установлено, что по степени негативного влияния на люмбрицид тяжелые металлы располагаются следующим образом: $Cd > Fe > Co > Cu > Zn$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Байботаева, А. Д. Применение метода биоиндикации для оценки содержания тяжелых металлов / А. Д. Байботаева, Г. Д. Кенжалиева, В. Н. Босак // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2020. – Вып. 5. – С. 57–59.
2. Байботаева, А. Д. Распространение люмбрицид в почвах юга Казахстана и перспективы их применения / А. Д. Байботаева, Г. Д. Кенжалиева, В. Н. Босак // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 17–19.
3. Байботаева, А. Д. Тяжелые металлы в почвах урбанизированных территорий / А. Д. Байботаева, Г. Д. Кенжалиева, В. Н. Босак // Вестник БГСХА. – 2019. – № 4. – С. 126–130.
4. Безопасность жизнедеятельности человека: учебное пособие / В. Н. Босак [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018. – 312 с.
5. Биоиндикационная роль люмбрицид при оценке почв юга Казахстана / А. Байботаева [и др.] // Вестник Казахского национального технического университета им. К. И. Саптаева. – 2020. – № 2. – С. 19–24.
6. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека: учебник / В. Н. Босак, З. С. Ковалевич. – Минск: Выш. шк., 2016. – 335 с.
7. Максимова, С. Л. Влияние минеральных и органических удобрений на почвенных беспозвоночных / С. Л. Максимова, В. Н. Босак // Белорусское сельское хозяйство. – 2008. – № 12. – С. 56–57.
8. Перспективы и оценка использования техногенных отходов фосфорного производства / К. С. Досалиев, К. С. Байболов, К. Т. Жантасов, В. Н. Босак // Вестник БГСХА. – 2018. – № 2. – С. 205–208.
9. Устройство для биоремедиационной очистки почв, загрязненной тяжелыми металлами: патент № 5451 / А. Д. Байботаева [и др.]. – Нур-Султан: Национальный институт интеллектуальной собственности, 2020.
10. Baibotayeva, A. Influence of heavy metals (As, Pb, Cd) on the environment / A. Baibotayeva, G. Kenzhaliyeva, V. Bosak // Industrial Technology and Engineering. – 2019. – Nr. 2. – P. 5–10.
11. Influence of Heavy Metals on the Environment and Methods of Soil Bioremediation Control / A. D. Baibotayeva, K. T. Zhantasov, G. D. Kenzhaliyeva, V. N. Bosak, A. D. Mamitova // International Journal of Engineering Research and Technology. – 2020. – V. 13, Nr. 6. – P. 1120–1125.

Аннотация. Перспективным направлением мониторинга содержания тяжелых металлов в почве является использование метода биоиндикации с использованием люмбрицид (дождевых червей).

Для учета количества люмбрицид в почве и установления степени влияния концентрации тяжелых металлов на дождевых червей разработано специальное устройство, расширяющее способы диагностирования содержания тяжелых металлов в почвах.

Ключевые слова: биоиндикация, тяжелые металлы, дождевые черви, почва.

ТРЕБОВАНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ АПК

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

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

Введение. Сельскохозяйственное производство является отраслью экономики, которая характеризуется целым рядом специфических особенностей: сезонность производства, продолжительная работа на открытом воздухе в полевых условиях, большое количество технологических операций, работа с разнообразной сельскохозяйственной техникой и оборудованием, применение удобрений и средств защиты растений и т. д., что требует особых мер по обеспечению охраны труда в отрасли, предупреждению травматизма и профессиональных заболеваний [5, 12].

Ежегодно в агропромышленном комплексе (АПК) Республики Беларусь происходит около 150 несчастных случаев, в том числе около 20 – со смертельным и более 100 – с тяжелым исходом [1, 5, 7].

По оперативным данным Департамента государственной инспекции труда, ежегодно в организациях Республики Беларусь в среднем в результате несчастных случаев на производстве травмы получают около 3000 работников, в том числе около 200 – со смертельным исходом. По экспертным оценкам, потери общества от одного несчастного случая со смертельным или тяжелым исходом оцениваются суммой, приблизительно равной 75 тыс. долларов США.

Снижение числа несчастных случаев и уровня заболеваемости имеет важное социальное и экономическое значение: увеличение профессиональной активности; рост производительности труда; удовлетворенность работников своим трудом; создание хорошего психологического климата в трудовых коллективах; сокращение затрат, связанных с компенсацией за работу с вредными и тяжелыми условиями труда; уменьшение потерь, связанных с травматизмом, профессиональной и профессионально обусловленной заболеваемостью; уменьшение текучести кадров и т. д.

Основная часть. Снижению травматизма и профессиональных заболеваний в сельском хозяйстве способствует строгое выполнение нормативных правовых актов в области охраны труда [1–14].

В агропромышленном производстве основными нормативными правовыми актами в области охраны труда являются:

– Межотраслевые общие правила по охране труда (постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 3 июня 2003 г. № 70 в ред. от 30.09.2011 г. № 96);

– Правила по охране труда при производстве и послеуборочной обработке продукции растениеводства (постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 15 апреля 2008 г. № 36);

– Правила по охране труда при хранении, транспортировке и применении средств защиты растений в сельском хозяйстве (постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 23 января 2009 г. № 5);

– Правила по охране труда при проведении работ по возделыванию, уборке и подготовке льна к переработке (постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 18 января 2011 г. № 2);

– Санитарные нормы и правила «Требования к применению, условиям перевозки и хранения пестицидов (средств защиты растений), агрохимикатов и минеральных удобрений», Гигиенический норматив «Гигиенические нормативы содержания действующих веществ пестицидов (средств защиты растений) в объектах окружающей среды, продовольственном сырье, пищевых продуктах» (постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 27 сентября 2012 г. № 149 с доп. от 02.03.2016 г. № 40);

– Санитарные нормы и правила «Гигиеническая безопасность средств защиты растений» (постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20 января 2017 г. № 9);

– Правила по охране труда при ремонте, техническом обслуживании и постановке на хранение сельскохозяйственных машин, агрегатов и оборудования (постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 25 февраля 2008 г. № 14);

– Межотраслевые правила по охране труда при производстве товарной рыбы (постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 30 декабря 2008 г. № 215/96);

– Правила по охране труда при производстве продукции животноводства (постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 28 декабря 2007 г. № 89);

– Правила по охране труда при производстве молочных продуктов (постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 16 марта 2011 г. № 15);

– Правила охраны труда в ветеринарных лабораториях (постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 20 мая 2009 г. № 31) и др. [12].

Наряду с основными работами в отраслях растениеводства и животноводства, в сельскохозяйственных организациях проводятся также работы в других отраслях (проведение мелиоративных мероприятий, деревообработка, строительство и т. д.), где действуют особые правила по охране труда [6, 8, 9, 11, 14].

При проведении мелиоративных мероприятий руководствуются Межотраслевыми правилами по охране труда при проведении мелиоративных мероприятий (постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 30 сентября 2010 г. № 132/58).

При выполнении строительных работ основные требования по охране труда изложены в Правилах 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); при обработке древесины и производстве изделий из дерева – в Правилах 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 марта 2020 г. № 32/5).

Заключение. Разработка нормативного правового обеспечения в области охраны труда при неукоснительном соблюдении предписанных правил и норм относится к приоритетным мерам по предотвращению травматизма и профессиональных заболеваний в агропромышленном комплексе Республики Беларусь.

Нормативная база в области охраны труда и пожарной безопасности постоянно обновляется, в связи с чем требуется ее проверка на предмет возможных изменений (отмены документа, его дополнения, изменения или выхода нового).

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеенко, А. С. Анализ причин производственного травматизма в организациях Могилевской области / А. С. Алексеенко, В. Н. Босак, М. В. Цайц // Инновацион-

ные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2019. – № 4. – С. 115–118.

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

3. Босак, В. Н. Анализ результатов аттестации рабочих мест по условиям труда рабочих основных профессий на рубках леса / В. Н. Босак, И. Т. Ермак, А. К. Гармаза // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2016. – С. 9.

4. Босак, В. Н. Ответственность за несоблюдение требований охраны труда / В. Н. Босак // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2014. – С. 20.

5. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии: учеб. пособие / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, М. П. Акулич. – Минск: Выш. Шк., 2019. – 317 с.

6. Ермак, И. Т. Гигиеническая оценка влияния микроклимата на условия труда при производстве древесностружечных плит / И. Т. Ермак, А. К. Гармаза, В. Н. Босак // Труды БГТУ. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – 2015. – № 2. – С. 206–209.

7. Кудрявцев, А. Н. Анализ травматизма на производстве в Республике Беларусь / А. Н. Кудрявцев, В. Н. Босак // Вестник БГСХА. – 2020. – № 3. – С. 188–193.

8. Кудрявцев, А. Н. Безопасность труда при производстве земляных работ / А. Н. Кудрявцев, В. Н. Босак, А. С. Алексеенко // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2020. – № 5. – С. 286–289.

9. 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.

10. Мероприятия по улучшению состояния охраны труда в организациях АПК: рекомендации / А. С. Алексеенко, В. Н. Босак, М. В. Цайц, В. В. Талашов. – Горки: БГСХА, 2019. – 40 с.

11. Обеспечение охраны труда при проведении мелиоративных мероприятий / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, А. Е. Кондраль, А. Н. Кудрявцев // Тракторы, автомобили и машины для природообустройства. – Горки: БГСХА, 2018. – С. 99–100.

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

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

14. Пути снижения травматизма при валке деревьев / А. Е. Кондраль [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2020. – № 5. – С. 98–102.

Аннотация. Важным компонентом обеспечения охраны труда в агропромышленном комплексе Республики Беларусь является своевременная разработка соответствующих нормативных правовых актов, а также строгое их соблюдение при выполнении работ в растениеводстве, животноводстве и вспомогательных отраслях.

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

CURRENT ISSUES AFFECTING SAFETY OF LABOR OF AGRICULTURAL WORKERS

A. K. GARMAZA, PhD (Engineering), Associate Professor

I. T. YERMAK, PhD (Biology), Associate Professor

A. A. GARMAZA, student

Belarusian State Technological University,

Minsk, Republic of Belarus

Introduction. The successful implementation of the entire work cycle in the agro-industrial complex largely depends on the set of measures to ensure healthy and safe working conditions. The number one priority here is ensuring safety in the workplace, compliance with labor legislation and strict following the required technology of work processes. For the prevention of injuries in the workplace, the most critical factor appears to be a heightened sense of responsibility among employees to follow and comply with established labor safety and fire safety rules.

Main part. In the Republic of Belarus, the issues of creating healthy and safe work environment are of paramount importance. State social policies pay a lot of attention to ensuring the worker's rights and guarantees related to safety of labor, to creating decent working conditions that bring satisfaction to the citizens and benefits to society.

Safe working conditions must be present in any workplace. When and where is it not the case, sometimes this is due to negligence and carelessness, and sometimes because someone wanted to «save money». But if we are talking people's life and health, these «savings» are simply unacceptable.

For the record, agricultural workers are frequently exposed to many various risks and working conditions that are often unfavorable for the normal functioning of a human. Examples of these include high levels of airborne dust in work areas while performing mechanized work in the field; overtime and odd work hours; various allergic reactions that are becoming common presently; poisoning as the result of contact with pesticides and other poisonous chemicals.

In the agricultural industry, workers perform a vast number of activities, including construction, land reclamation, forestry, loading and unloading of materials, transportation of goods, agricultural and poultry farming, warehouse and greenhouse jobs and activities; all the above with the use of variety of machinery, mechanisms and tools.

In addition to the above listed activities, the machine operators themselves often participate in the repairs and maintenance of agricultural machinery. A feature that puts apart the agricultural production is the seasonal nature of work. In a short period of time (one to three weeks), agricultural workers are expected to perform a wide variety of duties, differing in the organization of labor, technology used, taking place in different environmental conditions.

In agriculture, it is not uncommon for a lot of different jobs to accumulate at the same time, requiring execution in a short timeframe, in extreme heat, rain, slush, which may be very tiresome for a person and may interfere with his/her work regime.

Agricultural industry is comprised of not only crop and livestock production, but also of activities related to repairs and maintenance of agricultural machinery. Therefore, it may be difficult for a labor safety specialist to keep track of the state of various working conditions, not to mention when a specialist in one specific field has to also bears responsibilities of a labor safety engineer. Based on documented work related injury statistics, uncommon are the cases when only a formal training of safe methods of labor takes place. It was found that, other things held equal, following first two weeks after "formal-only" training, the level of injuries was significantly higher as compared to the farms where training was carried out hands-on and informally.

When analyzing the state of labor safety measures in the Belarusian agricultural industry, we have to say that violations of the written rules and norms of labor safety and discipline of production processes are often carried out both by employers (responsible for enforcing the rules) and workers (performing the duties). As a result, a real danger of injury and occupational morbidity of workers is created.

According to the Ministry of Labor and Social Services of the Republic of Belarus, in 2019, the agricultural industry takes the 3rd place among the most traumatic types of economic activity in terms of work-related injuries [1–4].

To illustrate this statement, the table below shows data on the frequency of work-related injuries to other types of economic activity at enterprises of the Republic of Belarus.

The numbers of work-related injuries among agricultural workers, as provided by the Ministry of Labor and Social Protection, cause serious concerns. In 2018, 428 people were affected, the ratio of their number is 20.2 %, in 2019, respectively, 443 people and 21.7 %. Of these, there were

26 fatalities in 2018, the ratio of 18.1%, in 2019, respectively, 37 fatalities, with ratio of 26.2 % of their total number.

**The level of work-related injuries per 100 thousand insured
by type of economic activity**

Indicator	Occupational injury frequency rate			
	total		resulted in death	
Years	2018	2019	2018	2019
Republic of Belarus	53,7	51,8	3,7	3,6
Forestry and logging	181,6	203,3	36,3	28,2
Construction	201,6	197,3	19,3	16,4
Crop and livestock production, hunting and services in these areas	157,2	170,0	9,6	14,2
Water supply, waste collection, treatment and disposal, contamination control activities	76,9	93,5	8,9	9,0
Industry	88,5	89,2	4,1	4,1
Transportation, warehousing, postal and courier activities	73,3	70,2	7,7	6,7
Wholesale and retail trade, repair of motor vehicles and motorcycles	57,4	47,5	3,5	3,1
Supply of electricity, gas, steam, hot water and conditioned air	53,1	40,7	7,6	2,2
Health care and social services	19,4	22,0	–	0,7
Education	12,2	16,2	0,5	0,5

As of 2019, the breakdown of the most risky (injury and death) were professions: a tractor driver – 92 injuries, of which 8 people died; a live-stock breeder - 86 injuries, including 10 death; a milking machine operator – 67 injuries and no death, a field worker – 21 injuries, including 3 death.

The analysis of the work-related injuries shows that the main causes of accidents in the agricultural industry are:

- violation of labor safety rules, the requirements of regulatory legal acts, technical regulatory acts, local safety of labor regulations;
- personal negligence;
- failure of management and specialists to enforce labor safety rules and processes;
- victims performing work without proper training and testing of knowledge on labor safety;
- violation of safety protocols when operating vehicles, machines, mechanisms, equipment, tools;

– operation of faulty machinery, mechanisms, equipment, tools, rigs, vehicles;

- failure to provide workers with proper personal protective equipment;
- violation of the technological processes.

The breakdown of the causes of industrial injuries indicates that in 2019, compared to 2018, they did not change significantly. The main causes are still violations of the labor safety rules by the victims, not following the requirements of regulatory legal and technical acts, local regulations on labor safety, non-compliance of management and specialists.

Conclusion. Ensuring safe methods of performing work duties is a daily important work. It is possible to bring labor safety to a new quality level only if company leaders, management, other officials, employees have a deep inner conviction that this is an important element of the work culture, which will surely bring dividends.

REFEREMCES

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. Кудрявцев, А. Н. Анализ травматизма на производстве в Республике Беларусь / А. Н. Кудрявцев, В. Н. Босак // Вестник БГСХА. – 2020. – № 3. – С. 188–193.

3. Министерство труда и социальной защиты Республики Беларусь. Травматизм 2019. Итоги. Режим доступа: <https://otb.by/news/4377-travmatizm-v-belarus-2019>. – Дата доступа: 22.04.2020.

4. Травматизм на производстве: состояние и мероприятия по снижению / А. Н. Кудрявцев, В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, И. Е. Жабровский // Основные направления кардинального роста эффективности АПК в условиях цифровизации. – Казань: ООО ПК «Астор и Я», 2019. – С. 344–348.

Аннотация. Исследованы условия труда работников сельскохозяйственного производства, выявлены причины травматизма, указаны направления по уменьшению производственного травматизма и улучшению условий труда на предприятиях АПК Акцент делается на внедрение новых форм и методов работы по предупреждению производственного травматизма и заболеваний.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, условия труда, безопасность труда, производственный травматизм, трудовая и производственная дисциплина, улучшение условий труда.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ СНЯТИЯ УТОМЛЕНИЯ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ОТ ЗАСЫПАНИЯ ЗА РУЛЕМ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

В. Н. ДАШКОВ, д-р техн. наук, профессор

Л. В. МИСУН, д-р техн. наук, профессор

А. П. РУДКОВСКАЯ, студентка

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

Введение. Обеспечение безопасности и эффективности дорожного движения – важнейшая задача современности. Как показывают данные исследований, основной причиной дорожно-транспортных происшествий (ДТП) являются недостаточное оснащение транспортных средств техническими средствами защиты, а человеческий фактор. Объяснением этому служат ошибки самого водителя, который чего-то не учел, не предусмотрел или преднамеренно нарушил правила безопасности [1–3].

Опасное действие водителя, например, транспортного средства сельскохозяйственного назначения (ТССХН), может быть следствием как одной причины, так и группы причин, которые сводятся к четырем группам: «не умеет», «не хочет», «не может», «не способен». Первые три группы причин обусловлены индивидуальными и личностными качествами водителя. Особый интерес, на наш взгляд, представляет четвертая группа причин – «не обеспечен», это когда водитель не исполняет предписанное действие из-за необеспеченности его приборами, информацией, а также необходимыми устройствами для повышения работоспособности и внимательности за рулем транспортного средства.

Основная часть. Для повышения работоспособности и внимательности за рулем оператора транспортного средства сельскохозяйственного назначения в период повышенной нагрузки предлагается устройство, которое содержит две диафрагмы со сквозными отверстиями; сменные линзы (прозрачные и затемненные) соответствующих диоптрий; дужки с заушинами и средство крепления диафрагм, выполненное в виде одной детали, представляющей собой узкую полосу упругого материала П-образной формы (рис. 1). Диафрагмы со сквозными отверстиями, а также линзы соответствующих диоптрий, закрепляются на средстве крепления с помощью двух скоб и гаек, что позволяет

диафрагмам и линзам взаимно перемещаться вдоль средней части полюсы П-образной формы.

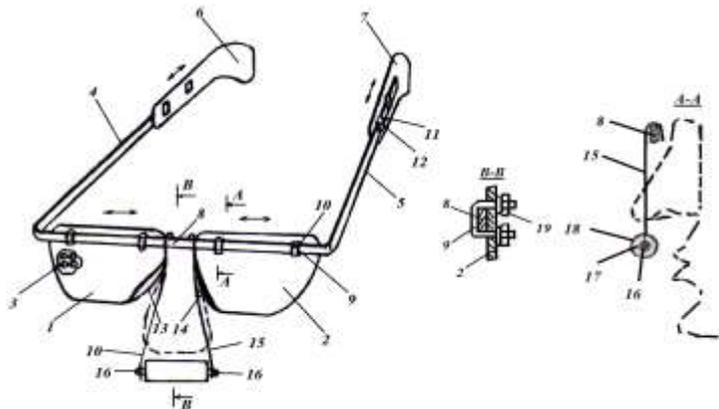


Рис. 1. Устройство для повышения работоспособности и внимательности за рулем оператора транспортного средства сельскохозяйственного назначения:

- 1, 2 – диафрагмы; 3 – сквозные отверстия; 4, 5 – дужки;
 6, 7 – заушины; 8 – средство для крепления диафрагм;
 9 – скоба; 10, 15 – проволока; 11 – прорезь; 12 – выдавка;
 13, 14 – носовые упоры; 16 – кронштейн;
 17 – цилиндрическая трубка; 18 – клейкая лента; 19 – гайка

Заушины выполнены в виде отдельных элементов, снабженных прорезями с выдавками, посредством которых они могут крепиться на концах дужек с возможностью перемещения вдоль них. Носовые упоры из пластмассы закреплены на расположенных ближе к оси симметрии универсального устройства нижней части диафрагм с линзами. К средству крепления в ее центральной части крепятся проволоки с загибами их верхних концов, прилегающих к расположенным ближе к оси симметрии универсальных очков верхней части диафрагм с линзами. К нижним концам проволок прикреплена полая цилиндрическая трубка из упругого синтетического материала, заполненная раствором душицы или эфирных масел хвои. В стенках этой трубки имеются сквозные отверстия, покрытые слоем наполнителя из пористого материала, поверх которых нанесена клейкая лента, препятствующая неконтролируемому испарению раствора душицы или эфирных масел хвои. Размеры трубки выбирают из условия комфортного размещения наполнителя под носом оператора транспортного средства сельскохозяйственного назначения.

зайственного назначения. Использование клейкой ленты позволяет открывать часть или все сквозные отверстия трубки с возможностью дозирования поступления паров раствора душицы или эфирных масел хвой к носу оператора.

Заключение. Предлагаемое устройство рекомендуется для использования оператором транспортного средства сельскохозяйственного назначения в качестве очков-тренажеров для коррекции зрения. При этом пользователь индивидуально производит перемещение диафрагм или линз с целью регулировки расстояния между носовыми упорами, межцентрового расстояния, а также регулировку длины дужек за счет перемещения заушин. Такие регулировки позволяют использование этого устройства операторами разного возраста и комплекции. Регулярное применение диафрагм со сквозными отверстиями по 30–40 минут в день позволяет снимать излишнее напряжение глазных мышц. После тренировки глаз с помощью диафрагм со сквозными отверстиями вместо их с помощью скоб и гаек устанавливаются сменные линзы (прозрачные или затемненные) соответствующих диоптрий. Поступающий с возможностью дозирования к носу оператора раствор душицы (или эфирных масел хвой), способствует повышению его работоспособности путем снятия состояния его утомления, а также предупреждения от засыпания за рулем транспортного средства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мероприятия по улучшению состояния охраны труда в организациях АПК: рекомендации / А. С. Алексеенко [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – 40 с.
2. Мисун, Л. В. Профессиональная успешность и безопасность операторов мобильной сельскохозяйственной техники: психофизиологический отбор и прогнозирование / Л. В. Мисун, А. Н. Гурина. – Минск: БГАТУ, 2013. – 184 с.
3. Охрана труда: курс лекций / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.

Аннотация. Предлагается устройство, позволяющее повысить работоспособность и внимательность за рулем водителя транспортного средства и уменьшить вероятность риска дорожно-транспортного происшествия.

Ключевые слова: транспортное средство, водитель, техническое решение, работоспособность, безопасность.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

К. С. ДОСАЛИЕВ¹, PhD д-р

К. Т. ЖАНТАСОВ¹, д-р техн. наук, профессор

В. Н. БОСАК², д-р с.-х. наук, профессор

¹Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,
Шымкент, Республика Казахстан

²УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Интенсивное развитие различных отраслей промышленности в Республике Казахстан обусловило накопление техногенных отходов, утилизация которых должна быть основана не только на соблюдении экологических критериев, но и быть экономически целесообразной. Одним из перспективных направлений использования техногенных отходов является их применение при строительстве автомобильных дорог [1–11].

Основная часть. В ходе исследований был проведен отбор и оценка проб внутренних вскрышных пород, образовавшихся при добыче бурых углей Ленгерского месторождения, отвального отмытого фосфогипса ТФ ТОО «Казфосфат» (Завод минеральных удобрений) и электротермофосфорного шлака (Ново-Джамбульский фосфорный завод).

Анализ химического состава техногенных отходов производства показал, что они могут быть использованы в качестве компонентов для производства дорожной одежды коробчатого типа (таблица).

**Основной химический состав
техногенных отходов производства**

Материал	Среднее содержание, масс. %					
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃
Щебень	56,5	15,8	9,8	14,0	4,8	–
Шлак	40,6	3,9	0,4	41,6	2,9	–
Фосфогипс	–	0,1	–	54,5	31,8	54,5
Вскрышные породы	21,7	13,5	9,3	1,8	1,8	–

Разработанная с применением техногенных отходов дорожная одежда коробчатого типа содержит днище и боковые стенки коробки,

выполненные из тонкослойного тощего бетона, в состав которого вводится 10–20 масс. % размолотого фосфорного шлака.

На днище укладываются два грунтовых слоя – из суглинки или супеси в смеси с вскрышными породами, отвальным фосфогипсом и песком. В рекомендуемый состав тощего бетона на 100 кг смеси входит: 11 кг цемента, 15 кг измельченного электротермофосфорного шлака, 66 кг щебня, 8 кг воды.

Полученная смесь тщательно перемешивается и закладывается в опалубки боковых стенок дорожной одежды.

Расчетами установлено, что общий эколого-экономический эффект от предлагаемой технологии укладки подстилающего слоя и дорожно-покрытия автомобильной трассы, в сравнении с существующей, был выше на 8–10 % при расходе 3 т шихтовой смеси на 1 погонный метр проезжей части (толщина покрытия – 15 см).

Общая стоимость 1 км автомобильной дороги III технической категории в условиях Республики Казахстан при применении классического материала ЦМА-20 щебеночно-мастичного асфальтобетона природного назначения толщиной 4 см составит 122,73 тыс. долл.

Стоимость разработанного материала ЖД-70 с использованием электротермофосфорного шлака, цемента и воды толщиной 15 см для строительства 1 км автомобильной дороги III технической категории составит 90,28 тыс. долл.; сооружение земляного полотна с использованием техногенных отходов – 22,06 тыс. долл., что обеспечит общую экономию при строительстве 1 км дороги III технической категории в условиях Республики Казахстан 10,39 тыс. долл.

Использование техногенных отходов для строительства дорожной одежды не превысит ПДК по основным видам вредных веществ, действующие в настоящее время в Республике Казахстан.

Заключение. В результате исследований установлено, что электротермофосфорный шлак гранулированный, отвальный фосфогипс из шламохранилища и вскрышные породы угледобычи, которые являются техногенными отходами, могут быть использованы в качестве компонентов для дорожной одежды коробчатого типа.

Применение данных техногенных отходов в дорожном строительстве обосновано как технологическими показателями, так и экономическими критериями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Досалиев, К. С. Перспективы применения техногенных отходов / К. С. Досалиев, К. Т. Жантасов, В. Н. Босак // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2018. – Вып. 3. – С. 6–9.
2. Использование техногенных отходов для дорожной одежды коробчатого типа / К. Т. Жантасов, О. Б. Дормешкин, В. Н. Босак, К. С. Досалиев // Труды БГТУ. Химические технологии, биотехнология, геоэкология. – 2017. – № 2. – С. 170–175.
3. Исследование возможности применения отходов различных производств в тощих бетонах дорожной одежды / К. С. Досалиев, Б. А. Исмаилов, Т. Т. Заурбеков, В. Н. Босак, С. Б. Жуматаева // Вестник КазНИТУ. – 2019. – № 2. – С. 128–131.
4. Исследования вопросов по улучшению эксплуатации автомобильных дорог для безопасности и жизнедеятельности / К. Т. Жантасов [и др.] // Вестник Евразийского национального университета им. Л. Н. Гумилева. – 2017. – № 6. – С. 141–147.
5. Материалы дорожной одежды коробчатого типа / К. С. Досалиев [и др.] // Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан. – 2017. – № 4. – С. 40–47.
6. Мероприятия по улучшению состава дорожной насыпи для безопасности и жизнедеятельности в эксплуатации / К. Т. Жантасов [и др.] // Вестник Евразийского национального университета им. Л. Н. Гумилева. – 2016. – № 2. – С. 187–190.
7. Перспективы и оценка использования техногенных отходов фосфорного производства / К. С. Досалиев, К. С. Байболов, К. Т. Жантасов, В. Н. Босак // Вестник БГСХА. – 2018. – № 2. – С. 205–208.
8. Причины, снижающие устойчивость земляного полотна автомобильной дороги / К. Т. Жантасов [и др.] // Вестник Евразийского национального университета им. Л. Н. Гумилева. – 2016. – № 2. – С. 191–194.
9. Materials of box-type pavement / K. T. Zhantassov, K. S. Dosaliyev, V. N. Bosak et.al // News of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. – 2017. – Nr. 5. – P. 238–243.
10. Research to improve safety and vital functions in the operation of highways / K. T. Zhantassov, K. S. Dosaliyev, K. S. Baibolov, V. N. Bosak // Industrial technologies and engineering. – Shymkent: M. Auezov South Kazakhstan State University, 2018. – S. 65–69.
11. Zhantassov, K. T. Investigation of the physicochemical properties of the components of the burden for box-type road clothes / K. T. Zhantassov, K. S. Dosaliyev, V. N. Bosak // Industrial technologies and engineering. – Shymkent: M. Auezov South Kazakhstan State University, 2017. – S. 32–38.

Аннотация. Одним из перспективных направлений использования техногенных отходов фосфорного производства и угледобычи является их применение при строительстве автомобильных дорог.

В результате исследований установлено, что различные виды техногенных отходов (электротермофосфорный шлак, отвальный фосфогипс, внутренние вскрышные породы угледобычи) могут быть использованы в качестве компонентов для дорожной одежды коробчатого типа.

Ключевые слова: техногенные отходы, электротермофосфорный шлак, отвальный фосфогипс, внутренние вскрышные породы угледобычи, дорожная одежда

АСБЕСТ И АСБЕСТОВЫЕ ИЗДЕЛИЯ: ХАРАКТЕРИСТИКА, БЕЗОПАСНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Т. Т. ЗАУРБЕКОВ¹, докторант

К. С. ДОСАЛИЕВ¹, PhD д-р

В. Н. БОСАК², д-р с.-х. наук, профессор

¹Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,
Шымкент, Республика Казахстан;

²УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Асбест (греч. ἄσβεστος – неразрушимый) – это ряд тонковолокнистых минералов из класса силикатов, образующих агрегаты, которые состоят из тончайших гибких волокон. По химическому составу эти минералы принадлежат к классу водных силикатов магния, железа, кальция и натрия. По минералогическим признакам и особенностям кристаллической структуры подразделяются на амфиболоасбест и хризотил-асбест [1, 7, 8, 10, 11].

Крупнейшие месторождения асбеста расположены в Канаде, ЮАР, России и Казахстане. Достаточно крупные месторождения асбеста имеются также в Китае, США, Зимбабве, Италии, Франции, Японии, Австралии и некоторых других странах.

Основная часть. Асбестовые волокна уникальны тем, что изделия из них не меняют своих качеств при воздействии высоких температур (не горят). Они устойчивы также к воздействию щелочей и кислот, а сами химически нейтральны. Асбестовые волокна обладают низкой тепло-, электро- и звукопроводностью [7, 8].

Длинноволокнистые разновидности асбеста (так называемые текстильные сорта) идут на изготовление огнеупорных тканей для работы в горячих цехах, из них делают паровые набивки и прокладки, детали для электротехники. Используются они и в пожарном деле: спецкостюмы, рукавицы, канаты, веревочные лестницы и так далее.

Коротко- и средноволокнистые разновидности входят в асбестовый цемент, краски, войлок, термоизоляционные и опять-таки противопожарные материалы, кровельный шифер, толь. Кроме того, асбест используют в качестве фильтров в химической промышленности, для изготовления специальных труб для водо-, газо- и нефтепроводов, а также изделий, предназначенных для агрессивных сред.

Из-за негативного воздействия на человека (асбестовая пыль относится к 1-й группе канцерогенных веществ), производство и применение

нием асбестовых изделий во многих странах ограничено. При этом серпентиновая группа асбестовых минералов (хризотил-асбест) оказывает меньшее отрицательное воздействие на здоровье человека в сравнении с амфиболовой группой, добыча минералов которой во многих странах запрещена [1–9].

На международном уровне Международным бюро труда разработана «Сводка правил по охране труда при использовании асбеста» (1984 г.) принята конвенция Международной организации труда (МОТ) № 162 «Об охране труда при использовании асбеста» (1986 г.), «Рекомендация 1986 года об асбесте (№ 172, МОТ), а также Резолюция МОТ по асбесту (2006 г.) [7].

Министерство здравоохранения Республики Беларусь разрешает использование асбеста только для производства шифера, плит для наружной отделки, водопроводных и канализационных труб большого диаметра. Применение асбесто содержащих материалов в Беларуси в жилищном строительстве, детских и лечебных учреждениях. Не рекомендуется использование асбеста в бытовых целях.

В Республике Казахстан добыча хризотил-асбеста производят в Костанайской области, месторождение Джетыгара АО «Костанайские минералы». Предприятие отгружает не менее 400 тысяч т асбеста в год и является градообразующим предприятием г. Житикары. На производстве выпускаются различные строительные смеси с использованием хризотил-асбеста, а также добавки для дорожного строительства. В настоящее время основными потребителями хризотил-асбеста Житикаринского месторождения в Республике Казахстан являются Карагандинский завод асбестоцементных изделий, Семипалатинский и Шымкентский шиферные заводы [7].

Карагандинский завод асбестоцементных изделий выпускает волнистый шифер СВ-40-1750, плоский шифер, асбестоцементные трубы, железобетонные плиты, шлакоблочные изделия, а также облицовочные кирпичи. Выпускаемая продукция поставляется как в регионы Республики Казахстан, так и в соседние Узбекистан и Таджикистан.

Заключение. Асбест используется в изготовлении почти трех тысяч видов различных промышленных изделий. Из-за негативного влияния на здоровье человека производство и потребление асбестовых изделий во многих странах запрещено или ограничено, в том числе в Республике Беларусь и Республике Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность и здоровье при производстве асбеста и других волокнистых материалов. – Асбест: Асбестовая ассоциация, 2003. – 176 с.
2. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека: учебник / В. Н. Босак, З. С. Ковалевич. – Минск: Вышэйшая школа, 2016. – 335 с.
3. Ермак, И. Т. Об опасности работы с асбестом / И. Т. Ермак // Труды БГТУ. Серия: Химия и технология неорганических веществ. – 2007. – № 15. – С. 147–148.
4. Ковалевский, Е. В. Нормативно-методическое обеспечение безопасного контролируемого использования хризотил-асбеста в России / Е. В. Ковалевский, С. В. Кашанский // Медицина труда и промышленная экология. – 2011. – № 5. – С. 4–48.
5. Нейман, С. М. О безопасности асбестоцементных материалов и изделий / С. М. Нейман, А. И. Везенцев, С. В. Кашанский. – Москва: Стройматериалы, 2006. – 63 с.
6. Оценка индуцированного мутагенеза у рабочих хризотил-асбестового производства / Г. С. Жумабекова, А. У. Аманбекова, Л. К. Ибраева, Г. Н. Ажиметова // Медицина труда и промышленная экология. – 2014. – № 8. – С. 18–22.
7. Проблемы и перспективы производства асбестовых изделий / К. С. Досалиев, В. Н. Босак, Ж. Алтыбаев, Т. Т. Заурбеков // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2020. – Вып. 5. – С. 74–77.
8. Сперанская, О. Асбест: реальность, проблемы, рекомендации / О. Сперанская, О. Цыгулева, Л. Астанина. – Астана-Москва-Киев, 2008. – 55 с.
9. Условия труда и оценка профессионального риска работников асбестоперерабатывающих организаций Республики Беларусь / Г. Е. Косяченко, Е. А. Иванович, Г. И. Тишкевич, А. В. Гиндюк, Е. Николаева // Медицина труда и экология человека. – 2017. – № 3. – С. 14–18.
10. Environmental pollution in the production of fiber-cement products / Т. Т. Zaurbekov, K. S. Zhaliev, V. N. Bosak, M. K. Zhantsov, Zh. M. Altybaev, B. A. Ismailov, D. M. Zhantsova // Вестник Казахского национального технического университета им. К.И. Саптаева. – 2020. – № 2. – С. 61–64.
11. Method for determining the concentration of dust in the production room of fiber-cement products / Т. Т. Zaurbekov, K. S. Dosaliev, V. N. Bosak, M. K. Zhantsov, Zh. M. Altybaev, B. A. Ismailov, D. M. Zhantsova // Вестник Казахского национального технического университета им. К.И. Саптаева. – 2020. – № 2. – С. 498–501.

Аннотация. Асбест в мировой экономике используется для производства около трех тысяч различных промышленных изделий, в том числе в Республике Беларусь и Республике Казахстан.

Из-за негативного воздействия на организм человека при производстве и применении асбестовых изделий необходимо строго соблюдать международные и национальные требования охраны труда при работе с асбестом.

Ключевые слова: асбест, асбестовые изделия, вредные производственные факторы, охрана труда.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА НА ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

О. В. МАЛАШЕВСКАЯ, ст. преподаватель
В. А. РОМАНЕНКОВ, студент
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Наибольшую опасность на элеваторах представляет зерновая пыль, выделяемая в больших количествах при очистке, транспортировании, загрузке и выгрузке зерна. Опасность на элеваторах возникает как при перемещении зерна, отрубей, компонентов комбикормов, мучки, лузги, зерновой пыли и других отходов, так и при хранении их в складах, закромах, бункерах и пыльных камерах. 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, транспортные ленты и т. п. [1, 2, 5].

Объекты, технологическое оборудование и территория организаций по хранению и переработке зерна должны соответствовать требованиям технических нормативных правовых актов системы противопожарного нормирования и стандартизации.

Основная часть. На зерноперерабатывающих предприятиях должны соблюдаться Правила по охране труда при хранении и переработке зерна, утвержденные постановлением Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 30 августа 2006 г. № 55 [2, 3]. Правила по охране труда при хранении и переработке зерна устанавливают требования в области охраны труда, направленные на предупреждение производственного травматизма и профессиональных заболеваний. В организации, помимо настоящих Правил, также должны выполняться требования законодательных и иных нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов Республики Беларусь по охране труда.

Производственные и вспомогательные помещения предприятия оборудуют современными системами вентиляции, кондиционирования и отопления в соответствии со строительными нормами Республики с действующими ТНПА.

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 и правил взрывобезопасности для опасных производственных объектов Департамента по хлебопродуктам. Для обеспечения пожаровзрывобезопасности в процессе эксплуатации необходимо проводить плановые осмотры и проверки соответствия вентиляционных систем требованиям ГОСТ 12.4.021 в соответствии с утвержденным графиком.

Аспирационные системы на элеваторах должны обеспечивать предупреждение возникновения пылевых взрывов на производстве посредством удаления пыли из мест ее образования и устранения взрывоопасных концентраций. Данные установки представляют собой комплекс специального оборудования, объединенного в системе в целях создания разряжения внутри технологического оборудования и транспортирующих машин для предотвращения выделения пыли в производственные помещения, очистки зерна и сортирования воздушными потоками продуктов размола и шелушения, удаления избыточного тепла и влаги из оборудования; создания необходимых санитарно-гигиенических условий и предупреждения возникновения пожаров и взрывов пылевоздушных смесей [4].

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.

В целях профилактики производственного травматизма и профессиональных заболеваний, улучшения условий и охраны труда работников необходимо разработать планы мероприятий по охране труда в соответствии с Положением о планировании и разработке мероприятий по охране труда [2, 3].

Заключение. Эффективная и безопасная работа аспирационных установок во многом зависит от умелого и правильного ухода за ними. Работа аспирационных установок необходима, для того чтобы обеспечить пожаро- и взрывобезопасность элеватора, соблюсти установленные санитарные нормы чистоты воздуха для комфортных условий труда работников.

Работа с персоналом по охране труда на элеваторах является одним из основных направлений производственной деятельности, обеспечивающей безопасность 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.

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: Выш. шк., 2019. – 317 с.
3. Кодексы, законы и законодательные документы Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Приказ РБ № 350 от 29.09.2006 «О введении в действие Правил по охране труда при хранении и переработке зерна». – Режим доступа: <https://belzako №. №et/> Законодательство / Приказы /2006 /103672. – Дата доступа: 15.11.2020.
4. Локальные системы аспирации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://globalprod.by/ №ovosti/lokal №ye-sistemy-aspiracii>. – Дата доступа: 15.11.2020.
5. Пожарная безопасность в сельском хозяйстве: учебное пособие / В. Н. Босак [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 209 с.

Аннотация. Основной причиной травматизма на зерноперерабатывающих предприятиях является несоблюдение потерпевшими инструкций и правил по охране труда и недостаточный контроль со стороны руководителей и специалистов.

Соблюдение требований охраны труда при переработке зерна позволит снизить неблагоприятное воздействие вредных производственных факторов на работающих, минимизировать случаи травматизма и пожаров.

Ключевые слова: охрана труда, запыленность, переработка зерна, аспирационные системы.

ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ ДВУХСЛОЙНОЙ КОНСТРУКЦИИ ИЗ СТЕКЛА КАБИНЫ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Ал-р Л. МИСУН, магистр техн. наук
И. Н. МИСУН, инженер

А. Г. КУЗНЕЦОВ, магистр техн. наук

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

Введение. Производственный шум относится к вредным производственным факторам, которые могут оказать неблагоприятное воздействие на человека [2, 5, 6, 7].

При работе мобильной сельскохозяйственной техники (МСХТ) их адаптеры излучают шум высоких уровней, для защиты от которого в кабине МСХТ может использоваться двухслойное ее остекление [3]. Через нижнюю и верхнюю упорные рамы проходят туго натянутые струны, на которых жестко закреплены жалюзи, выполненные в виде желобов, поверхности которых перфорированы перпендикулярными их плоскостям сквозными отверстиями. В углублениях (лотках) желобов размещен слой синтетического волокна, например, полихлорвинилового (ПВХ). Внешние и внутренние стекла соединены между собой герметичной мастикой. Жалюзи размещены с возможностью пересечения мысленно проведенных линий, соединяющих верхние кромки желобов, с точкой расположения глаз оператора МСХТ. Это необходимо для сохранения максимальной просматриваемой площади за кабиной МСХТ. Перфорационные отверстия, занимающие от 20 до 30 % площади дна каждого желоба, содержат упругие цилиндрические вставки из пористой резины, позволяющие поглощать широкий спектр шумовых частот.

Основная часть. Для определения способности стеклянных пластин препятствовать проникновению шума рассчитывается показатель «критическая частота волн» ($f_{кр}$) [1]:

$$f_{кр} = \frac{C^2}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{m}{B}} = \frac{C^2}{1,8 \cdot C_n \cdot h}, \quad (1)$$

где C – скорость звука в воздухе, м/с;

B – изгибная жесткость пластины;

$C_{\text{п}}$ – скорость распространения звуковых волн в пластине, м/с;

h – толщина пластины, м.

С учетом того, что с увеличением толщины остекления кабины $f_{\text{кр}}$ уменьшается, достигая при серийном остеклении ($h = 2$ мм) значения больше 1 кГц, а также, что структурный шум наиболее ощутим на докритических частотах, коэффициент излучения ($K_{\text{и}}$) закрепленной по контуру пластиной из стекла, на этих частотах рассчитывается по формуле [8]:

$$K_{\text{и}} = \frac{U \cdot C}{\pi^2 \cdot S \cdot f_{\text{кр}}} \cdot \sqrt{\frac{f}{f_{\text{кр}}}}, \quad (2)$$

где U – периметр стеклянной пластины, м;

S – излучающая поверхность, м²;

f – текущая частота, Гц.

Звукоизолирующий эффект воздушного зазора между стенками перегородки проявляется в основном на средних и высоких частотах. На низких частотах звукоизоляция двойной перегородки может быть ниже одинарной, поскольку на них наблюдается ряд резонансов, в том числе и перегородки, в целом представляющей собой систему двух масс m_1 и m_2 , соединенных упругостью воздушного объема между стенками. Собственная частота (f_o) такой звукоизоляционной системы с двойной перегородкой определяется из следующего выражения [1]:

$$f_o = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{U(m_1 + m_2)}{m_1 \cdot m_2}}, \quad (3)$$

где m_1 и m_2 – масса стекол перегородки, кг.

Среднее значение показателя звукоизоляции ($R_{\text{ср.}}$) двойной стенки с воздушной прослойкой для частот от 100 до 3000 Гц находится из выражения [10]:

$$R_{\text{ср.}} = 13,5(m_1 + m_2) + 13 + \Delta_{\text{пр.}}, \quad (4)$$

где $\Delta_{\text{пр.}}$ – звукоизоляция воздушного промежутка, дБ.

Для определения значений граничных частот ($f_{\text{ч}}$) для двухслойной конструкции из стекла используются данные таблицы.

**Значения граничных частот для двухслойной
конструкции из стекла в зависимости от толщины
воздушной прослойки и толщины стекла [5]**

Номер граничной частоты	Толщина стека- ла, мм	Толщина воздушной прослойки, мм									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
f_{ν_1}	8	3825	2732	2250	1912	1739	1530	1416	1366	1274	1195
	6	3145	2224	1816	1573	1406	1284	1189	1112	1048	994
	4	2780	1923	1571	1360	1216	1110	1028	962	907	860
f_{ν_2}	4; 6; 8	8500	4257	2533	2125	1700	1417	1214	1063	944	850

Анализ приведенных в таблице данных показывает, что граничные частоты f_{ν_1} (от 800–4000 Гц) не пересекаются и лежат одна на другой. Звукоизоляция двухслойной конструкции ($R_{1;2}$) для частот выше второй граничной частоты f_{ν_2} мало зависит от расстояния между пластинами [10]:

$$R_{1;2} = \Phi_R (R_1 + R_2), \quad (5)$$

где R_1 и R_2 – звукоизоляция соответственно первой и второй стеклянной пластины;

Φ_R – численный коэффициент, который рассчитывается следующим образом [10]:

$$\Phi_R = 0,8 \left(0,1 \cdot \frac{f}{f_{\nu_2}} \right),$$

$$\Phi_R = 0,9 \text{ при } \frac{f}{f_{\nu_2}} \geq 10.$$

Звукоизоляция стеклопакетов при размещении в промежутке звукоизолирующего материала возрастает на 20–25 дБ в области высоких частот, а в интервале частот 160–1600 Гц достигает 10 дБ [4]. При это площадь звукопоглощаемого материала составляет 0,22–0,24 м².

Заключение. Предлагаемое техническое решение для повышения звукоизоляционных свойств кабины способствует поддержанию безвредных условий труда на рабочем месте оператора МСХТ,

увеличению звукоизоляции кабины, например, на частотах 200 Гц и более – до 20 дБ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боголепов, И. И. Промышленная звукоизоляция / И. И. Боголепов. – Ленинград: Судостроение, 1986. – С. 368.
2. Исследование производственного шума: методические указания / А. Е. Кондраль [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – 22 с.
3. Кабина транспортного средства: патент № 16250 Республики Беларусь на изобретение/ Л. В. Мисун, А. Л. Мисун, А. В. Агейчик, В. А. Агейчик; заявл. 09.04.2010; опубл. 30.08.2012 // Афіц. бюл. / Нац. цэнтр. інтэл. уласн. – 2012. – № 4. – С. 90.
4. Кабина транспортного средства: патент № 2043234 Российской Федерации / М. М. Юрков, В. В. Шкрабак, Р. В. Шкрабак // Бюл. № 25, опубл. 10.09.95.
5. Организационно-технические мероприятия для повышения безопасности и улучшения условий труда операторов мобильной сельскохозяйственной техники / Л. В. Мисун [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2012. – 192 с.
6. Охрана труда: курс лекций / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
7. Разработка мероприятий по охране труда при постановке на хранение сельскохозяйственных машин, агрегатов и оборудования: рекомендации / А. С. Алексеевко, В. Н. Босак, В. В. Талашов, М. В. Цайц. – Горки: БГСХА, 2018. – 24 с.
8. Справочник по судовой акустике / под ред. И. П. Клюкина и И. И. Боголепова. – Ленинград: Судостроение, 1978. – С. 503.
9. Средства защиты в машиностроении. Расчет и проектирование: справочник / под ред. С. В. Белова. – Москва: Машиностроение, 1989. – С. 368.
10. Терентьев, А. С. Снижение шума колесных тракторов глушителями / А. С. Терентьев. – Ленинград: ЭКБСОН, 1991. – 17 с.

Аннотация. Предложено техническое решение и проанализированы основные показатели, влияющие на процесс звукоизоляции кабины мобильной сельскохозяйственной техники.

В результате исследований установлено, что предложенное техническое решение способствует поддержанию безопасных условий труда на рабочем месте.

Ключевые слова: кабина мобильной сельскохозяйственной техники, оператор, шум, звукоизоляция.

ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ПОЖАРОТУШЕНИЯ ПРИ ВОЗГОРАНИИ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Л. В. МИСУН¹, д-р техн. наук, профессор

В. Л. МИСУН¹, инженер

О. Г. АГЕЙЧИК², магистр мед. наук

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
Минск, Республика Беларусь;

²УО «Белорусский государственный медицинский университет»,
Минск, Республика Беларусь

Введение. Возгорание кормоуборочных комбайнов является следствием халатного отношения к качеству технического обслуживания, в том числе ежесменного, формального соблюдения комбайнерами требований пожарной безопасности, недостаточного контроля со стороны руководителей сельскохозяйственных предприятий их выполнения. В случае возгорания комбайна необходима эффективная система пожаротушения, позволяющая обеспечивать как безопасность комбайнера, так и минимизировать повреждения технического средства [1, 2, 4].

Основная часть. Пожарная безопасность мобильной сельскохозяйственной техники (МСХТ), в том числе, и кормоуборочных комбайнов зависит от их конструктивного исполнения. В аварийных ситуациях необходимыми оказываются и средства пожаротушения. В настоящее время наблюдается тенденция по обеспечению наиболее опасных мест МСХТ автоматическими установками пожаротушения. В этой связи нами предлагается устройство пожаротушения кормоуборочного комбайна, включающее автономную систему охлаждения двигателя, пусковой клапан и оросители (рисунок). Каждый ороситель выполнен в виде пневматического распылителя с установленной на него пирозарядной капсулой.

Предлагаемое устройство содержит как минимум один пневматический распылитель с пирозарядной капсулой, гидравлически связанный через электромагнитный клапан с емкостями для хранения антипирена и пенообразователя. Состав антипирена [3] соответствует требованиям защиты зданий и сооружений по пожарной безопасности [5].

Для приготовления антипирена необходим гидрофосфат аммония в количестве 36,3–39,7 мас. %, фосфорная кислота в количестве 20,6–48,4 мас. % и карбамид в количестве 15,3–39,7 мас.%. В эту смесь добавляют никелевый катализатор – 0,2–0,5 % от общей массы сухих

веществ. Смесь перемешивают и нагревают до температуры 120–125 °С, выдерживают 15–25 минут, а затем охлаждают и разбавляют водой до шестидесятипроцентной концентрации (растворимость антипирена сухого вещества составляет от 40 до 150 г на 100 г воды) [6].

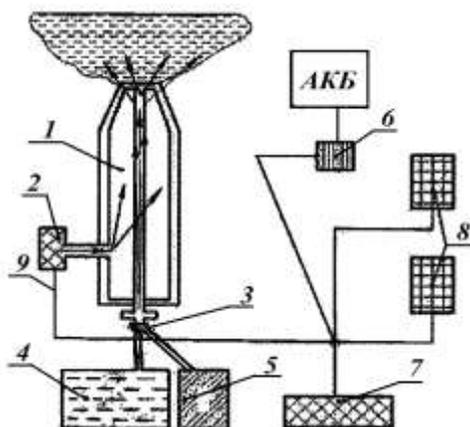


Рис. 1. Устройство пожаротушения для кормоуборочного комбайна:
 1 – пневматический распылитель; 2 – пирозарядная капсула;
 3 – электромагнитный клапан; 4 – емкость для хранения антипирена;
 5 – пенообразователь; 6 – автоматический предохранитель;
 7 – автономный извещатель; 8 – датчик дыма и пламени;
 9 – основная электрическая цепь кормоуборочного комбайна

Пирозарядная капсула имеет электрический контакт с автоматическим предохранителем, автономным извещателем, датчиками дыма и пламени, электромагнитным клапаном и с электрической цепью кормоуборочного комбайна. При срабатывании датчиков дыма и пламени, реагирующих на возникающий очаг возгорания, подается импульс на автономный извещатель, автоматический предохранитель, пирозарядную капсулу и электромагнитный клапан. Автономный извещатель воспроизводит звуковой сигнал, который оповещает оператора кормоуборочного комбайна о возникшей угрозе для его безопасности. Автоматический предохранитель обесточивает электрическую цепь кормоуборочного комбайна, открывается электромагнитный клапан и срабатывает пирозарядная капсула, что приводит к выделению под давлением газа, который подается в пневматический распылитель, а затем – в кольцевой канал. Согласно закону Бернулли, в потоке газа создается

зона пониженного давления и происходит одновременное эжектирование по гидравлическим каналам антипирена и пенообразователя, происходит смешение газа и жидкости, образование смеси, которая расплывается в виде факела пенного аэрозоля на очаг возгорания.

Заключение. Предлагаемое техническое решение направлено на повышение эффективности системы пожаротушения кормоуборочного комбайна, позволяет в случае возгорания минимизировать повреждения его узлов за счет быстрого реагирования на возникающий очаг пожара, способствует поддержанию безопасности труда оператора кормоуборочного комбайна посредством установки автономного извещателя, реагирующего на задымление подкапотного пространства и наличия открытого огня.

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии: учеб. пособие / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, М. П. Акулич. – Минск: Выш. шк., 2019. – 317 с.
2. Декрет Президента Республики Беларусь № 7 от 23.11.2017 «О развитии предпринимательской деятельности» (п. 2.2 Общие требования пожарной безопасности к содержанию и эксплуатации капитальных строений (зданий, сооружений), изолированных помещений и иных объектов, принадлежащих субъектам хозяйствования).
3. Ожиганов, Ю. Г. Комбинированный состав повышенной эффективности со свойствами антипирена и антисептика / Ю. Г. Ожиганов, В. В. Мишин, А. В. Родькина // Лаки, краски, эмали, пигменты и герметики. – 2016. – № 3. – С. 17–22.
4. Пожарная безопасность в сельском хозяйстве: учеб. пособие / В. Н. Босак [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 209 с.
5. Специфические требования по обеспечению пожарной безопасности взрывопожарных и пожароопасных производств: постановление Совмина Республики Беларусь № 779 от 20.11.2019 г.
6. Способ получения антипирена: патент 2172242 Российской Федерации / А. А. Леонович, А. В. Шелоумов; заявл. 31.05.2000; опубл. 2001.

Аннотация. Рассматривается вариант технического решения по ликвидации возгорания мобильной сельскохозяйственной техники. Приведены технические характеристики устройства пожаротушения для кормоуборочного комбайна.

Ключевые слова: мобильная сельскохозяйственная техника, устройство пожаротушения, безопасность труда.

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ УБОРКИ ЗЕРНА

Т. В. МОЛОШ, канд. техн. наук, доцент

С. А. КОРЧИК, ст. преподаватель

С. И. БУСЕЛ, магистрант

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

Введение. Уборка урожая – наиболее ответственный период в сельскохозяйственном производстве, поскольку от организации проведения жатвы в значительной мере зависит эффективность хозяйствования предприятия, в то же время он является наиболее травмоопасным в сельскохозяйственном производстве. Это обусловлено максимальным напряжением и перенасыщенностью труда, что приводит к ошибочным действиям, пренебрежению безопасностью и отсутствием надлежащего контроля за выполнением работ со стороны инженерно-технического персонала. Поэтому на практике не единичными являются случаи, когда со стороны руководителей, специалистов и работников организаций АПК не обеспечивается соблюдение установленных технических и технологических регламентов при эксплуатации транспортных средств, машин, механизмов и оборудования. Кроме того, имеют место случаи невыполнения ими должностных обязанностей и требований инструкций по охране труда, трудовой и производственной дисциплины. В связи с этим необходимо проводить анализ состояния охраны труда при выполнении технологических процессов уборки зерна с целью снижения случаев производственного травматизма и улучшения условий труда, работающих [1–12].

Основная часть. В процессе выполнения уборки зерна возможно воздействие на работников следующих опасных и вредных производственных факторов: движущиеся уборочные комбайны, тракторы и автомобили; подвижные элементы механизмов; повышенная запыленность воздуха рабочей зоны; пониженная или повышенная влажность воздуха в рабочей зоне; повышенный уровень вибрации; повышенный уровень шума на рабочем месте; опасность поражения электрическим током при работе в охранных зонах воздушных линий электропередачи; повышенная температура воздуха; повышенная или пониженная подвижность воздуха в кабине; опасность падения с высоты.

Вследствие нарушения правил безопасности при эксплуатации машин и механизмов, а также инструкций по охране труда, ошибок обслуживающего персонала проявляются действия опасных факторов, приводящих к травмированию. Наиболее частые причины, при которых происходит травмирование, следующие: опрокидывание машин на неровных уклонах поля, дороги, поворотах, склонах более значения установленного в инструкции по эксплуатации, а также с дамб и мостов; придавливание работающих во время ремонта жатки, коробки передач, сборки и регулировки наклонной камеры, вариатора; захват одежды, обуви, частей тела человека неогражденными рабочими органами или их приводами (мотовило, подборщик, шнеки бункера или жатки при очистке от забивания); столкновение (наезд, контакт) с естественными и искусственными препятствиями (камни-валуны, столбы, провода электропередач); поражение грозovým разрядом или электротоком проводов линии электропередач; механическое воздействие подвижных частей машин, механизмов, неисправного инструмента; ожоги при пожарах; наезд машин на людей, расположившихся на отдых под машинами и в других неустановленных для отдыха местах, а также при устранении технических неисправностей (самовключение рабочих органов).

При уборке зерна в условиях затянувшейся ненастной погоды возникают сложности с выгрузкой зерна из бункера комбайна. Нарушение правил и инструкций по охране труда при устранении забиваний, поломок, проведении технического ухода, а также работа на неисправном зерноуборочном комбайне приводят к серьезному травмированию комбайнера или лиц, находящихся в зоне работы комбайна.

Несмотря на то, что в последнее время проектируется и внедряется большое количество машин для механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства, роль человека в транспортно-технологических процессах не снижается.

Человеку-оператору приходится управлять достаточно сложной мобильной техникой, контролируя при этом множество входных и выходных параметров, например, для оператора зерноуборочного комбайна к входным параметрам можно отнести состояние убираемой культуры (высоту и густоту стеблестоя, полеглость растений, влажность хлебной массы и др.), а к выходным – качество работы машины при соблюдении высокого уровня безопасности. Проводимыми различными исследованиями установлено, что безопасность и эффективность производственных процессов напрямую зависят от характери-

стик оператора (его квалификации, стажа работы, возраста, антропометрических характеристик, физического и психологического состояния и др.).

В частности, опыт и возраст операторов может влиять на процесс развития их утомления в процессе управления сельскохозяйственной техникой. Развитию утомления операторов мобильных машин способствуют многие факторы, среди которых можно выделить: неудовлетворительные тягово-сцепные свойства колесных движителей и состояние несущей поверхности, по которой движется машина; неблагоприятные условия видимости; плохая обзорность и организация рабочего места; повышенная (пониженная) температура воздуха, высокая влажность воздуха; шум и вибрация на рабочем месте, попадание в кабину пыли, паров горюче-смазочных материалов, обработавших газов и др.

Некоторые психофизиологические и личностные особенности оператора (например, повышенная эмоциональность, впечатлительность), а также большие нервные и физические перегрузки при выполнении технологического процесса также способствуют развитию утомления. Следует учитывать данные факторы при проведении профессионального отбора операторов зерноуборочных комбайнов.

Характеристики мобильных колесных машин сельскохозяйственного назначения оказывают значительное влияние как на безопасность, так и на эффективность протекания выполняемых ими транспортно-технологических процессов.

Выпускаемые отечественной промышленностью зерноуборочные комбайны обладают значительными технологическими возможностями. Однако повышенная травмоопасность комбайновой уборки и неудовлетворительные условия труда операторов современных комбайнов приводят к тому, что фактически показатели как производительности, так и качества работы довольно часто не соответствуют заложенным в комбайнах возможностям.

Одной из основных причин сложившейся ситуации является низкая приспособленность механизмов к выполнению регулировок. Многие операции по технологической настройке комбайнов (регулирование положения шнека жатки, угла наклона граблин мотовила, удлинителя верхнего решета и др.) весьма небезопасны, трудоемки, сложны, неудобны и труднодоступны.

Данное обстоятельство, наряду с недостаточной квалификацией комбайнеров и неудовлетворительным техническим состоянием комбайнов, приводит к неправильному и несвоевременному выполнению

технологических регулировок и обуславливает повышенный риск травмирования операторов при управлении технологическим процессом комбайна: не знание (не умение) правильного выполнения регулировок в конкретных условиях; ошибочные рекомендации специалиста; техническое состояние механизмов регулирования; низкая приспособленность механизмов к выполнению регулировок; не умение их выполнения.

Правильная подготовка техники к работе и систематическая проверка ее состояния позволяют не только качественно выполнять механизированные операции, но и повысить техническую готовность агрегатов, сократить сроки проведения полевых работ, уменьшить расход топлива, увеличить производительность труда механизаторов, снизить эксплуатационные расходы, поднять эффективность использования сельскохозяйственной техники в целом.

Заключение. В целях обеспечения здоровых и безопасных условий труда, профилактики травматизма работников, занятых на работах в растениеводстве, необходимо, чтобы производственные процессы соответствовали требованиям охраны труда, установленным в технической, технологической и другой нормативной документации.

Следует организовать производство уборочных работ в соответствии с требованиями, изложенными в действующих ТНПА. Улучшение условий труда и охраны труда при выполнении технологических процессов уборки зерна должно быть основано на системном подходе к решению проблем безопасности труда и управлению существующими рисками травмирования работников.

Требуется совершенствования работа по разработке организационно-технических мероприятий, направленных на повышение производственной безопасности при выполнении технологических процессов уборки зерна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеенко, А. С. Анализ 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. – № 4. – С. 115–118.
2. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека: учебник / В. Н. Босак, З. С. Ковалевич. – Минск: Выш. шк., 2016. – 335 с.
3. 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.

4. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии: учеб. пособие / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, М. П. Акулич. – Минск: Выш. шк., 2019. – 317 с.
5. Кудрявцев, А. Н. Анализ травматизма на производстве в Республике Беларусь / А. Н. Кудрявцев, В. Н. Босак // Вестник БГСХА. – 2020. – № 3. – С. 188–193.
6. Мероприятия по улучшению состояния охраны труда в организациях АПК: рекомендации / А. С. Алексеенко, В. Н. Босак, М. В. Цайц, В. В. Талашов. – Горки: БГСХА, 2019. – 40 с.
7. Охрана труда: курс лекций / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
8. Пожарная безопасность в сельском хозяйстве: учеб. пособие / В. Н. Босак [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 209 с.
9. Сечко, Л. К. Наиболее травмоопасные виды работ: регламентация безопасного проведения в Республике Беларусь и Российской Федерации / Л. К. Сечко // Охрана труда. – 2010. – № 2. – С. 39–47.
10. Сивкин, В. Н. Проблемы сохранения жизни и здоровья работников при эксплуатации, ремонте и сервисном обслуживании сельскохозяйственной техники / В. Н. Сивкин, Н. С. Студенкова // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве. – Минск, 2010. – Т. 2. – С. 277–282.
11. Травматизм на производстве: состояние и мероприятия по снижению / А. Н. Кудрявцев, В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, И. Е. Жабровский // Основные направления кардинального роста эффективности АПК в условиях цифровизации. – Казань: ООО ПК «Астор и Я», 2019. – С. 344–348.
12. Федорчук, А. И. Снижение производственного травматизма и профессиональной заболеваемости в АПК / А. И. Федорчук, В. Г. Андруш. – Минск: БГАТУ, 2012. – 241 с.

Аннотация. Проблемы охраны труда в растениеводстве связаны с особенностями производственных процессов по возделыванию сельскохозяйственных культур. Несмотря на проводимую работу по созданию безопасных условий труда работников, травматизм является неотъемлемой частью трудовой деятельности. Интерес представляет обеспечение безопасности труда при выполнении технологических процессов уборки зерна, которые являются одними из наиболее травмоопасных в сельскохозяйственном производстве. Рассмотрены вопросы создания здоровых и безопасных условий труда работников на основе разработки организационно-технических мероприятий, направленных на повышение производственной безопасности при выполнении технологических процессов уборки зерна.

Ключевые слова: охрана труда, условия труда, производственная безопасность, уборка зерна, оператор, травматизм, зерноуборочный комбайн.

РОЛЬ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ПОВЫШЕНИИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ И ПИТАНИИ РАСТЕНИЙ

В. В. ПЕРЕТРУХИН¹, канд. техн. наук, доцент

А. В. ДОМНЕНКОВА¹, канд. с.-х. наук, доцент

Г. А. ЧЕРНУШЕВИЧ¹, ст. преподаватель

В. Н. БОСАК², д-р с.-х. наук, профессор

¹УО «Белорусский государственный технологический университет»,

Минск, Республика Беларусь;

²УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,

Горки, Республика Беларусь

Введение. Важнейшим свойством почвы, обеспечивающим объективную возможность интенсификации земледелия, является ее плодородие, т. е. способность обеспечить растения земными факторами жизни в оптимальных количествах [5, 8, 11, 13, 20, 21].

Под действием удобрений, обработки почвы и других факторов естественное плодородие изменяется и приобретает искусственное или эффективное плодородие, которое является результатом деятельности человека [1–4, 7, 9, 10, 12, 16–21].

Основная часть. Общее количество питательных веществ, содержащихся в той или иной почве, достигает обычно значительных величин. Все дело в том, что их основная часть находится в недоступной для растений форме. В почве постоянно происходят процессы перехода питательных веществ из труднодоступных форм в легкоусвояемые для растений, которые в значительной степени и определяют эффективное плодородие.

Содержание в почве органического вещества, или гумуса – важнейший показатель ее плодородия. Гумус представляет собой целый комплекс сложных органических соединений, которые образуются под воздействием, прежде всего древесной, кустарниковой и травянистой растительности. Образование гумуса прямо связано с обогащением почвы органическими удобрениями [2, 5, 21].

Гумус – основа плодородия любой почвы. Он служит резервом необходимых растению элементов питания, улучшает водные и воздушные свойства почвы, поддерживает жизнь почвенных микроорганизмов, связывает песок и рыхлит глину. Существует тесная связь между обилием почвенных животных и активностью гумусообразования.

Для формирования высококачественного гумуса важное условие – достаточная аэрация почвы. Животные же постоянно формируют систему ходов, которые постоянно прочищаются их обитателями. Эта система ходов создает вентиляцию и обеспечивает проникновение кислорода в глубокие горизонты почвы, и благодаря этому там могут развиваться аэробные процессы [15, 22].

Деятельность животных оказывает влияние на кислотность почвы. Например, дождевые черви в процессе обмена веществ выделяют большое количество углекислого кальция. При высокой численности червей этот кальций существенно изменяет кислотность почвы, приближая ее к нейтральной реакции [14].

Вредят накоплению гумуса частые перекопки почвы, сильные дожди, внесение чрезмерных доз минеральных удобрений.

Система органического земледелия исключает глубокую перекопку земли, обработка почвы производится на глубину до 5 см – сев производят на слой компоста, разбросанного по поверхности почвы после удаления сорняков. Все лето компост должен находиться на поверхности почвы – он придает почве рыхлость, предотвращает иссушение и образование почвенной корки. Задача сводится к тому, чтобы внести большое количество органики, не нарушая ее способности питать растения. Урожай на таких грядках намного выше, чем на грядках, где проводилась глубокая перекопка.

При глубокой перекопке с оборотом пласта грубо нарушается среда обитания червей и других обитателей, без которых не будет плодородного слоя, сколько бы ни вносили органических и минеральных удобрений. Глубокая перекопка почвы приводит к потерям органических веществ, ее иссушению, разрушению плодородия и естественной структуры почвы, усиленному размножению сорняков.

Стоит оставить истощенный клочок земли в покое, зарастить его травами, позволить этим травам отжить свой положенный срок, и остаться гнить на земле, как уже через год–другой микроорганизмы, отвечающие за разложение растительных остатков, сделают свое дело, накопят в уставшей от глубокой вспашки земле достаточное количество перегнойного вещества, и вы снова на этом участке земли сможете выращивать овощи.

Наверное, вот эта самая, удивительная способность земли к самоисцелению, и была подмечена внимательными земледельцами, которые за это и назвали свою землю живой. Перегнойные вещества в поч-

ве дачной грядки пополняются при внесении органических удобрений (навоза, компоста, торфа и сидератов).

Перегной содержит в себе все вещества, необходимые растениям для питания. В богатых перегноем почвах этих веществ так много, что без всяких удобрений на них можно из года в год снимать высокие урожаи, при этом остающаяся часть питательных веществ будет храниться в почве – их не вымоют ни дожди, ни весенняя вода. Дело в том, что перегнойные вещества не так-то просто все сразу растворить. Это растворение происходит медленно в результате сложных физико-химических процессов, с помощью особых микроорганизмов, живущих в почве. Так, постепенно из почвы, богатой перегноем, к растениям и поступают необходимые им питательные вещества, хорошо растворенные в воде, – растение питается только такими веществами.

Перегнойные вещества обладают и еще одним замечательным свойством: они обладают способностью удерживать воду, а собрав влагу, постепенно отдавать ее растениям [15, 22].

Следует также отметить положительную роль органических кислот и углекислоты, образующейся при разложении органического вещества, на улучшении питания растений некоторыми элементами питания. Под их воздействием труднодоступные минеральные соединения фосфора, кальция, магния и калия переходят в усвояемую для растений форму. Углекислота, образующаяся при разложении органического вещества, необходима зеленым растениям для фотосинтеза.

Органическое вещество почвы улучшает физические, физико-химические и другие условия для нормального развития растений. Органическое вещество является источником питания и энергетическим материалом для большинства почвенных микроорганизмов, которые, разлагая его, обеспечивают растения необходимыми водорастворимыми, питательными веществами.

Поверхностный слой земли населен большим числом различных насекомых, которые проводят в земле всю жизнь, другие откладывают в землю яйца, личинки, куколки. Каждое из этих насекомых оставляет в земле свой след, либо, помогая увеличивать плодородие почвы, либо прокладывая в почве ходы, по которым сюда поступает вода и воздух и удаляется углекислый газ, образованный живыми организмами.

Но кроме насекомых в земле живут и другие животные, например, дождевой червь. Съеденные и прошедшие через кишечник дождевого червя растительные остатки остаются в земле небольшими темными

комочками, богатыми питательными веществами, которые необходимы растениям [14, 15, 22].

Для нормальной жизни и размножения червей нужны регулярные поливы, мульчирование почвы, внесение органических удобрений и сокращение до минимума объемов работы с лопатой.

Заключение. Для поддержания высокого плодородия необходимо соблюдать правила ухода за почвой садового участка:

- никогда не обрабатывайте почву глубже, чем на 5 см;
- для обработки почвы в первую очередь необходимо использовать плоскорезные инструменты;
- заправляйте почву органическими удобрениями;
- прикрывайте почву мульчей; под ней сохраняется влага, формируется структура;
- заботьтесь о почвенных живых организмах; все органические отходы и растительные остатки укладывайте на грядки;
- не оставляйте почву без растений; голая почва истощается, а покрытая растениями – сидератами множит плодородие.
- в качестве удобрений в первую очередь необходимо использовать растительные остатки, навоз, сидераты, различные органические отходы, древесную золу, практиковать возделывание бобовых трав.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агроэкономическая эффективность применения органических удобрений в зернопропашном севообороте / В. Н. Босак, А. А. Головач, Т. В. Дембицкая, Е. Г. Мезенцева // Агроэкологические проблемы использования органических удобрений на основе отходов промышленного животноводства. – Владимир, 2006. – С. 209–210.
2. Босак, В. Н. Баланс гумуса в севооборотах на дерново-подзолистых почвах / В. Н. Босак. – Минск: БелНИВНФХ в АПК, 2008. – 28 с.
3. Босак, В. Н. Динамика содержания гумуса в зависимости от применения удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / В. Н. Босак // Современные проблемы повышения плодородия почв и защиты их от деградации. – Минск, 2006. – С. 51–53.
4. Босак, В. Н. Качество клубней картофеля в зависимости от применения удобрений и погодных условий / В. Н. Босак // Здоровье для всех. – 2008. – № 1. – С. 19–23.
5. Босак, В. Н. Органические удобрения / В. Н. Босак. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 256 с.
6. Босак, В. Н. Особенности приготовления и применения компостов / В. Н. Босак // Наше сельское хозяйство. – 2011. – № 1. – С. 66–70.
7. Босак, В. Н. Применение органических удобрений и динамика содержания гумуса в земледелии Республики Беларусь / В. Н. Босак // Почва – удобрение – плодородие – урожай. – Минск, 2009. – С. 135–137.
8. Босак, В. Н. Применение удобрений на приусадебном участке / В. Н. Босак. – Минск, 2005. – 16 с.

9. Босак, В. Н. Продуктивность севооборотов и динамика содержания гумуса в зависимости от применения удобрений / В. Н. Босак // Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрений в современных условиях. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – С. 22–24.

10. Босак, В. Н. Эффективность применения органических удобрений в севооборотах на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / В. Н. Босак // Приемы повышения плодородия почв, эффективности удобрений и средств защиты растений. – Горки: БГСХА, 2003. – С. 22–24.

11. Ваш богатый огород / А. П. Шкляр [и др.]. – Минск: УниверсалПресс, 2005. – 320 с.

12. Влияние систем удобрения на продуктивность плодосменного севооборота и гумусовое состояние дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы разной степени окультуренности / Т. М. Серая, Е. Н. Богатырева, В. Н. Босак, М. М. Ломонос // Почва – удобрение – плодородие – урожай. – Минск, 2009. – С. 216–218.

13. Лапа, В. В. Сидераты (зеленые удобрения) / В. В. Лапа, В. Н. Босак. – Москва: Издательский дом МСП, 2003. – 64 с.

14. Максимова, С. Л. Влияние минеральных и органических удобрений на почвенных беспозвоночных / С. Л. Максимова, В. Н. Босак // Белорусское сельское хозяйство. – 2008. – № 12. – С. 56–57.

15. Матюк, Н. С. Экологическое земледелие с основами почвоведения и агрохимии / Н. С. Матюк, А. И. Беленков, М. А. Мазиров. – Санкт-Петербург: Лань, 2014. – 224 с.

16. Новые виды гуминовых удобрений в адаптивном земледелии / А. В. Шарاپов [и др.] // Вестник БГСХА. – 2020. – № 4. – С. 164–166.

17. Нормативные и справочные материалы по применению удобрений / В. В. Лапа [и др.] // Справочник агрохимика. – Минск: Беларус. наука, 2007. – С. 338–387.

18. Применение агроメリорантов при возделывании сельскохозяйственных культур: рекомендации / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2020. – 18 с.

19. Применение древесной золы в питании растений / В. Н. Босак [и др.] // Труды БГТУ: Лесное хозяйство. – 2012. – № 1. – С. 158–160.

20. Применение новых видов гуминовых удобрений в агробиоценозах: рекомендации / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2020. – 14 с.

21. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: Беларус. наука, 2007. – 390 с.

22. Ториков, В. Е. Обработка почвы, посев и посадка полевых культур / В. Е. Ториков, О. В. Мельникова. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 244 с.

Аннотация. Рассмотрены основные составляющие (компоненты) почвы, оптимальный уровень которых необходим для удовлетворения растений земными факторами жизни в требуемых количествах и реализации возможности выращиваемых сельскохозяйственных культур. Представлено теоретическое обоснование роли органического вещества в плодородии почвы и питании растений на дачном участке.

Ключевые слова: плодородие, органическое вещество, гумус, перегной, обработка почвы.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Т. В. САЧИВКО, канд. с.-х. наук, доцент
В. Н. БОСАК, д-р с.-х. наук, профессор
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. После катастрофы на Чернобыльской АЭС в Республике Беларусь из-за высокой плотности загрязнения радионуклидами из хозяйственного оборота были исключены 265,4 тыс. га сельскохозяйственных угодий. Всего радиоактивному загрязнению цезием-137 с плотностью выше 37 кБк/м^2 (1 Ки/км^2) подверглось более 1,8 млн. га сельскохозяйственных угодий (около 20 % их общей площади) [1].

В этой связи остро встала проблема снижения облучения населения вследствие употребления загрязненных радионуклидами продуктов питания растительного и животного происхождения [1–14].

Основная часть. Первоначальным звеном в получении сырья для производства продуктов питания и кормов является почва.

В целом пути поступления радионуклидов в организм человека можно представить в виде общих схем (биологических цепочек):

- 1) почва → растения → человек;
- 2) почва → растения → животные → человек.

Снижение поступления радионуклидов в сельскохозяйственную продукцию и организм человека достигается проведением мероприятий в каждом звене этих биологических цепочек.

В звене «почва → растения» основные мероприятия по снижению поступления радионуклидов включают:

1) *оптимизацию агрохимических показателей почвы:*

– внесение калийных удобрений. Калий (K) и цезий (Cs) являются антагонистами, поэтому вместо радиоактивного цезия в растения поступает калий;

– известкование почв (внесение мела, доломитовой муки, содержащих кальций). Кальций (Ca) и стронций (Sr) – антагонисты, при известковании вместо радиоактивного стронция в растения поступает кальций;

– ограничение доз азотных удобрений, так как высокие дозы N-удобрений способствуют поступлению радионуклидов в растения;

– применение микроэлементов (Cu, Zn, Mn, B, Se, Co) – повышают урожайность и качество продукции;

2) *подбор культур, в наименьшей степени накапливающих радионуклиды:*

– убывающий ряд по накоплению Cs^{137} в зерне: люпин > горох > вика > рапс > просо > ячмень > пшеница > озимая рожь;

– убывающий ряд по накоплению Sr^{90} в зерне: яровой рапс > люпин > горох > вика > ячмень > яровая пшеница > овес > озимая пшеница > озимая рожь;

– убывающий ряд по накоплению радионуклидов в овощных культурах: щавель > фасоль > бобы > горох > редис > морковь > свекла > картофель > чеснок > перец сладкий > лук (репчатый) > томаты > кабачки > огурцы > капуста.

За счет подбора сортов сельскохозяйственных культур также можно снизить поступление радионуклидов в растения в 2–3 раза.

В звене «растения → человек» снижение поступления радионуклидов в организм человека обеспечивают:

– радиационный контроль растениеводческой продукции (РДУ);

– употребление в пищу продуктов тех культур, которые способны меньше накапливать радионуклиды;

– употребление в пищу растительных продуктов с высоким содержанием природных антиоксидантов, пектина, грубых волокон;

– обязательный радиационный контроль дикорастущих грибов;

– правильная первичная подготовка продуктов к употреблению (тщательное мытье овощей и фруктов, домашняя переработка);

– промышленная переработка растениеводческой продукции (производство спирта из зерна с повышенным содержанием радионуклидов, изготовление хлебобулочной продукции с содержанием антиоксидантов и радиопротекторов и др.).

В звене «растения → животные» снижение поступления радионуклидов в организм животного и животноводческую продукцию снижают:

– использование кормов, соответствующих РДУ по содержанию Cs^{137} и Sr^{90} в сельскохозяйственном сырье и кормах для разных видов животных и целевого использования. Самые «чистые» корма используют молочному скоту, самые «грязные» – скоту на откорме и рабочему скоту;

– возделывание кормовых культур на почвах с ограничительными плотностями загрязнения радионуклидами Cs^{137} и Sr^{90} для производства цельного молока.

В звене «животные → человек» снижение поступления радионуклидов в организм включает следующие мероприятия:

– режим кормления животных (откорм животных на «чистых» кормах за 2–3 месяца перед убоем) для получения продукции, соответствующей РДУ;

– введение в рационы минеральных добавок и микроэлементов, повышающих привесы животных и снижающих удельную активность продукции (эффект «биологического разбавления»);

– введение животным ферроцинсодержащих препаратов, связывающих радионуклиды в животном организме;

– радиационный контроль продуктов с рынка. Рекомендуется меньше употреблять костистого мяса, конечностей (голенки, ножки для холодца);

– выбор мясных продуктов с наименьшим накоплением радионуклидов (по степени накопления: говядина, баранина > свинина > птица);

– первичная подготовка животноводческой продукции (вымачивание в подсоленной воде, удаление отвара после 5–10 минут кипячения). При варке содержание радионуклидов снижается в 3–6 раз;

– переработка продукции в домашних условиях: засолка мяса со сменой рассола снижает содержание радионуклидов в 3–10 раз, переработка молока в творог – в 4–6 раз, переработка на масло – в 8–10 раз, перетопка сала и масла – снижение в 90–100 раз;

– промышленная переработка молока и мясного сырья; специальная очистка молока.

Заключение. Строгое соблюдение основных мероприятий по обеспечению радиационной безопасности в различных отраслях агропромышленного комплекса Республики Беларусь позволит снизить риск облучения населения и обеспечит получение нормативно чистой продукции растениеводства и животноводства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности человека: учебное пособие / В. Н. Босак [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 312 с.

2. Босак, В. М. Забяспячэнне радыяцыйнай бяспекі ў аграпрамысловым комплексе / В. М. Босак, Т. У. Сачыўка // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2017. – С. 20.

3. 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.

4. 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.

5. Босак, В. Н. Порядок информирования населения о радиационной обстановке в лесах / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, А. В. Домненкова // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2021. – С. 67–68.

6. Домненкова, А. В. Радиационный контроль продукции заготавливаемой в лесах Республики Беларусь / А. В. Домненкова, Л. Н. Карбанович, В. Н. Босак // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2019. – С. 200.

7. Защитные мероприятия безопасности труда работников лесного комплекса Беларуси / В. В. Перетрухин [и др.] // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2017. – С. 22.

8. Перетрухин, В. В. Контроль радиационной безопасности работающих при производстве продукции из древесины / В. В. Перетрухин, Г. А. Чернушевич, В. Н. Босак // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2016. – С. 5.

9. Радиационные технологии в пищевой перерабатывающей промышленности / Г. А. Чернушевич [и др.] // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2021. – С. 72–73.

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

11. Сачивко, Т. В. Правовое обеспечение радиационной безопасности в АПК Республики Беларусь / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2020. – Вып. 5. – С. 166–169.

12. Сачивко, Т. В. Применение радиопротекторов для защиты от облучения / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак, А. В. Домненкова // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2020. – С. 73–74.

13. Сачивко, Т. В. Проведение йодной профилактики при техногенных авариях на АЭС / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2019. – Вып. 4. – С. 134–137.

14. Сермакшева, Е. В. Особенности обеспечения радиационной безопасности в лесном хозяйстве / Е. В. Сермакшева, А. В. Домненкова, В. Н. Босак // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2017. – С. 21.

Аннотация. Для обеспечения радиационной безопасности в агропромышленном комплексе в Республики Беларусь разработаны мероприятия по получению нормативно чистой продукции растениеводства и животноводства, соблюдение которых позволит снизить риск облучения населения.

Ключевые слова: радиационная безопасность, поступление радионуклидов, сельское хозяйство, растениеводство, животноводство.

СОСТАВ И ПОЖАРООПАСНОСТЬ РУДНИЧНЫХ ГАЗОВ

Н. М. СУЛЕЙМЕНОВ¹, докторант

Ш. К. ШАПАЛОВ¹, PhD д-р

В. Н. БОСАК², д-р с.-х. наук, профессор

¹Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,
Шымкент, Республика Казахстан

²УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Пожары сопровождаются возникновением ряда опасных факторов (открытое пламя и искры, повышенная температура окружающей среды, токсичные продукты горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода и др.), представляющих серьезную опасность для жизни и здоровья человека. Кроме того, пожары наносят значительный ущерб национальной экономике, поэтому защита от пожаров проводится в общегосударственном масштабе и является важнейшей обязанностью каждого гражданина [1–8, 10].

Горнодобывающая промышленность, связанная с добычей горючих полезных ископаемых, относится к одной из наиболее взрывопожароопасных отраслей с высокой вероятностью возникновения эндогенных и экзогенных пожаров, причинами которых являются в том числе и рудничные газы [9, 11–13].

Основная часть. Экзогенные пожары возникают от внешних источников тепла, воспламеняемости горючих веществ [9].

Эндогенные пожары медленно развиваются вследствие процесса самовозгорания окисляющегося материала. В случае эндогенных пожаров существует несколько теорий самовозгорания горных полезных ископаемых (прежде всего угля): пиритная, бактериальная, фенольная и теория комплекса уголь-кислород. Основным признаком эндогенного пожара в шахте является наличие оксида углерода (СО) в концентрации 0,01 % и выше в трех пробах воздуха, отобранных последовательно через каждые 6 ч в одной из точек контроля.

Эндогенные пожары в шахтах возникают в результате окисления скопления угля или других горючих ископаемых, скорость которых возрастает при повышении температуры.

Основными условиями возникновения эндогенных пожаров являются:

– наличие материала, способного окисляться кислородом воздуха (уголь и углеродсодержащая порода, угольная руда, угольный сланец, зерно, мука и др.);

– постоянный приток кислорода к окисляющейся поверхности частиц скопления;

– количество тепла, образующееся в процессе окисления, превышает количество тепла, теряемого очагом за счет теплопроводности, конвекции и излучения.

Эндогенная пожароопасность обуславливается химической активностью, горно-геологическим и горнотехническими факторами, от которых зависят параметры образующихся скоплений, условия теплообмена и притока кислорода.

Одним из факторов эндогенной взрывопожароопасности является рудничный воздух, который существенно отличается от атмосферного воздуха.

Атмосферный воздух – это природная смесь газов приземного слоя атмосферы за пределами жилых, производственных и иных помещений, сложившаяся в ходе эволюции Земли. Составные части атмосферного воздуха: азот – 78 %; кислород – 21 %; аргон – 0,9 %; углекислый газ 0,04 %; другие газы – 0,06 %.

Рудничный воздух – это смесь газов, паров и некоторого количества пыли, заполняющая горные выработки.

Изменения состава рудничного воздуха по сравнению с атмосферным воздухом сводятся к:

– уменьшению содержания кислорода;

– увеличению содержания углекислого газа и азота;

– появлению ядовитых и взрывоопасных газов;

– изменению температуры, влажности и давления.

К ядовитым и взрывоопасным газам рудничного воздуха относятся:

– азот (N_2) (источники выделения: взрывные работы; гниение органических веществ; выделение из полезного ископаемого и породы);

– углекислый газ (CO_2) (источники выделения: взрывные работы; выделение из горных пород и рудничных вод; окисление пород; гниение древесины; дыхание людей);

– оксид углерода (CO) (источники выделения: рудничные пожары; взрывные работы; работа двигателей внутреннего сгорания; взрывы метана);

– оксиды азота (NO_2 и N_2O_3) (источники выделения: взрывные работы);

– сероводород (H_2S) (источники выделения: гниение органических веществ; выделение из горных пород и минеральных источников; разложение водой серного колчедана и др.);

– сернистый газ (SO_2) (источники выделения: взрывные работы по серосодержащим породам; рудничные пожары; выделение из пород вместе с метаном или сероводородом);

– метан (CH_4) (в горные выработки метан выделяется с обнаженной поверхности угольных пластов, из отбитого угля, из выработанного пространства, с обнаженной поверхности пород; различают три основных вида выделения метана – обыкновенное, суфлярное, внезапное).

В небольших количествах в рудничных газах могут присутствовать также хлор, аммиак, водород, предельные углеводороды и некоторые другие соединения.

К ядовитым газам относятся все вышеперечисленные газы; пожаро- и взрывопожароопасными газами являются оксид углерода, сероводород и особенно метан.

При содержании оксида углерода от 13 до 75 % образуется взрывчатая смесь. Наибольшая сила взрыва при содержании CO около 30 %. Оксид углерода является также наиболее частой причиной отравления.

Сероводород горит на воздухе, а при содержании его в воздухе от 6 до 45 % образует взрывчатую смесь.

Метан является одной из наиболее опасных примесей рудничного воздуха. Выделение его наиболее часто наблюдается в угольных шахтах. Содержание метана в рудничной атмосфере до 5 % безопасно для человека, но при 24 % дыхание затрудняется, а при 40–43 % наступает смерть. Наиболее характерным свойством метана является его способность гореть и в смеси с воздухом взрываться. Наиболее опасной в отношении взрываемости является концентрация 5–16 %. При концентрации более 16 % смесь метана с воздухом перестает быть взрывчатой. Правила безопасности допускают содержание метана в забоях не более 1 %, а в общей исходящей струе воздуха – не более 0,75 %.

Заключение. Рудничный воздух значительно отличается от атмосферного воздуха и содержит целый ряд ядовитых и взрывоопасных газов, которые часто служат причиной отравлений и пожаров.

К наиболее распространенным в рудничном воздухе ядовитым газам относится углекислый газ, угарный газ, оксиды азота, сероводород, сернистый газ и метан. Пожаро- и взрывопожароопасными свойствами обладают оксид углерода, сероводород и особенно метан, что

делает необходимым строгое соблюдение требований охраны труда при работах по добыче горючих полезных ископаемых.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности человека: учебное пособие / В. Н. Босак [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018. – 312 с.
2. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека: учебник / В. Н. Босак, З. С. Ковалевич. – Минск: Выш. шк., 2016. – 335 с.
3. Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций (БЖДЧ): курс лекций / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 97 с.
4. Лесные пожары в Беларуси: материальный ущерб и опасные факторы пожара / А. К. Гармаза [и др.] // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2017. – № 2. – С. 322–327.
5. Определение содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны / А. Е. Кондраль [и др.]. – Горки: БГСХА, 2020. – 20 с.
6. Первичные и технические средства тушения пожаров / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – 30 с.
7. Пожарная безопасность в сельском хозяйстве: учебное пособие / В. Н. Босак [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 209 с.
8. Поступление радионуклидов в растения и опасность их распространения при тушении лесных пожаров в зонах радиоактивного загрязнения / И. Т. Ермак [и др.] // Технологии органических веществ. – Минск: БГТУ, 2017. – С. 23.
9. Портола, В. А. Пожарная безопасность горных предприятий / В. А. Портола. – Кемерово: КузГТУ, 2008. – 158 с.
10. Правила поведения в чрезвычайных ситуациях / М. В. Цайц [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – 52 с.
11. Пузырев, В. Н. Газодинамические явления в шахтах / В. Н. Пузырев. – Кемерово: КузГТУ, 2005. – 129 с.
12. Numerical simulation modeling of temperature distribution in the process of coal self-heating in the mined-out spaces / N. M. Suleymenov [et al.] // News of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. – 2021. – V. 2 (446). – P. 167–173.
13. Recognition of stages of emergence and development of the endogenous fire in coal mines / V. N. Bosak [et al.] // Bulletin of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. – 2018. – V. 3 (373). – P. 107–112.

Аннотация. Рудничные газы значительно отличаются от атмосферного воздуха и часто служат причиной отравлений и пожаров в шахтах, что делает необходимым строгое соблюдение требований охраны труда при работах по добыче горючих полезных ископаемых.

Ключевые слова: рудничные газы, пожаро- и взрывопожароопасность, горючие полезные ископаемые, охрана труда.

Секция 2. МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

УДК 631.33.024.4

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ РАВНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЕМЯН ВДОЛЬ РЯДКА

А. С. АНИЩЕНКО, ст. преподаватель
О. В. ГОРДЕЕНКО, канд. техн. наук, доцент
В. В. ГУСАРОВ, канд. техн. наук, доцент
В. Н. БОСАК, д-р с.-х. наук, профессор
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. В Республике Беларусь и за рубежом для посева зерновых культур широкое распространение получили пневматические посевные машины. Посев, как правило, производится рядовым способом с шириной междурядья 125 мм. Площадь питания, приходящаяся на одно растение, при данном способе представляет собой вытянутый четырехугольник, в котором две стороны имеют в длину 10–20 мм вдоль рядка и две по 125 мм между рядками [1–2]. К недостаткам рядового способа посева следует отнести большую скученность семян в рядке.

Распределение семян зерновых культур по площади при рядовом посеве принято оценивать одним показателем – равномерностью высева семян отдельными аппаратами (поперечная неравномерность). Для сеялок с системами пневматического транспортирования семян зерновых культур он не должен превышать 5 %. При этом в действующих в настоящее время нормативных документах не уделяется должное внимание продольному распределению посевного материала.

Распределение посевного материала по длине рядка – зависит от многих факторов: стабильности подачи семян высевающим аппаратом, характера движения в семяпроводах и сошниках, конструкции и материала последних, колебаний рабочих органов во время движения сеялки и др. При этом большинство исследователей считает, что семяпроводы и сошники являются дополнительными факторами, а основную роль играет высевающий аппарат. Однако решающее значение в продольном распределении семян имеет сошник.

В лабораторных опытах в УО БГСХА был использован экспериментальный сошник, выполненный на 3D принтере Creatbot D600 Pro

и представляющий собой устройство, состоящее из двух элементов, один из которых мультициклон (рис. 1, *а*), он соединяется с выходным концом семяпровода и предназначен для уменьшения воздушного потока в сошниковом пространстве, вторым является мундштук (рис. 1, *б*) с размещенными во внутренней полости отражательно-направляющими пластинами для выравнивания потока семян на выходе.



Рис. 1. Части устройства для повышения равномерности распределения семян вдоль рядка:
а – мультициклон; *б* – мундштук

При использовании устройства для повышения равномерности распределения семян вдоль рядка было обеспечено снижение коэффициентов вариации с 102–115 % до 66,1–71,4 % [2].

Основная часть. Равномерность распределения семян и удобрений при посеве оказывает существенное влияние на рост и развитие сельскохозяйственных растений [3–10].

Равномерное распределение семян и удобрений в пахотном горизонте обеспечивает оптимизацию площади питания растений и равномерное поступление влаги и питательных веществ, что, в свою очередь, способствует увеличению продуктивности сельскохозяйственных культур.

Исследования по изучению агрономической эффективности применения сеялки СПУ-6 с дисковыми сошниками, имеющими устройство для повышения равномерности распределения семян вдоль рядка, были проведены в 2020 г. на опытном поле УО БГСХА с яровой пшеницей сорта Любава и яровым ячменем сорта Бацька в условиях дерново-подзолистой суглинистой почвы.

Условия возделывания яровых зерновых культур общепринятые для Республики Беларусь на фоне применения минеральных удобрений $N_{60+30}P_{50}K_{90}$ [4, 6].

Как показали результаты исследований, применение сеялки СПУ-6 с дисковыми сошниками, имеющими устройство для повышения равномерности распределения семян вдоль рядка, в сравнении со стандартной сеялкой СПУ-6 обеспечило повышение равномерности продольного распределения семян на 30,5 % для яровой пшеницы и на 29,2 % – для ярового ячменя.

Применение сеялки СПУ-6 со стандартными сошниками способствовало получению урожайности зерна яровой пшеницы 54,5 ц/га, зерна ярового ячменя – 54,9 ц/га (таблица).

**Урожайность яровых зерновых культур
в зависимости от равномерности распределения семян**

Вариант	Яровая пшеница		Яровой ячмень	
	зерно, ц/га	прибавка, ц/га	зерно, ц/га	прибавка, ц/га
Стандартная сеялка СПУ-6	54,5	–	54,9	–
Сеялка СПУ-6 с дополнительным устройством	57,7	3,2	57,8	2,9
НСР ₀₅	2,5		2,4	

Урожайность зерна яровой пшеницы в вариантах с применением сеялки СПУ-6 с дисковыми сошниками, имеющими устройство для повышения равномерности распределения семян вдоль рядка, увеличилась с 54,5 до 57,7 ц/га (на 3,2 ц/га или 5,9 %), урожайность зерна ярового ячменя – с 54,9 до 57,8 ц/га (на 2,9 ц/га или 5,3 %), что показывает на достаточно высокую агрономическую эффективность применения сеялки СПУ-6 с дисковыми сошниками, имеющими устройство для повышения равномерности распределения семян вдоль рядка.

Заключение. Применение сеялки СПУ-6 с дисковыми сошниками, имеющими устройство для повышения равномерности распределения семян вдоль рядка, способствует увеличению урожайности зерна ярового ячменя и яровой пшеницы в условиях дерново-подзолистой су-глинистой почвы на 5,3 % и 5,9 % соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анищенко, А. С. Продольная равномерность подачи семян распределителями пневматической сеялки / А. С. Анищенко, А. В. Клочков // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 1. – С. 134–137.
2. Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. / редкол.: В. Р. Петровец [и др.]. – Горки: БГСХА, 2018. – Вып. 3. – 160 с.
3. Босак, В. Н. Оптимизация питания растений / В. Н. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. – 203 с.
4. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
5. 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.
6. Научные системы ведения сельского хозяйства Республики Беларусь / В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2020. – 683 с.
7. Рошка, Т. Б. Производственные технологии / Т. Б. Рошка, В. Н. Босак, О. В. Нилова. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 102 с.
8. Смянович, О. Применение удобрений в севообороте / О. Смянович, В. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2013. – 108 с.
9. Соколовский, И. В. Основы земледелия / И. В. Соколовский, В. Н. Босак. – Минск: БГТУ, 2012. – 137 с.
10. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: Белорус. наука, 2007. – 390 с.

Аннотация. Приведены результаты исследований по изучению агрономической эффективности сеялки СПУ-6 с дисковыми сошниками, имеющими устройство для повышения равномерности распределения семян вдоль рядка.

В результате исследований установлено, что применение сеялка СПУ-6 с данным устройством существенно увеличивает урожайность зерна яровой пшеницы и ярового ячменя.

Ключевые слова: устройство для повышения равномерности распределения семян, яровая пшеница, яровой ячмень, урожайность.

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА К ОПРЫСКИВАТЕЛЮ ДЛЯ ОМАГНИЧИВАНИЯ ВОДЫ

А. В. КЛОЧКОВ, д-р техн. наук, профессор

А. Е. МАРКЕВИЧ, канд. техн. наук, доцент

А. А. ЕМЕЛЬЯНЕНКО, инженер

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

Введение. Под действием магнитного поля вода изменяет свои свойства. Этим обстоятельством можно воспользоваться при проведении мероприятий по защите растений при опрыскивании растворами пестицидов. Рассмотрение принципов физического воздействия магнитного поля на воду, параметров протекающих физико-химических процессов и поведение подвергнутой магнитной обработке воде показывает, что воздействие магнитного поля на воду носит комплексный многофакторный характер [1]. При воздействии на воду магнитного поля в ней изменяются скорости химических реакций, происходит образование и распад коллоидных комплексов, улучшается электрохимическая коагуляция с последующей кристаллизацией солей [2]. Также имеются достоверные данные, указывающие на бактерицидное действие магнитного поля [3], что существенно для использования магнитной обработки воды при защите растений.

В настоящее время гипотезы, объясняющие механизм воздействия магнитного поля на воду, подразделяются на три основные взаимодополняющие группы – коллоидные, ионные и водные. Первые предполагают, что под влиянием магнитного поля в обрабатываемой воде происходит спонтанное образование и распад коллоидных комплексов ионов металлов, фрагменты распада которых формируют центры кристаллизации неорганических солей, что ускоряет их последующую седиментацию. Гипотезы второй группы объясняют действие магнитного поля поляризацией растворенных в воде ионов и деформацией их гидратных оболочек, сопровождающаяся уменьшением гидратации – важного фактора, обуславливающего растворимость солей в воде, электролитическую диссоциацию, распределение веществ между фазами, кинетику и равновесие химических реакций в водных растворах, в свою очередь повышающей вероятность сближения гидратов ионов и процессы седиментации и кристаллизации неорганических солей [4]. Гипотезы третьей группы постулируют, что магнитное поле за счет

поляризации дипольных молекул воды оказывает воздействие непосредственно на структуру воды, что обуславливает наблюдаемые изменения ее плотности, поверхностного натяжения, вязкости, значения рН и физико-химических параметров протекающих в воде процессов. [5]. Также имеются сведения о влиянии магнитной водообработки на уменьшение концентрации в воде кислорода и углекислого газа. Комплексное воздействие магнитного поля на структуру воды и жесткость открывает широкие перспективы для использования магнитной обработки воды в различных отраслях промышленности и сельском хозяйстве.

Основная часть. Примером использования омагниченной воды при опрыскивании растворами пестицидов может служить инновационная система MagGrow (Ирландия), которая позволяет достичь устойчивого размера капель пестицида, что приводит к более высоким уровням покрытия каплями поверхности растений. Это позволяет достичь более высокой степени покрытия, используя их установленное значение, или то же самое покрытие, используя более низкие нормы внесения рабочего раствора. Ключевым фактором в достижении эффективного применения пестицида является оптимальный размер капель, чтобы обеспечить максимальное их количество на целевой области массива растений. Для решения данной задачи используются заключенные в кожух из нержавеющей стали магнитные пруты, которые воздействуют изнутри на весь объем будущих капель. Магнитные коллекторы размером 505×305×75 мм устанавливаются секциями на основной раме опрыскивателя и имеют вес 16 кг. Основные преимущества системы MagGrow:

- увеличение на 20–50 % степени покрытия растений;
- уменьшение сноса капель в среднем на 70 %;
- до 50 % более низкое использование воды;
- повышение производительности благодаря меньшему количеству заправок.

Система MagGrow может адаптироваться к опрыскивателям различных фирм и проверена в разных странах мира. Однако данное устройство не обеспечивает фильтрацию рабочей жидкости от намагничивающихся включений, имеет значительную металлоемкость и существенно повышает стоимость опрыскивателя.

Анализ технологического процесса штангового опрыскивателя показывает, что различные устройства для омагничивания воды могут быть установлены в устройствах заправки резервуара, в блоках филь-

тров, а также непосредственно в корпусе разбрызгивающего устройства. При этом наиболее простым и технологичным решением является адаптация омагничивающего устройства в систему гидромешалки опрыскивателя в качестве фильтра-омагничивателя. При работе опрыскивателя рабочая жидкость постоянно перемешивается в резервуаре для обеспечения однородности состава и предотвращения осадка. На данном этапе технологического процесса возможно проведение омагничивания воды с одновременным задержанием примесей металлического характера.

В соответствии с этим, на 3 D принтере Creatbot D600 Pro было изготовлено специальное устройство для установки на опрыскиватель. Оно включает пластиковый корпус с камерой омагничивания и удержания примесей и расположенные по сторонам камеры ферритовые кольцевые магниты (рис. 1).



Рис. 1. Фильтр-омагничиватель ФО-1, изготовленный на 3D принтере Creatbot D600 Pro

Предназначен ФО-1 для любых опрыскивателей с гидромешалками при обработке различных культур без ограничений. Используются ферритовые магниты размером $60 \times 24 \times 7$ мм и общей массой 100 г (2 штуки). Максимальное рабочее давление жидкости – до 1 МПа (10 атм). Диаметр присоединительных штуцеров (внутренний) – 12,5 мм. Вес в сборе – 0,317 кг.

Для обоснования параметров камеры омагничивания и схемы размещения магнитов проведены экспериментальные исследования с замерами магнитной индукции магнитометром ИОН-3 (в специализированной лаборатории БРУ, г. Могилев). Полученные данные показыва-

ют значительное повышение магнитной индукции при встречном расположении различных полюсов магнитов (табл. 1).

Таблица 1. Индукция к камере омагничивания СО-1

Ориентация полюсов магнитов относительно камеры	Магнитная индукция, мТл		
	min	max	среднее значение
N–N	2,9	18,3	10,4
S–S	2,7	14,9	9,5
N–S	4,9	32,6	20,4

При моделировании процесса были проведены исследования для установления необходимого расстояния, обеспечивающего максимально эффективное воздействие на жидкость при прохождении через гидромешалку с расходом 17–20 л/мин. При этом скорость движения воды через омагничивающее устройство составит 2,2–2,6 м/с.

В последующем испытании были продолжены на штанговом опрыскивателе РЕМКОМ ОП-200-18. В результате серии исследований с 10-кратной повторностью замеров электропроводности кондуктометром МАРК-603 получены следующие результаты (табл. 2).

Таблица 2. Изменение электропроводности воды при прохождении через модель омагничивающего устройства с различным расстоянием между магнитами и направлением подачи жидкости

Варианты подачи жидкости	Расстояние между магнитами, мм				
	0	10	20	30	40
Направление подачи N–S	605,1	607,3	606,6	605,4	604,4
Направление подачи S–N	598,1	599	598	595,6	595,1

При исследованных вариантах подачи воды в модель гидромешалки более устойчивые показатели снижения электропроводности обеспечиваются при расстоянии между магнитами не менее 20–30 мм.

Результаты предварительных испытаний опрыскивателя РЕМКОМ -2000-18 проведены путем периодического замера электропроводности воды через систему «миксер». Результаты проведенных испытаний позволили установить закономерности изменения электро-

проводности воды за 1 час. В результате исследований было установлено, что если в естественных условиях снижение электропроводности за 1 час составило 9,3 %, то при омагничивании снижение достигало 20,3–33,1 %.

Заключение. Магнитные технологии применимы при различных вариантах использования воды в сельском хозяйстве. Для омагничивания воды в опрыскивателях разработана конструкция фильтра-омагничивателя с использованием кольцевых ферритовых магнитов. Для повышения степени воздействия рекомендуется встречное расположение полюсов магнитом с расстоянием между ними 20–30 мм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Очков, В. Ф. Магнитная обработка воды: история и современное состояние / В. Ф. Очков // Энергосбережение и водоподготовка. – 2006. – № 2. – С. 23–29.
2. Классен, В. И. Омагничивание водных систем / В. И. Классен. – Москва: Химия, 1978. – С. 45.
3. Соловьева, Г. Р. Перспективы применения магнитной обработки воды в медицине / Г. Р. Соловьева // Вопросы теории и практики магнитной обработки воды и водных систем. – Москва, 1974. – С. 112.
4. Мартынова, О. И. К вопросу о механизме влияния магнитного поля на водные растворы солей / О. И. Мартынова, Б. Т. Гусев, Е. А. Леонтьев // Успехи физических наук. – 1969. – № 98. – С. 25–31.
5. Банников, В. В. Электромагнитная обработка воды / В. В. Банников // Экология производства. – 2004. – № 4. – С. 25–32.

Аннотация. Магнитные технологии применимы при различных вариантах использования воды в сельском хозяйстве. В статье представлены данные опытов проведенных с устройством для омагничивания воды установленного в системе гидромешалки опрыскивателя РЕМКОМ-2000-18 в качестве фильтра-омагничивателя. Результаты омагничивания при работе опрыскивателя проверены путем периодического замера электропроводности воды через систему «миксер». Установлено, что если в естественных условиях снижение электропроводности за 1 час работы составило 9,3 %, то при омагничивании снижение достигало 20,3–33,1 %.

Ключевые слова: магнит, магнитные технологии, омагничивание воды, фильтр-омагничиватель, электропроводность.

ВОЗМОЖНОСТИ СОВМЕЩЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ ПО ГРЕБНЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ

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

Е. В. ЦЫГАНКОВА, магистрант

Е. С. ШКУРАТОВ, студент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,

Горки, Республика Беларусь

Введение. В современной земледелии известно множество технологий возделывания сельскохозяйственных культур: интенсивные, индустриальные, ресурсосберегающие, адаптивные, экологически чистые и др. Все они зависят от почвенно-климатических условий и возделываемой культуры и направлены на повышение плодородия почвы, улучшения качества и урожайности получаемой продукции. Соответственно с ростом количества технологий увеличивается и потребность в средствах механизации для их эффективного выполнения.

Основная часть. Традиционные технологии возделывания корнеклубнеплодов на ровной поверхности поля были и остаются самыми распространенными. Однако исследованиями установлено, что наиболее перспективной является гребневая технология, позволяющая создать благоприятные температурные, водные и воздушные условия для быстрого и дружного прорастания семян [1].

В настоящее время в странах СНГ и за рубежом разработано и исследовано множество гребневых технологий возделывания зерновых культур, риса, картофеля, овощных (моркови, свеклы, томатов, капусты, лука) и пропашных (кукурузы, подсолнечника, сои, фасоли) культур.

Расход энергетических затрат на производство единицы продукции, становится одним из ключевых факторов эффективности технологии.

При поиске путей повышения эффективности использования машинно-тракторных агрегатов (МТА) необходимо рассматривать систему: «МТА-поле-почва-урожай». С появлением мощных тракторов совмещение операций при возделывании корнеклубнеплодов, пропашных и овощных культур представляет особую значимость. Появляется возможность задействовать задние и передние навесные устройства энергонасыщенных тракторов [2, 3].

Анализируя гребневую технологию возделывания корнеклубнеплодов, можно выделить операции, которые рационально совместить, оптимизировав состав машинно-тракторного агрегата на механизированных работах. Например, вспашку с дополнительной обработкой почвы; формирование гребней с ленточным внесением удобрений и посевом; междурядную обработку с ленточным внесением рабочих растворов пестицидов.

К основной обработке почвы предъявляют повышенные требования по качеству ее выполнения и срокам проведения, так как она способствует накоплению влаги и питательных веществ, созданию благоприятных условий для активной жизнедеятельности микроорганизмов и последующего развития корнеклубнеплодов. Главной частью машинно-тракторного агрегата для совмещения операций основной и предпосевной обработки почвы является лемешный плуг, оборудованный гидропневматическим или механическим защитными устройствами корпусов. Как вспомогательные части агрегата предусмотрены сменные устройства для дополнительной обработки вспаханной почвы (дополнительное рыхление, выравнивание, уплотнение), установленные либо на раме плуга, либо на передней навеске трактора (рис. 1, а).

Значимой операцией в технологиях возделывания корнеклубнеплодов является формирование гребней, которые в настоящее время образуют средствами механизации с активными и пассивными рабочими органами. Каждое из них имеет достоинства и недостатки.

Анализ литературных источников позволяет сделать вывод о более эффективном использовании активных (с приводом от ВОМ трактора) рабочих органов. В этом случае достигается лучшее рыхление и крошение почвы, лучшая аэрация и оптимальный механический состав, равномерное перемешивание почвы с минеральными удобрениями, которые рационально вносить локально в рядки по оси формирования гребня.

Выбор способа посева семян корнеклубнеплодов в гребни определяется необходимой площадью питания. В зависимости от культуры ширина междурядий варьирует от 45 до 70 см, а семена располагают в один или несколько рядков по верхней поверхности гребня с определенной густотой сеялками точного высева.

Очевидно, что при имеющихся средствах механизации на предприятии, комплектование машинно-тракторного агрегата (рис. 1, б), позволяющего в одном технологическом процессе объединять выполнение нескольких операций будет рациональным.

Одним из важнейших преимуществ гребневой технологии возделывания корнеклубнеплодов является то, что данная технология позволяет максимально механизировать борьбу с сорняками.

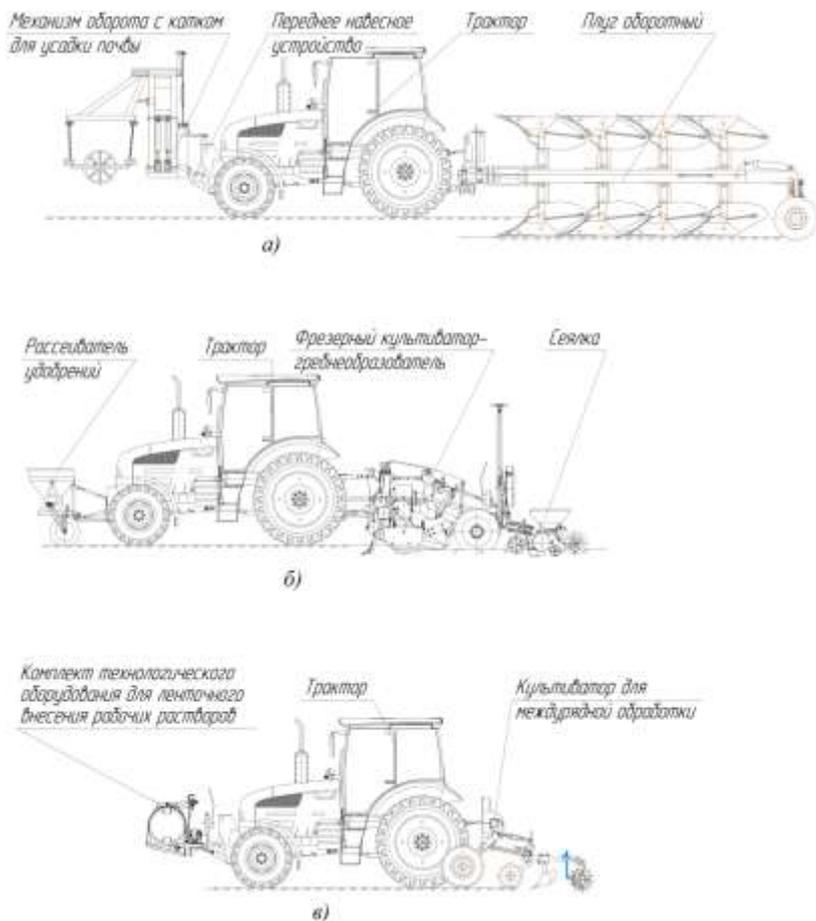


Рис. 1. Схемы МТА для совмещения операций:

а – вспашка с дополнительной обработкой почвы;

б – рядковое внесение удобрений с формированием гребней и посевом;

в – междурядная обработка с ленточным внесением рабочих растворов пестицидов

Борьба с сорняками в технологии ухода за посевами осуществляется тремя способами:

- механический – многократная механическая обработка междурядий и боковых поверхностей гребня с возможной ручной прополкой защитной зоны рядка (верхней поверхности гребня);

- раздельно-комбинированный – обработка междурядий и боковых поверхностей гребня осуществляется механически, а защитная зона рядка обрабатывается гербицидами, как отдельные технологические операции разными агрегатами;

- комбинированный – механическая и химическая обработки совмещаются и выполняются как одна операция комбинированным агрегатом за один проход по полю (рис. 1, в).

Принимая во внимание требования экологической безопасности, при уходе за посевами необходимо совместить операции подрезания сорных растений в междурядьях и уничтожения их на боковой поверхности с одновременным равномерным распределением заданной нормы рабочего раствора гербицида по верхней поверхности гребня.

Ленточное внесение гербицидов считается эффективным, если оно производится в нужный момент, обеспечивается равномерное покрытие объекта обработки необходимым количеством препарата, безопасным для теплокровных и окружающей среды.

Заключение. Возделывание корнеклубнеплодов на гребнях создает возможности повышения урожайности, товарности и качества продукции. Комплектование машинно-тракторных агрегатов, позволяющих за один проход выполнить несколько технологических операций, позволяет сократить длительность технологического процесса, количество задействованной техники и рабочих, уменьшить затраты энергии и материальных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гордеенко, О. В. Повышение эффективности ухода за посевами овощных культур на гребнях совершенствованием оборудования для ленточного внесения гербицидов: дис. ... канд. техн. наук / О. В. Гордеенко; БГСХА. – Горки, 2004. – 218 с.

2. Сидоров, С. А. Совмещение операций при использовании машинно-тракторных агрегатов на базе энергонасыщенных тракторов / С. А. Сидоров, О. В. Гордеенко, И. С. Крук // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. – С. 23–30.

3. Дополнительные орудия для повышения эффективности основной обработки почвы оборотными плугами / И. С. Крук, О. В. Гордеенко [и др.] // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве. – Минск: БГАТУ, 2016. – С. 122–128.

Аннотация. В общем комплексе технологических мероприятий, при возделывании сельскохозяйственных культур, приоритет отдается машинно-тракторным агрегатам, совмещающим две и более операций. В данной статье проанализированы машинно-тракторные агрегаты на базе энергонасыщенных тракторов использующие задние и передние навесные устройства для реализации технологических процессов при гребневой технологии возделывания корнеклубнеплодов.

Ключевые слова: корнеклубнеплоды, гребневая технология, совмещение операций, машинно-тракторный агрегат.

УДК 631.394.2

ОБЗОР РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ КАМЕРНЫХ ПРОТРАВЛИВАТЕЛЕЙ СЕМЯН

С. С. ШКУРАТОВ, магистр техн. наук
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Важным резервом повышения урожайности и снижения себестоимости производства зерновых культур является протравливание семян, под которым понимается обработка семян химическими протравителями против возбудителей грибных, бактериальных и вирусных заболеваний, а также против некоторых вредителей.

В настоящее время химические средства обработки являются приоритетными не только в нашей стране, но и за рубежом. По данным многих исследований, только предпосевное протравливание семян позволяет уменьшить потери потенциального урожая до 50 %, поэтому оно должно быть обязательным агротехническим приемом при возделывании зерновых культур [1].

Основная часть. Протравливание семян является обязательным процессом в сфере растениеводства, данная обработка способствует уничтожению возбудителей болезней и вредителей растений, позволяет избежать появления и распространение ряда заболеваний растений, предохраняет семена от развития микроорганизмов, а также стимулирует рост растений.

Для уничтожения возбудителей болезней семена протравливают сухим, полусухим, мокрым, мелкодисперсным или термическим способом [2, 3].

В настоящее время сухой и полусухой способы протравливания семян применяются ограниченно. Мокрый способ протравливания достаточно трудоемок. При мелкодисперсном способе семена обрабатывают суспензией – механической смесью распыленного химиката с водой; в ней мельчайшие частицы химиката находятся во взвешенном состоянии.

Для протравливания больших количеств посевного материала используются современные установки и машины для протравливания семян. Промышленностью выпускаются шнековые, барабанные и камерные протравливатели.

В нашей стране широкое распространение получили передвижные протравливатели непрерывного действия камерного или шнекового типа, так как большинство хозяйств, возделывающих зерновые культуры, имеют складские помещения на токах, где производится обработка семян перед посевом. При этом снижаются дополнительные затраты, связанные с закупкой семенного материала и транспортировкой протравленных семян с заводов. Однако доля протравливателей камерного типа больше, ввиду небольшой производительности шнековых протравливателей типа ПС-5.

В конструкции камерных протравливателей предусмотрены распределяющие и распыливающие устройства. Если распыливающие устройства, тарельчатого, центробежного или щелевого типа, которые распределяют и наносят рабочую жидкость на семенной материал, достаточно полно их обрабатывают, то конструкции распределяющих устройств семян не в полной мере отвечают агротехническим требованиям при протравливании. В роли распределяющего устройства используют пассивные и активные распределители [4].

В качестве активных распределяющих устройств используются: однодисковый (рис. 1, *а*), конструкция которого соответствует протравливателю ПС-20, трапецеидальный (рис. 1, *б*) – «Мобитокс Супер» с повернутым на 180 град. диском, тарельчатый (рис. 1, *в*) – «Мобитокс Супер», питателя (рис. 1, *г*), устанавливаемого в протравливателях типа ПСК-15 на подвесках.

В качестве пассивных распределителей в основном исследования велись по конусным распределяющим устройствам с разными делителями потока [5, 6]. Однако все конусные распределяющие рабочие ор-

ганы качественно позволяют выполнять технологический процесс при небольшой производительности самого протравливателя семян.

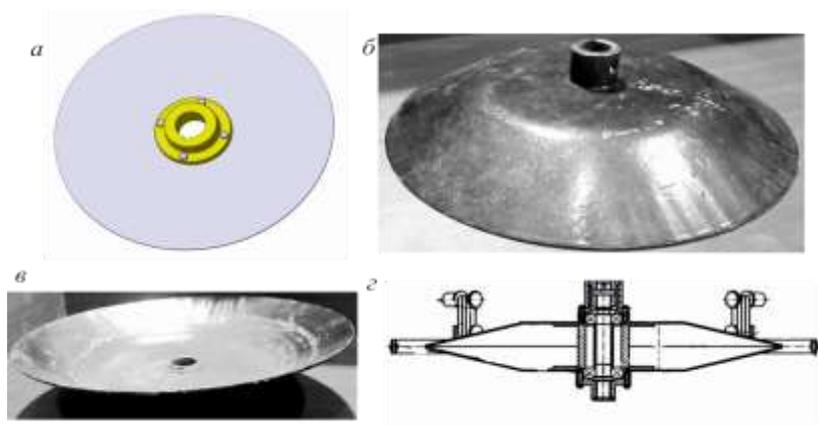


Рис.1. Типы распределяющих устройств:
а – однодисковый; б – трапецидальный;
в – тарельчатый; з – питатель с подвесками

Все протравливатели семян, оснащенные данными распределительными устройствами работают по одинаковой технологической схеме – при работе протравливателя зерно системой транспортеров подаются в бункер, из которого их дозированное количество поступает в камеру протравливания, где пестицид вводится в массу семян, подаваемую непрерывным потоком или порциями распределительными устройствами, после чего семена смешиваются с пестицидами и выводятся из машины.

Заключение. К наиболее известным фирмам, выпускающим протравливатели семян, относятся: Petcus (Technologie GmbH, Германия), Cimbria Heid GmbH (AGCO Group, Австрия), ООО «Ремком» (г. Горки, Могилевская обл.), ОАО «Мекосан» (г. Иваново, Брестская обл.), AlvanBlanch (Великобритания), ООО НПП «Белама плюс» (г. Барань, Витебской обл.) и др. Несмотря на большое количество фирм, занимающихся выпуском протравливателей семян, распределительные рабочие органы немногочисленны. В большинстве случаев это диск определенной формы.

При этом пассивные распределители могут производить распределение семян лишь при низкой производительности. За счет вращения

рабочих органов активные распределители лучше распределяют семена по их поверхности и образуют семенную завесу перед обработкой рабочей жидкостью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мачнев, А. В. Обоснование применения двухдискового распределяющего устройства при протравливании семян в лабораторных условиях / А. В. Мачнев, Г. Е. Гришин, В. А. Мачнев, В. В. Каблуков // Нива Поволжья. – 2017. – № 2 (43). – С. 77–84.
2. Маркевич, А. Е. Основы эффективного применения пестицидов / А. Е. Маркевич, Ю. Н. Немировец // Справочник в вопросах и ответах по механизации и контролю качества применения пестицидов в сельском хозяйстве. – Горки, 2004. – 60 с.
3. Несмиян, А. Ю. Комплекс машин и орудий для возделывания сельскохозяйственных культур: учебное пособие / А. Ю. Несмиян, С. В. Асатурян, В. В. Должиков. – Зерноград, Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО ДГАУ в г. Зернограде, 2015. – 146 с.
4. Мачнев, А. В. Использование двухдискового распределяющего и двухуровневого отражающего устройств камерного протравливателя для повышения качества обработки семян зерновых культур / А. В. Мачнев [и др.] // Health, Food and Biotechnology. – 2019. – № 3 (1). – С. 57–68.
5. Опиев, О. И. Совершенствование процесса протравливания посевного зерна в устройствах камерного типа: автореф. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / О. И. Опиев. – Зерноград, 2011. – 15 с.
6. Мечкало, А. Л. Оптимизация процесса предпосевной обработки семян защитно-стимулирующими веществами: автореф. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / А. Л. Мечкало. – Краснодар, 2009. – 25 с.

Аннотация. В статье представлен обзор распределительных устройств, применяемых в протравливателях семян камерного типа. Установлено, что наиболее распространенным типом распределяющего устройства является диск различной формы. Описан технологический процесс работы протравливателя камерного типа.

Ключевые слова: протравливатель семян, распределительные устройства, семенной материал, диск, камера протравливания.

АНАЛИЗ МАШИН ДЛЯ ПОСЕВА ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР ПОД МУЛЬЧИРУЮЩЮЮ ПЛЕНКУ

В. В. ПУЗЕВИЧ, аспирант
В. И. КОЦУБА, канд. техн. наук, доцент
К. Л. ПУЗЕВИЧ, канд. техн. наук, доцент
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Мульчирование почвы применяется для повышения урожайности различных культур и улучшения качества продукции. 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. Преимущество этой технологии заключается в том, что она сохраняет почву влажной и, следовательно, способствует росту растений. Еще одним преимуществом посевов при мульчировании является то, что вблизи растения, если пленка расположена достаточно плотно к стеблю, отсутствует рост сорняков.

Мульчирование оказывает влияние на водный, воздушный и тепловой режимы почвы. Мульча задерживает испарение влаги, благодаря чему между пленкой и землей создается богатая конденсацией зона. Это способствует равномерному ее распределению как в верхних, так и в нижних горизонтах почвы, на 3–6 % повышая влажность корнеобитаемого слоя. Благодаря этому лучше сохраняется структура грунтов, на их поверхности не образуется корка.

Кроме того, мульча ускоряет биологические процессы в почве, обеспечивает лучшее снабжение растений питательными веществами. Все это положительно сказывается на росте и развитии растений, ускоряет созревание и увеличивает урожай от 40 до 60 %.

Это обстоятельство в районах с недостаточным увлажнением и в сухие годы играет положительную роль, улучшая водоснабжение растений. Экономия воды составляет около 60 % [1].

Основная часть. Ряд зарубежных фирм, таких как Samco Agricultural Manufacturing LTD, Forigo Roteritalia, Spapperi NT SRL выпускают машины для высева семян и мульчирования посевов пленкой. При этом возможны две схемы посева.

Первый способ предполагает посев семян сеялками точного высева с последующим укрытием посевов пленкой. Примером этой техноло-

гии является сеялка SAMCO 41HD для посева кукурузы под мульчирующую пленку [2].

Сеялка Samco 41HD имеет каток в передней части для образования твердого семенного ложа с постоянной глубиной посева. Этот каток также является приводной передачей для высевających элементов. Посев осуществляется пневматическим дисковым высевającym устройством Optima HD Kverneland. После прохода высевającego аппарата почва укрывается биоразлагаемой пленкой. При этом одной полосой пленки укрываются два рядка кукурузы. Фирма SAMCO производит четыре типоразмера сеялок: двухрядная SAMCO 2200, четырехрядная SAMCO 41HD, шестирядная SAMCO 7100 и восьмирядная SAMCO 80PT.

Однако этот способ пригоден только для специальных биоразлагаемых пленок с перфорацией, т.к. пленка прорывается ростками растений или при посадке рассады, которая высаживается в прорезанные заранее отверстия.

Второй способ предполагает подготовку почвы, укрытие ее пленкой и посев семян через пленку.

Компания Samco производит сеялку PM 8220 (рис. 1), которая уплотняет почву, укладывает пленку и точно высевает семена с помощью перфоратора колесного блока, обеспечивающего точную глубину посева и расстояние между семенами [3].

Сеялка позволяет осуществлять посев в пленку шириной 1,2–2,2 м, а также устанавливать расстояние между семенами в ряду от 23 см до 75 см и расстояние между рядами семян от 10 см до 250 см.

В сеялке используются два типа систем доставки семян. При первом способе семена пневмосистемой распределяются по перфорированным отверстиям. Это позволяет выбрать количество семян, посеянных на одно отверстие. Чтобы достичь целевого процента всхожести или в соответствии с существующей системой выращивания, можно высевать от 1 до 20 семян на отверстие. Это достигается подбором перфораторного колеса, чтобы оно соответствовало размерам семян и норме посева.

При втором способе используются высевające аппараты точного посева Kverneland Accord, позволяющей высевать одно семя на отверстие. Настройка на культуру и регулировка нормы посева осуществляется сменой семенного диска и подбором перфораторного колеса.



Рис. 1. Сеялка Samco PM 8220

Укладка семян в мульчированный грунт с помощью семенных клещей, которые последовательно прокалывают пленку и одновременно закладывают семена в грунт. Недостаток данных рабочих органов заключается в том, что при малом расстоянии между семенами клещи, открываясь и закрываясь выполняют разрезы на пленке которые почти сливаются между собой. Это приводит (особенно при воздействии ветра) к надрывам и в конечном итоге сводит на нет эффект, который мульчирования, т. е. экономию воды и предотвращение роста сорняков вблизи растения.

Комбинированная машина для посева с мульчированием пленкой Spargerі SMP (рис. 2) лишена этого недостатка. Она состоит из пневматической сеялки и пленкоукладчика и позволяет за один проход замульчировать почву пластиковой пленкой или укрывным материалом, пробить отверстия в пленке, высеять семена (диаметром от 4 мм) через эти отверстия и прикатать их сверху. Дополнительно может быть оборудована приспособлением для укладки ленты капельного орошения под пленку [4].

Передний каток выравнивает почву и подготавливает семенное ложе. Центральный ролик укладывает на почву пленку, которую удерживают боковые колеса. Затем загортачи присыпают края пленки почвой с каждой стороны для надежной фиксации.



Рис. 2. Комбинированная машина для посева с мульчированием пленкой Sparger SMP

После этого колеса сеялки со специальными полыми спицами при-сасывают семена из бункеров, пробивают пленку и, когда каждая тру-ба достигает вертикального положения, укладывают семена в почву. В конце маленькие колеса прикатывают семена под пленкой.

Сеялка обеспечивает расстояние между рядами – 35–75 см, рассто-яние между семенами в ряду – 18 см, глубина посева – 4,5 см.

Однако недостатком высевальных аппаратов машины Sparger SMP является их сложность, связанная с необходимостью предотвращения забивания высевальных трубок почвой, очисткой их от остатков почвы и надежного высева семян.

Очистка высевальных спиц от почвы выполняется воздушным по-током и металлическими стержнями, проходящими внутри спиц (рис. 3). Стержни 3 проходят внутри спиц 2 и соединены со ступицей 1 таким образом, чтобы иметь осевое смещение относительно спицы, чтобы обеспечить выход их концов через соответствующее сопло.

Стержень 3 собран с определенным допуском относительно внут-реннего диаметра полости спицы, чтобы одновременно обеспечить также прохождение воздуха наружу, что позволяет выполнять комби-нированную механическую и пневматическую очистку спиц.

Стержни возвращаются в исходное положение внутрь соответ-ствующей спицы с помощью пружин. Ступица колеса 1 внутри содер-жит кулачковый элемент 4, обеспечивающий, во время качения колеса, приведение в действие одной из спиц, проходящей через спицу, кото-рая уложила семя 5 в отверстие в земле.

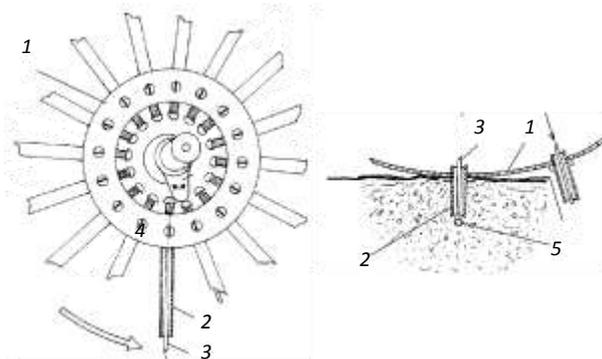


Рис. 3. Схема высева семян рабочими органами машины Spapperi SMP:
 1 – высевающее колесо; 2 – высевающие трубки; 3 – очищающие спицы;
 4 – кулачок; 5 – семя

Заключение. Для посева пропашных культур через пленку требуется разработка высевающего аппарата, обеспечивающего высев семян через мульчирующую пленку с регулируемым расстоянием между семенами. Высевающий аппарат должен дозировать семена, пробивать пленку с требуемым шагом, формируя при этом семенное ложе, и укладывать семена в почву. При этом не должно происходить забивание высевающих рабочих органов почвой или пленкой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Способы мульчирования грунта [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <http://vladam-seeds.com.ua/ru/agronomiya/sposoby-mulchirovaniya-grunta>. – Дата доступа: 18.01.2020.
2. SAMCO 41HD [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://www.samco.ie/machinery/40-hd-2/>. – Дата доступа: 18.01.2020.
3. Punch film layer [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://www.samco.ie/machinery/punch-film-layer/>. – Дата доступа: 18.01.2020.
4. SMP pneumatic seed drill [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://www.spapperi.com/en/product/smp-en/>. – Дата доступа: 18.01.2020.

Аннотация. Приведен анализ машин для посева пропашных культур под мульчирующую пленку.

Ключевые слова: мульчирующая пленка, сеялка, высевающий аппарат, перфорирующее колесо.

Секция 3. МЕХАНИЗАЦИЯ ЖИВОТНОВОДСТВА И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

УДК 681.516.7

СУЩНОСТЬ И НЕОБХОДИМОСТЬ УПРОЩЕННОГО СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

С. И. КОЗЛОВ, канд. техн. наук, доцент
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Выпуск автоматизированной техники, знание, понимание содержания и ее сущности дает возможность профессионально и эффективно ее эксплуатировать. Следовательно, уровень подготовки современного инженера должен соответствовать современному уровню развития научно-технического прогресса в области сельскохозяйственного производства. Профессиональная степень подготовки современного инженера для отраслей АПК должна определяться умением анализировать рабочий процесс систем автоматизации с целью выявления и определения причин возникающих отказов и неисправностей, а также умением профессионально организовать эксплуатацию автоматизированной техники в производственных условиях [2].

В связи с этим структурный анализ систем автоматизации техники направлен на совершенствование и интенсификацию процесса познания сущности и содержания систем автоматизации. Это достигается за счет того, что структурный анализ обеспечивает более полное, более ускоренное, а также осознанно осмысленное и целенаправленное проникновение в содержание и сущность систем автоматизации [1, 2].

Одной из разновидностей структурного анализа систем автоматизации является упрощенный структурный анализ, который является первым и необходимым учебно-познавательным приемом на пути к системному и более углубленному и осознанному пониманию структуры систем автоматизации. Этот вид структурного анализа обеспечивает в учебном процессе поступательный характер познания от простого к более сложному развернутому анализу систем автоматизации.

Основная часть. *Упрощенный структурный анализ* представляет собой процесс осознанного целенаправленного разделения технических средств автоматизации на две разновидности структурных эле-

ментов: объект автоматизации и систему управления, а также определение физического взаимодействия между собой структурных элементов и составление упрощенной структурной схемы [4, 5].

Также, в свою очередь, разделяется и система управления на отдельные разновидности автоматических регуляторов и определяется в системе управления каждой системы автоматизации их количественный состав. При этом процесс разделения системы автоматизации на две отдельные и обособленные части происходит на основе знаний содержания определений объекта автоматизации и системы управления.

Таким образом, система управления может иметь в своем составе различное количество автоматических регуляторов, поэтому система управления может быть представлена одним, двумя или большим количеством отдельных частей, которые представляют собой ее структурные элементы.

К выполнению структурного анализа необходимо приступить после тщательного изучения и в полной мере усвоения материалов, связанных с назначением, устройством и рабочим процессом системы автоматизации машины или оборудования. Наиболее эффективное усвоение указанных параметров в процессе изучения системы автоматизации любой машины осуществляется посредством использования ее графического и текстового материала [3, 5]. Графический материал – это принципиальная электрическая схема, а текстовый материал – описание, выполненное на основе использования принципиальной электрической схемы. Следовательно, текстовый и графический материалы в достаточной мере объясняют и раскрывают назначение, устройство и рабочий процесс системы автоматизации машины или оборудования любого назначения.

Разделение систем автоматизации на объект и систему управления, которая в свою очередь может разделяться на отдельные виды автоматических регуляторов, осуществляется на основе знаний их устройства и рабочего процесса. Хорошее знание определений, раскрывающих содержание структурных элементов позволяет, выполнять упрощенный структурный анализ систем автоматизации, а также разделять их на отдельные самостоятельные части. Самостоятельность отдельных частей систем автоматизации обуславливается выполнением такими частями конкретных функциональных задач.

После разделения системы автоматизации на структурные элементы необходимо выявить общий характер физического взаимодействия

между объектом и автоматическими регуляторами (системой управления). Выявление их взаимодействия означает установление физической связи между объектом и автоматическими регуляторами. Но для этого необходимо определить входные и выходные физические параметры, которые присущи каждому структурному элементу, а также определить их физическую природу и вид. Физическая связь между объектом автоматизации и автоматическими регуляторами характеризуется действием их входных и выходных параметров [5].

Результатом выполненного упрощенного структурного анализа системы автоматизации машины или оборудования является упрощенное графическое изображение ее структуры. Такая структура системы автоматизации оформляется в виде упрощенной структурной схемы. В упрощенной структурной схеме элементы показывают условными графическими и буквенными символами. Графические символы имеют вид прямоугольников. Буквенные символы представляют собой две прописные буквы русского алфавита. Буквенные символы размещают внутри прямоугольников и отражают название структурных элементов, которые определяют упрощенный структурный состав системы автоматизации.

Упрощенная структурная схема систем автоматизации представляет собой чертеж с минимальным количеством структурных элементов. Численный состав структурных элементов в упрощенных структурных схемах зависит от конструктивной сложности и вида систем автоматизации. Выделенные структурные элементы из систем автоматизации показывают в такой структурной схеме отдельными частями. Одну часть представляет собой структурный элемент, называемый объектом автоматизации, вторая часть структурных элементов входит в состав системы управления.

Численный состав структурных элементов в каждой системе автоматизации определяется количеством различных видов автоматических регуляторов.

Когда в системах автоматизации управление объектом осуществляется по одному физическому параметру, тогда автоматическое управление объектом осуществляется одним автоматическим регулятором. Такие системы автоматизации разделяются на два структурных элемента, которые показываются в упрощенной структурной схеме. Одним структурным элементом является объект автоматизации, другим структурным элементом – автоматический регулятор управления.

Если в системах автоматизации сельскохозяйственной техники функционирует автоматическая сигнализация, то технические средства автоматической сигнализации образуют автоматический регулятор сигнализации, который показывается в упрощенной структурной схеме в виде отдельного структурного элемента.

Если в системах автоматизации управление объектом осуществляется по двум физическим параметрам, то есть объектом управляют два независимых один от другого автоматических регулятора. Такие системы автоматизации разделяют на три структурных элемента, которые показывают на упрощенной структурной схеме. Здесь тогда одним структурным элементом является объект автоматизации и два других структурных элемента представляют собой автоматические регуляторы управления. В таких системах автоматизации может действовать автоматическая сигнализация, которая представляет собой автоматический регулятор сигнализации и в этом случае он тоже показывается в упрощенной структурной схеме системы автоматизации.

Существующее взаимодействие между объектом автоматизации и системой управления показывается на упрощенных структурных схемах в виде линий со стрелками. Рядом со стрелками пишутся физические параметры общепринятыми латинскими и греческими буквами. Линии со стрелками и буквенные обозначения отражают физическую связь между структурными элементами и направление действия такой связи. Физическая связь позволяет объяснить общий характер взаимодействия между объектом и системой управления, а также взаимодействие объекта автоматизации и окружающей средой [3, 5].

Заключение. Таким образом, упрощенный структурный анализ является наиболее простым, но весьма эффективным методическим приемом при изучении систем автоматизации современной сельскохозяйственной техники. Он обеспечивает первоначальное и упрощенное представление о структуре систем автоматизации. И эффективность такого структурного анализа характеризуется полезностью понимания упрощенной структуры систем автоматизации. Упрощенный структурный анализ позволяет иметь хотя и общее, но необходимое и полезное представление о сущности систем автоматизации сельскохозяйственной техники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бородин, И. Ф. Автоматизация технологических процессов / И. Ф. Бородин, Ю. А. Судник. – Москва: Колос, 2004.

2. Козлов, С. И. Структурный анализ автоматизированных систем управления сельскохозяйственной техники / С. И. Козлов, С.А. Бортник // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. – Брянск.: Издательство Брянского ГАУ, 2019. – С. 276–281.

3. Проектирование систем автоматизации технологических процессов / А. С. Клюев [и др.]. – Москва: Энергоатомиздат, 1990.

4. Автоматизация сельскохозяйственного производства / В. В. Концур [и др.]. – Киев: Урожай, 1988.

5. Радченко, Г. Е. Автоматизация сельскохозяйственной техники / Г. Е. Радченко. – Минск: Технопринт, 2005.

Аннотация. Упрощенный структурный анализ является наиболее простым, но весьма эффективным методическим приемом при изучении систем автоматизации современной техники. Он обеспечивает первоначальное и упрощенное представление о структуре систем автоматизации и позволяет иметь хотя и общее, но необходимое и полезное представление о ее сущности.

Ключевые слова: автоматизация, структурный анализ, структурная схема, структурные элементы.

УДК 532.135:631.22.018

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА СКРЕПЕРНОГО НАВОЗУБОРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ПРОХОДАХ С ПОДПОЛЬНЫМ КАНАЛОМ

Ю. А. КРУПЕНИН, ст. преподаватель

П. Ю. КРУПЕНИН, канд. техн. наук, доцент

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

Введение. При анализе бесподстильного метода содержания КРС можно отметить, что отказ от соломенной подстилки ухудшает условия содержания животных, негативно влияет на их здоровье и, в частности, на состояние копыт. Статистически до 27 % потерь продукции из-за нарушения здоровья животных в молочном скотоводстве приходится именно на болезни конечностей [1].

В вышеприведенном контексте особую важность приобретает своевременная и качественная очистка навозных и кормонавозных проходов в коровнике от экскрементов. Наиболее перспективным типом скреперного оборудования для уборки навоза являются скреперы,

предназначенные для работы в проходах с подпольным каналом. Поскольку такой тип оборудования является относительно новым, то в научно-методической литературе отсутствует методика обоснования его конструктивных и технологических параметров, что усложняет работу по проектированию подобных технических систем.

Основная часть. Для процесса движения полужидкого навоза с достаточной степенью приближения может быть применена реологическая модель Шведова – Бингама [2], часто используемая для описания разнообразных течений большого числа реальных вязкопластических сред [3].

Запишем реологическое уравнение вязкопластической среды Шведова – Бингама в общем виде [4]:

$$\tau = \tau_0 + \eta \frac{du}{dy}, \quad (1)$$

где τ – касательное напряжение сдвига, Па;

τ_0 – предельное напряжение сдвига, по достижении которого начинается движение вязкопластической среды, Па;

η – коэффициент динамической вязкости, Па · с;

$\frac{du}{dy}$ – проекция градиента скорости на направление, перпендикулярное направлению движения, с.

С целью адаптации реологической модели (1) для математического описания механического транспортирования полужидкого навоза в канале круглого поперечного сечения рассмотрим схему данного процесса (рис. 1).

Как видно из рис. 1, транспортирование навоза осуществляется скребком 5, установленным внутри горизонтального цилиндрического канала 3 с кольцевым зазором δ от его внутренней поверхности. Наличие зазора приводит к тому, что образующееся при движении скребка тело волочения 4 скользит внутри канала на своеобразной «подушке» – слое навозной массы толщиной δ . Градиент скорости в этом тонком слое навоза (при принятии допущения о линейной зависимости du/dy) составит v/δ , где v – скорость движения скребка, м/с.

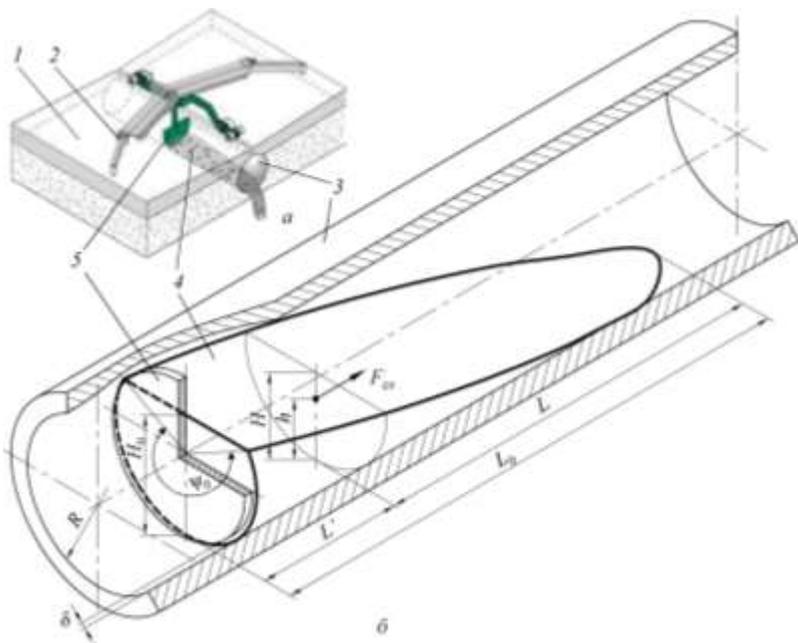


Рис. 1. Общий вид оборудования и физика процесса транспортирования навоза в цилиндрическом канале:
a – общий вид скрепера с подпольным каналом; *б* – схема процесса;
1 – пол навозного прохода; *2* – скрепер; *3* – канал; *4* – тело волочения; *5* – скребок

Преобразуем реологическую модель вязкопластической среды Шведова – Бингама (1) в уравнение баланса сил, действующих на равномерно движущееся тело волочения навозной массы:

$$F_{ст}(H) = \left(\tau_0 + \eta \frac{v}{\delta} \right) S_{см}(H), \quad (2)$$

где $F_{ст}(H)$ – функция силы гидростатического давления на поперечное сечение тела волочения, Н;

$S_{см}(H)$ – функция площади смоченной поверхности канала, м².

Зависимость силы гидростатического давления $F_{ст}$ от высоты H поперечного сечения тела волочения также может быть выражена в виде:

$$F_{cr}(H) = \rho gh(H)S_{mn}(H), \quad (3)$$

где ρ – плотность навоза, кг/м³;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

$h(H)$ – функция координаты высоты центра тяжести поперечного сечения тела волочения, м;

$S_{mn}(H)$ – функция площади поперечного сечения тела волочения, м².

Функции высоты $h(H)$ и площади $S_{mn}(H)$ тела волочения определим посредством преобразования известных зависимостей площади и центра тяжести кругового сегмента [5] к следующему виду:

$$h(H) = R - \frac{2H(2R-H)\sqrt{H(2R-H)}}{3S_{mn}(H)}; \quad (4)$$

$$S_{mn}(H) = \frac{R^2}{2} [\psi(H) - \sin \psi(H)]; \quad (5)$$

$$\psi(H) = 2 \arccos \left(1 - \frac{H}{R} \right), \quad (6)$$

где R – радиус канала, м;

H – высота поперечного сечения тела волочения, м;

$\psi(H)$ – функция угла между радиус-векторами к поверхности тела волочения, рад.

Выполнив подстановку параметров из формул (3–6) в уравнение (2), получим зависимость для определения площади смоченной поверхности канала $S_{см}$:

$$S_{см}(H) = \frac{\rho gh(H)S_{mn}(H)}{\tau_0 + \eta \frac{v}{\delta}}. \quad (7)$$

Выражение (7) позволяет определять площадь смоченной поверхности $S_{см}$ в зависимости от геометрических параметров канала, высоты тела волочения и реологических свойств навоза.

Для определения длины и объема тела волочения рассмотрим его элементарный фрагмент бесконечно малой длины dL . Приращение его площади смоченной поверхности составит:

$$dS_{\text{см}}(H) = dP_{\text{см}}(H)dL(H), \quad (8)$$

где $dP_{\text{см}}(H)$ – приращение функции длины смоченного периметра канала, м;

$dL(H)$ – приращение функции длины тела волочения, м.

Функция длина смоченного периметра представляет собой $P_{\text{см}}(H) = R\psi(H)$, а ее производная, вычисленная с учетом формулы (6), соответственно равна:

$$dP_{\text{см}}(H) = \frac{10R}{\sqrt{2+H-H^2/4}}. \quad (9)$$

Выполним подстановку выражения (9) в формулу (8) и решим ее относительно $dL(H)$:

$$dL(H) = \frac{\sqrt{2+H-H^2/4}}{10R} dS_{\text{см}}(H). \quad (10)$$

Для определения функции длины $L(H)$ тела волочения необходимо интегрирование выражения (10) в пределах от 0 до H :

$$L(H) = \frac{1}{10R} \int_0^H \sqrt{2+H-\frac{H^2}{4}} dS_{\text{см}}(H) dH. \quad (11)$$

Объем dV элементарного фрагмента тела волочения может быть определен произведением площади поперечного сечения $S_{\text{пн}}$ на приращение длины $dL(H)$:

$$dV(H) = S_{\text{пн}}(H)dL(H) = \frac{R\sqrt{2+H-H^2/4}[\psi(H) - \sin\psi(H)]}{20} dS_{\text{см}}(H). \quad (12)$$

Функцию объема $V(H)$ тела волочения получим интегрированием вышеприведенного выражения $dV(H)$:

$$V(H) = \frac{R}{20} \int_0^H \sqrt{2+H-H^2/4} [\psi(H) - \sin \psi(H)] dS_{cm}(H) dH . \quad (13)$$

Зависимости (11) и (13) позволяют рассчитывать объем и размеры тела волочения навозной массы с учетом конструктивно-кинематических параметров транспортной системы и реологических свойств полужидкого навоза.

Заключение. Полученные математические модели могут быть использованы студентами, магистрантами, инженерами-конструкторами, а также научными работниками для решения задач, связанных с обоснованием технологических параметров и режимов работы скреперного навозоуборочного оборудования с центральным подпольным каналом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Финогенов, А. Больные копыта коров: причины, следствия, профилактика / А. Финогенов // Белорусское сельское хозяйство. – № 7. – 2014. – С. 38–41.
2. Назаров, С. И. Механизация обработки и внесение органических удобрений / С. И. Назаров, В. А. Шаршунов. – Минск: Ураждай, 1993. – 296 с.
3. Рейнер, М. Реология / М. Рейнер. – Москва: Наука, 1965. – 223 с.
4. Вишняков, В. И. К теории нестационарных течений вязкопластических сред / В. И. Вишняков, Л. Д. Покровский // Инженерный журнал: наука и инновации. – Вып. 8. – 2013. – С. 37–41.
5. Жуковский, Н. Е. Теоретическая механика. Статика и графостатика / Н. Е. Жуковский. – Москва: Государственное научно-техническое издательство, 1934. – 143 с.

Аннотация. В статье приводятся результаты теоретических исследований по адаптации реологической модели вязкопластической среды Шведова – Бингама к рабочему процессу скреперного оборудования с подпольным каналом. Полученные математические выражения позволяют определять размеры тела волочения навозной массы и могут быть использованы для обоснования технологических параметров и режимов работы скреперного навозоуборочного оборудования с подпольным каналом.

Ключевые слова: полужидкий навоз, скреперное оборудование, реология, модель Шведова – Бингама, неньютоновская жидкость.

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

К. А. МАЧЁХИН, магистр техн. наук
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Возрастающая стоимость энергоносителей требует особого подхода к использованию их в производственном цикле, а также оценке эффективности технологий и энергоэффективности затрат на производство продукции.

Условия хозяйствования на данном этапе ориентированы на получение экономической выгоды от вложенных средств в новые технологии, современную технику, оборудование, применение инновационных разработок. Ограниченность материальных и финансовых ресурсов требует весьма жестких условий оценки предполагаемого эффекта, экономической эффективности нововведений, целесообразности их вложений в них.

Становится все более очевидным, что традиционные методы ведения хозяйствования, применение высокозатратных, энергоемких технологий, устаревших моделей машин, несовершенного оборудования не могут обеспечить получение конкурентоспособной продукции.

Основная часть. В настоящее время на молочно-товарных фермах в США, Дании, Голландии и в других европейских странах интенсивно развивается ресурсосберегающее животноводство, основанное на автоматизации технологических процессов. Это прежде всего использование автоматической системы кормления скота; программного модуля регистрации измерительных и системных данных с компьютеров, управляющих кормлением и регулирующих микроклимат; контролируемой системы ферментации кормов; системы позиционирования сосков вымени при автоматическом доении коров; автоматического очистителя основания копыт у коров; системы измерения содержания жиров, протеинов, мочевины и лактозы в молоке с помощью коротковолнового инфракрасного излучения; системы локального определения позиции животного в реальном времени и др.

При любой температуре корова нуждается в большом количестве воды. Рынок насыщен разнообразными вариантами поилок для животных и птицы.

Особенно затратная эксплуатация автопоилок и зимний период ведь необходимо поддерживать температурный режим в поильной чаше независимо от наружной температуры (рис. 1).

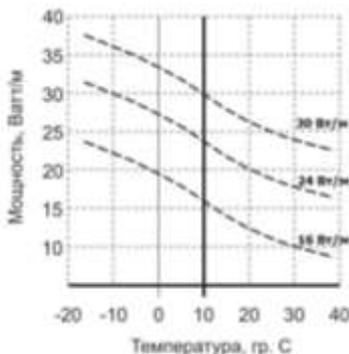


Рис. 1. График изменения мощности кабеля при изменении температуры

Способы обогрева поилок:

1. Подключение водопроводной воды к центральному отоплению;
2. Замена обычных поилок на поилки со встроенными обогревателями;
3. Установка всевозможных видов электротэнов в боковых частях поилки;
4. Обогрев поилки саморегулирующимся кабелем;
5. Обогрев поилок специальными нагревателями на основе греющего кабеля или гибкого ТЭНа [1].

Классические поилки, используемые в отечественном животноводстве, представляют собой поилки с электрическим подогревом в виде ТЭНа, который может быть, как в контакте с чашей, так и изолированным.

Саморегулирующийся кабель – инновационная технология для обогрева и подогрева, перспективная к внедрению в систему автопоения.

Один из основных элементов кабеля – проводящая матрица, изготовленная на основе углеродного полимера РТС (Positive Temperature Coefficient). Полимер способен самостоятельно изменять параметры электропроводности, за счет чего он может изменять показатели мощности (величину выделяемого тепла) в зависимости от температуры окружающей среды на том участке, где это больше всего необходимо.

Таким образом достигаются лучшие показатели КПД и сокращения потерь электроэнергии [3].

Еще одним перспективным направлением в ресурсосбережении при поении животных представляет собой применение геотермальных зондов (рис. 2).

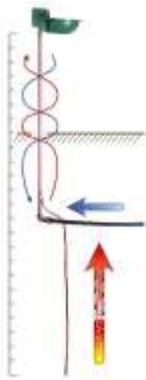


Рис. 2. Общий вид поилки с геотермальным зондом

Зарубежные компании предлагают автопоилки для животных с использованием геотермальной энергией. Работа геотермального зонда заключается в следующем. Геотермальный зонд содержит газ для передачи тепла. Зонд вставляется в медную трубку и передает тепло от почвы к фитингам поилки, чтобы они не замерзли [1].

Заключение. Применение современных технологий в сельском хозяйстве позволит вывести его на новый уровень и сделать более конкурентоспособным. Энергосберегающие технологии позволят сократить издержки на производство конечной продукции и сократить использование энергетических мощностей. При постоянном удорожании энергоносителей это направление является приоритетным в современных условиях ведения хозяйствования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт LA BUVETTE [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.labuvette-waterers.co.uk/cattle/drinking-solutions-cattle/indoor/frost-free-solutions/kit-anti-freeze/sonde-geothermique.html>. – Дата доступа: 01.10.2020.
2. Официальный сайт Lister [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.lister.de/marktplatz/en/articles/view/01-1096407/>. – Дата доступа: 02.10.2020.
3. Официальный сайт Samreg [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://samreg.org> свободный. – Дата доступа: 06.10.2020.

Аннотация. Описаны перспективные способы подогрева воды в поилках, отличающиеся высокой экономичностью.

Применение современных технологий в сельском хозяйстве позволит вывести его на новый уровень и сделать более конкурентоспособным. Энергосберегающие технологии позволят сократить издержки на производство конечной продукции и сократить использование энергетических мощностей.

Ключевые слова: энергоноситель, ферма, вода, поилка, саморегулирующий кабель, электроэнергия, геотермальный зонд.

УДК 631.334

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБОВ МЕХАНИЗАЦИИ МОЛОЧНО-ТОВАРНЫХ КОМПЛЕКСОВ

А. В. МЕЛЕХОВ, ст. преподаватель
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Отечественное животноводство переживает глубокий спад, обусловленный как изменением социально-экономических основ, так и продолжающейся адаптацией к условиям рыночных отношений.

Преодоление экономического кризиса, обеспечение стабилизации и устойчивого развития аграрного сектора, базирующегося на различных формах собственности и условиях хозяйствования, обуславливают необходимость исследования теоретических и методических вопросов, связанных с повышением эффективности сельскохозяйственного производства в сложившихся условиях его функционирования, а молока и молочных продуктов, в особенности.

Это объясняется тем, что успешное решение современных аграрных проблем на народнохозяйственном и внутрихозяйственном уровнях управления аграрной сферой возможно лишь при компетентном и экономически обоснованном подходе к анализу, оценке и выбору путей повышения эффективности производства продукции в сельскохозяйственных предприятиях. Выявление резервов повышения эффективности производства сельскохозяйственной продукции в настоящее время приобрело особую значимость.

За последние 10–12 лет производство продукции животноводства снизилось в 1,6–2,2 раза. Потребление молока и молочной продукции на душу населения снизилось с 2008 по 2020 г. с 485 до 329 кг в год. Удельный вес импортной молочной продукции (молока, масла, сыров) в обеспечении населения достиг 35–40 %, а во многих регионах и промышленных центрах – 60–70 %. Рентабельность производства находится на низком уровне и колеблется от 0,5–4 до 16–20 %. При производстве основных продуктов животноводства в Республике Беларусь затрачивается труда в 6–15 раз (8,5–9,1 чел.-ч/ц), энергии в 2,5–3,0 раза (1100–1300 кВт · ч/гол.) и кормов в 1,5–2 раза (1,3–1,5 ц к. ед.) больше передовых западно-европейских стран.

При таких высоких показателях невозможно противостоять широкой интервенции продукции животноводства западных стран на белорусский рынок. Анализ современного состояния производства продукции животноводства показывает, что его восстановление может быть обеспечено только на качественно новом технологическом и техническом уровнях, позволяющих более полно реализовать генетический потенциал животных, рационально использовать корма, энергетические, финансовые и трудовые ресурсы, основные фонды и получать высококачественную экологически чистую продукцию.

Основная часть. Успешное развитие этой отрасли, в суровых современных условиях наравне с другими факторами, в значительной мере определяется уровнем ее оснащения современными техническими средствами: машинами, оборудованием, системами автоматизации и энергообеспечения. Только на основе применения высокоэффективных комплектов машин и оборудования можно реализовать достижения отечественной и мировой науки и передовой практики в области зоотехнии, ветеринарной медицины, кормления и содержания животных, организации труда и управления, обеспечивающих повышение продуктивности животных, снижение трудоемкости, энергоемкости и материалоемкости производства, охрану окружающей среды, получение высококачественной и экологически чистой продукции.

Применение современных машин и орудий, позволят реализовать различные, в том числе и ресурсосберегающие технологии производства, они в решающей мере влияют на величину затрачиваемых ресурсов, эффективность производства и продуктивность животных – через создание необходимых условий для их содержания и кормления, сохранность и качество продукции, условия труда работников.

Отмеченная положительная роль новой техники в конечном итоге влияет на величину получаемой прибыли и сроки окупаемости инвестиций. Велика роль средств механизации труда в животноводстве в создании благоприятных, социально привлекательных условий труда, в обеспечении экологической безопасности окружающей среды, в повышении профессиональной подготовки работников ферм.

Поэтому в сложившихся условиях одной из важнейших научно-технических проблем, требующих своего решения, является обоснование наиболее эффективных средств и способов механизации выполнения как отдельных процессов, так и комплексной механизации ферм с учетом организационно-экономических и технологических условий ведения животноводства. Анализ литературных источников показывает, что еще недостаточно исследованы некоторые организационно-экономические вопросы производства молока: например, не выявлены резервы роста производительности труда и снижения себестоимости производимой продукции за счет оптимальной структуры технических средств, технологий и условий их эксплуатации применительно к рыночным условиям хозяйствования [1–9].

Уточнение влияния роли различных факторов, обоснование наиболее эффективных средств и способов механизации выполнения основных групп технологических процессов, комплектов и систем машин для производства продукции, применительно к различным организационно-экономическим условиям имеет большую научную актуальность и практическую значимость. Научно обоснованный системный подход к определению и принятию решений в производственных процессах позволяет организовать знания и опыт таким образом, что становится возможным по оценочным критериям и, прибегнув к математическому моделированию, находить оптимальные варианты технологий и технических средств их реализующих.

В настоящее время оценка эффективности существующих и разрабатываемых технологий, поточных линий и комплектов оборудования базируются на проведении многовариантных и трудоемких расчетов.

Значительное снижение трудоемкости выполнения этих расчетов достигается при использовании математических методов и ЭВМ.

Заключение. 1. Проведенные исследования позволили установить, что основными причинами низкой эффективности производства продукции животноводства являются: слабая оснащенность ферм техникой, высокий износ машин и медленное обновление парка новыми машинами, высокие затраты материальных и трудовых ресурсов, сла-

бая кормовая база и потеря квалифицированных кадров в совокупности не позволяющие применять прогрессивные технологии, обеспечить условия для повышения продуктивности животных, улучшения качества продукции, рационально использовать ресурсы.

2. Для обоснования оптимальных комплектов машин и оценки экономической эффективности техники, технологий и инновационных мероприятий в животноводстве необходимо применять систему стоимостных и натуральных показателей. Сравнительная оценка экономической эффективности техники, технологий и обоснование рациональных комплектов машин проведены по критериям минимум приведенных и интегральных затрат.

3. Исследования показали, что в молочном скотоводстве большое влияние на эффективность производства и качество получаемой продукции оказывает способ механизации доения, очистки, охлаждения и первичной обработки молока. Наибольшие предпосылки для снижения трудоемкости, энергоемкости и издержек на доение коров имеют автоматизированные доильные установки с поточным обслуживанием животных (конвейерно-кольцевые, со станками типа «Елочка» и «Тандем»). Доение в дольных залах позволяет сократить трудоемкость обслуживания животных на 32,3–55 %, приведенные затраты на 38–45 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алябьев, Е. В. Приготовление, хранение и раздача кормов на животноводческих фермах / Е. В. Алябьев. – Москва: Колос, 2014. – 384 с.
2. Антошкевич, В. С. Экономическая эффективность с.-х. машин / В. С. Антошкевич. – Москва: Экономика, 2012. – 184 с.
3. Бабинец, В. А. Применение методов математического моделирования при определении технико-экономических показателей доильных установок / В. А. Бабинец // Автоматизация испытаний и управления технологическими процессами в животноводстве: Труды Кубнитим. – 2016. – С. 53–63.
4. Белов, А. И. Моделирование поточных линий в животноводстве на основе теории управляемых многофазных систем массового обслуживания / А. И. Белов // Труды ВИМ. – 2013. – Вып. 14. – С. 96–103.
5. Беляев, Н. М. Комплексная механизация в животноводстве / Н. М. Беляев, // Достижение науки и техники в АПК. – 2014. – № 5. – С. 50–53.
6. Белянчиков, Н. Н. Механизация животноводства и кормоприготовления / Н. Н. Белянчиков, А. И. Смирнов. – Москва: Агропромиздат, 2015. – 432 с.
7. Бершицкий, Ю. И. К методике оптимизации планов и внутрихозяйственного развития производства / Ю. И. Бершицкий, А. Г. Лишний // Вопросы механизации электрификации сельскохозяйственного производства. – 2016. – Вып. 18. – С. 23–30.
8. Браславец, М. Е. Экономико-математические методы в организации и планировании с.х. производства / М. Е. Браславец. – Москва: Экономика, 2017. – 468 с.

9. Бронфман, Л. И. Системный подход к механизации технологических процессов в животноводстве / Л. И. Бронфман // Совершенствование рабочих процессов и параметров с.-х. машин и оборудования. – 2014. – С. 58–62.

Аннотация. Рассмотрены вопросы экономического обоснования способов механизации молочно-товарных комплексов.

Ключевые слова: молочно-товарный комплекс, механизация, экономическая эффективность.

УДК 628.385

К ОБОСНОВАНИЮ НЕОБХОДИМОСТИ ПРАВИЛЬНОГО ПОДБОРА И ПОДГОТОВКИ СЫРЬЯ ДЛЯ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК

А. А. ОСТРЕЙКО, ст. преподаватель
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. В мире наблюдается повышенный интерес к возобновляемым источникам энергии, связанный с непрерывно уменьшающимися запасами энергоносителей, их удорожанием, ухудшением экологии, а также желанием многих стран достичь определенного уровня энергетической безопасности. К ним относится и биомасса, служащая для получения биогаза и ценных биоудобрений.

Важнейшими факторами, влияющими на производительность биогазовых установок, являются правильный подбор компонентов сырья, из которого производится биогаз и грамотная их подготовка к ферментации.

Поэтому целью данной работы является выявление и анализ факторов, влияющих на процесс получения биогаза для различных типов сырья, определение их оптимального соотношения с учетом повышения его выхода и улучшения качества, определение критериев, по которым следует подбирать сырье для биогазовых установок, обоснование необходимости смешивания различных видов сырья и предварительной его подготовки перед подачей в ферментатор с анализом существующих технологий и оборудования.

Основная часть. Одним из направлений биоэнергетики является переработка биомассы методом метанового брожения с получением

биогаза (метан – 40–70 %, углекислый газ – 30–60 %, сероводород – до 3 %, водород до 1 % и др. газы – 1–5 % [1, 2]) и обеззараженных органических удобрений.

В мире известно около 60 разновидностей различных биогазовых технологий, в которых основное место отведено биогазовым установкам, представляющим собой герметически закрытую емкость, где при определенной температуре в анаэробных условиях происходит сбраживание собранного и подготовленного сырья с получением биогаза.

Существующие биогазовые установки классифицируют по методам загрузки сырья, методам сбора биогаза, по используемым для их сооружения материалам, горизонтальному или вертикальному расположению реактора, подземной или наземной конструкции, а также по использованию дополнительных устройств.

В зависимости от исходного сырья различают сельскохозяйственные, кофферментационные, промышленные биогазовые установки и установки, работающие на газе, получаемом в результате переработки мусора [2].

Сырьем для биогазовой установки служит навоз (как плотный, так и жидкий), отходы пищевой промышленности, пищевые и кормовые остатки, барда, биомусор (коммунальные отходы и др.), а также энергетические растения, такие как кукуруза, зерновые, подсолнечник, различные травы, а также свёкла, силос и т. д. [3]

Качество сырья, загружаемого в ферментатор биогазовой установки, характеризуется влажностью, скоростью его расщепления и степенью разложения, наличием в нем питательной среды для жизнедеятельности бактерий, выходом биогаза на единицу сухого вещества, содержанием метана в биогазе и соотношением углерода и азота в сырье (табл. 1) [4]. Именно от этих показателей зависит время его сбраживания, количество получаемого биогаза и его состав. Расщепление органики на отдельные составляющие и превращение в метан происходит лишь во влажной среде, поскольку различные виды бактерий, участвующие в этом процессе, могут перерабатывать только вещества в растворенном виде. Установлено, что влажность сырья, загружаемого в реактор биогазовой установки, составляет не менее 85 % в зимнее время и 92 % в летнее время года [4], а выход биогаза зависит от вида используемого сырья, а также температуры процесса сбраживания.

Таблица 1. Выход биогаза и содержание в нем метана, а также соотношение содержания углерода и азота при использовании разных типов сырья

Тип сырья	Выход газа на килограмм сухого вещества, м ³	Содержание метана, %	Соотношение углерода и азота C/N
Навоз КРС	0,25–0,34	65	16,6–25
Свиной навоз	0,34–0,58	65–70	6,2–12,5
Птичий помет	0,31–0,62	60	7,3–9,65
Конский навоз	0,20–0,30	56–60	25
Овечий навоз	0,30–0,62	70	33
Сточные воды, фекалии	0,31–0,74	70	6–10
Пшеничная солома	0,20–0,30	50–60	100–150
Овсяная солома	0,29–0,31	59	50
Кукурузная солома	0,38–0,46	59	50
Трава	0,28–0,63	70	12
Листва деревьев	0,21 - 0,29	58	50

Скорость расщепления сырья определяет время пребывания его в ферментаторе, чем меньше это время, тем более экономична установка. Сырье всегда состоит из различных групп веществ, скорость разложения которых значительно отличается между собой (рис. 1) [5]. В качестве единицы измерения для минимального времени разложения в ферментаторе служит время генерации соответствующего вида бактерий, поэтому если время брожения будет коротким, то бактерии не успеют удвоить своей бактериальной массы, что приведет к падению газообразования и соответствует нижней границе необходимого времени для брожения. Верхняя граница времени для брожения определяется технически и экономически моментом, когда количество вырабатываемого газа настолько мало, что увеличение объема ферментатора будет дороже, чем добытый газ.

Быстроразлагаемое сырье, такое как сахарная свекла, отходы продуктов питания и др., приводит к переокислению ферментатора, поэтому мало подходит для брожения в чистом виде и должно использоваться в смеси с другими видами сырья.

Большинство установок для своей работы используют силос из трав, кукурузы, люпина, остатки зерна и т. д. (табл. 2) [5] в смеси с жидким или твердым навозом, который в чистом виде, как правило, используется редко.

Выход газа в них доказывает эффективность смешивания различных видов сырья перед его ферментацией.



Рис. 1. Скорость разложения групп веществ

Установлено, что совместное использование навоза КРС и помета птиц повышает выход биогаза до $0,528 \text{ м}^3/\text{кг}$, тогда как при использовании только навоза КРС он составлял $0,380 \text{ м}^3/\text{кг}$, а гомогенизация навоза КРС позволяет повысить производство биогаза с $0,174$ до $0,380 \text{ м}^3/\text{кг}$ [6].

Таблица 2. Удельные показатели современных биогазовых установок

Исходное сырье	Выход биогаза, м^3	Электроэнергия, кВт · ч	Тепловая энергия, кВт · ч	Удобрение, кг сухого вещества
1 т свиной жижи + 100 кг зерноотходов	78	170	187	76
1 т свиной жижи + 100 кг кукурузного силоса	43	93	102	60
1 т навозной жижи КРС	22	48	54	56
1 т твердого куриного помета + 100 кг падших птиц	268	582	643	433

Рис. 2 наглядно показывает разницу в выходе газа из выделений различных видов животных и птицы в зависимости от продолжительности периода брожения [5]. Похожая зависимость имеет место при брожении энергетических растений и других органических остатков, для которых время брожения в ферментаторе должно составлять минимум 42 дня, а для сырья в виде отходов переработки агропромышленности от 20 до 35 дней [4].

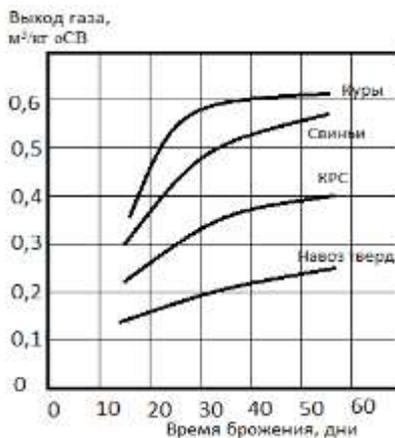


Рис. 2. Выход газа при термофильном режиме в зависимости от вида сырья и продолжительности брожения

Степень разложения сырья напрямую зависит от его состава и отражается на количестве получаемого газа. Обычно величина ее варьирует в пределах от 30–70 %, а для усредненного периода брожения будет составлять до 60 %. Установки, работающие исключительно на возобновляемом сырье, достигают степени разложения от 80 % органической сухой массы [4]. Кроме того, применение энзимов, бустеров для искусственной деградации сырья (например, ультразвуковых или жидкостных кавитаторов) и других приспособлений позволяет увеличить выход биогаза на самой обычной установке с 60 % до 95 % от теоретически возможного выхода [7].

Для роста и жизнедеятельности метанообразующих бактерий необходимо обязательное присутствие в сырье органических и минеральных питательных веществ, таких как углерод, азот, водород, сера, фосфор, калий, кальций, магний и некоторого количества микроэлементов – железа, марганца, молибдена, цинка, кобальта, селена, вольфрама, никеля и других. Эти микроэлементы особенно необходимы бактериям для образования энзимов, ускоряющих процесс брожения. Все эти вещества в необходимом количестве содержатся в жидком и твердом навозе. Достаточное их количество содержится также в сене, кукурузе (свежей или консервированной), пищевых отходах, внутренностях животных, барде, молочных продуктах, которые могут бродить в чистом виде без добавления других видов сырья [8].

Важным фактором, влияющим на выход биогаза, является соотношение углерода и азота в перерабатываемом сырье. Если оно чрезмерно велико, то недостаток азота будет сдерживать процесс метанового брожения. Если же это соотношение слишком мало, то образуется такое большое количество аммиака, что он становится токсичным для бактерий. Поэтому для поддержания его в оптимальных пределах с целью получения максимально возможного выхода биогаза современные биогазовые установки работают на смешанном сырье, используя следующие соотношения питательных веществ [5]:

•C : N : P = 75:5:1 или 125:5:1

•C : N = 10:1 или 30:1

•N : P = 5:1

При подборе сырья необходимо учитывать, что только из органической части сухой массы можно произвести метан [8, 9]. Поэтому содержание органической сухой массы в соотношении с общей массой, является главным критерием для выбора составляющих смеси. Так, сырье с высоким содержанием воды (например барда) приносит по сравнению с количеством вносимого материала небольшое количество газа, так как из воды он не выделяется.

Содержание метана в биогазе определяется в первую очередь составом сырья. Максимальное его количество получается из протеинов – 71 %; жиры дают – 68 %, а углеводороды – лишь 50 % [5, 8]. Поэтому предпочтение отдается смесям сырья с высоким содержанием жиров и протеинов, таких как отходы зерна, свекла и картофель. В среднем выход газа из энергетических растений составляет 0,3 м³ метана на килограмм органического сухого субстрата с отклонениями до ±30 % [5]. Существенная разница проявляется при расчете выхода газа с гектара посевной площади. Например, у свеклы и силосных сортов кукурузы по сравнению с другими культурами он составляет свыше 6000 м³/га [8], поэтому силос из кукурузы является самым используемым сырьем для биогазовых установок.

Зерно и клубнеплоды хоть и имеют высокий выход газа, но с 1 га возделываемой площади он будет составлять около 3000 м³/га, что в два раза ниже, чем у кукурузного силоса из-за меньшего количества биомассы.

Повышение эффективности биогазовой установки определяется подбором компонентов по однородности и степени предварительного их измельчения, последнее влияет на количество произведенного газа через длительность периода брожения. Твердые материалы, в особенности растительного происхождения в составе смеси не должны пре-

вышать 12 % и быть предварительно измельчены до размеров частиц не более 30 мм с помощью режущих, разрывающих или плющильных устройств перед подачей в ферментатор [8, 9].

Заключение. Для обеспечения оптимального выхода биогаза из ферментатора биогазовой установки необходимо тщательно подбирать исходное сырье, которое характеризуется влажностью, скоростью его расщепления и степенью разложения, наличием в нем питательной среды для жизнедеятельности бактерий, выходом биогаза на единицу сухого вещества, содержанием метана в биогазе и соотношением углерода и азота в сырье. Именно от этих показателей зависит время его сбраживания, количество получаемого биогаза и его состав. Обоснована необходимость смешивания сырья и предварительной его подготовки перед подачей в ферментатор биогазовой установки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Альтернативные источники энергии. Технология производства биогаза [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <http://ecoenergy.org.ua/biotoplivo/tehnologiya-proizvodstva-biogaza.html> – Дата доступа: 16.02.2019.
2. Веденев, А. Г. ОФ «Флюид» Биогазовые технологии в Кыргызской Республике / А. Г. Веденев, Т. А. Веденева. – Бишкек: Типография «Евро», 2006. – 90 с.
3. BIOGAS. Ежегодная конференция. Биогаз [Электронный ресурс]. – 2007. – Режим доступа: <http://www.biogasinfo.ru/about>. – Дата доступа: 20.02.2019.
4. Росбиогаз. Руководство по биогазовым технологиям [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <http://www.rosbiogas.ru/literatura/rukovodstvo-po-biogazovim-tehnologiyam/>. – Дата доступа: 06.02.2019.
5. Эдер, Б. Биогазовые установки: практическое пособие / Б. Эдер, Х. Шульц. – 2006. – 238 с.
6. Студенческий клуб «Альтернатива». Сборник научных трудов студентов России. Биогазификация органических отходов сельскохозяйственного производства [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://cs-alternativa.ru/text/1806/4>. – Дата доступа: 18.02.2019.
7. Агрперспектива. А у нас биогаз [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: http://www.agroperspectiva.com/ru/free_article/190. – Дата доступа: 06.02.2019.
8. Баадер, В. Биогаз: теория и практика / В. Баадер, Е. Доне, М. Бренндефнер. – Москва: Колос, 1982. – 148 с.
9. Биомасса как источник энергии / под ред. С. Соуфера; О. Заборски; пер. с англ. – Москва: Мир, 1985. – 368 с.

Аннотация. Выявлены и проанализированы факторы, влияющие на процесс получения биогаза для различных типов сырья, определено оптимальное их соотношение с учетом повышения выхода биогаза, улучшения его качества, определены критерии, по которым следует подбирать сырье для биогазовых установок. Обоснована необходимость смешивания сырья и предварительной его подготовки перед по-

дачей в ферментатор с анализом существующих технологий и оборудования.

Ключевые слова: биогаз, органическое сырье, ферментатор, биомасса, метан, измельчение, биогазовые установки.

УДК 637.133.1

СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ МОЛОКА

А. С. СИМЧЕНКОВ, ассистент
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Процесс срочного охлаждения свежесвыдоенного молока позволяет сохранить все качества продукта, подавляя развитие в нем микрофлоры. Чтобы за короткое время снизить температуру молока с +36 до +4–6 °С и грамотно организовать его хранение до переработки, используют танки-охладители.

Несмотря на то, что свежесвыдоенное молоко имеет естественную устойчивость к бактериям, только немедленное охлаждение молока до температуры 4–6 °С может остановить рост бактерий [3]. Технологически правильное охлаждение молока – единственный путь к сохранению наилучшего качества молока и получению наибольшей прибыли.

Основная часть. Молоко является отличной средой для развития молочнокислых и маслянокислых бактерий. Бактерии в молоко попадают из вымени животного, из воздуха, с рук человека, из посуды и т. д. Оптимальная температура для роста и развития бактерий 25–40 °С и рН среда 6,8–7,4.

Молочнокислые бактерии, которые вызывают сквашивание молока, приостанавливают свой рост при температуре примерно 10 °С, а при температуре 2–4 °С их развитие полностью прекращается. Заморозка также помогает приостановить развитие бактерий в молоке, но в дальнейшем, при размораживании, многие бактерии возобновляют свою активность.

Охладитель молока – аппарат для понижения температуры молока в целях подавления развития в нём микрофлоры. При этом между молоком и охлаждающей жидкостью происходит теплообмен через стенки труб или листы. Чем меньше загрязнено молоко, быстрее охлаждено и ниже температура его охлаждения, тем дольше сохраняются его

свойства. В зависимости от продолжительности хранения молоко охлаждают до определенной температуры.

Теоретическому и экспериментальному исследованию процесса охлаждения молока посвящены работы М. В. Колончука, В. П. Миклуша, В. Г. Самосюка, В. М. Русских, В. С. Бабакина, В. Н. Кулагина, В. А. Выгодина и других ученых.

Авторами статьи была произведена классификация и анализ существующих систем охлаждения молока с выявлением достоинств и недостатков в эксплуатации. На изготовленной установке были произведены опыты с охлаждением. На основе полученных данных построены и проанализированы графические зависимости.

Для охлаждения молока в хозяйствах используют различные системы и способы, которые отличаются применяемыми хладагентами и хладоносителями (аммиак, фреоны, ледяная вода, рассол), способами охлаждения (в емкостях, потоке, с аккумуляцией холода), конструкцией компрессоров, их производительностью.

Почти все способы основаны на том, что молоко отдает тепло охлаждающей жидкости через разделяющую их стенку [6].

Выделяют объемное охлаждение, охлаждение в потоке и комбинированные системы.

1. Охлаждение жидкости на проток.

Предполагает использование пластинчатых или кожухотрубных теплообменников в качестве испарителей холодильной машины. Минимальная температура воды на выходе 3–4 °С. Используется для охлаждения жидкостей не более чем на 7 К.

Характеризуется простотой, низкой стоимостью, но ограничена в применении – только для систем с постоянным расходом и постоянной или изменяющейся плавно тепловой нагрузкой.

Преимущества: простота, надежность, легкость в обслуживании; охлаждение любой жидкости с любыми конечными температурами; дешевизна.

Недостатки: неустойчивость работы при резкопеременных нагрузках.

2. Охлаждение жидкости с накопительной емкостью.

Используется для постепенного охлаждения жидкости (охлаждения молока) за счет многократной циркуляции или накопления охлажденного хладоносителя в накопительной емкости. Предполагает возможность нескольких потребителей холода с непостоянным расходом жидкости и переменными тепловыми нагрузками. Может быть исполь-

зована при наличии кратковременных пиковых нагрузках. Позволяет снабжать холодной жидкостью потребителей с большим перепадом температуры. Используются, как правило, пластинчатые или кожухотрубные теплообменные аппараты. Температура воды в емкости не ниже +4 °С. Для стабилизации режима работы водоохлаждающей машины и температуры хладоносителя в накопительной емкости могут быть установлены дополнительные перегородки.

Преимущества: простота, надежность, легкость в обслуживании, дешевизна, охлаждение любых жидкостей с любыми конечными температурами, возможность снабжением холодом потребителей с разными расходами охлаждающей жидкости, простота регулировки, устойчивая работа при любых режимах нагрузки.

Недостатки: необходима теплоизолированная емкость, требуется дополнительный насос хладоносителя.

3. Охлаждение жидкости с промежуточным хладоносителем.

Охлаждение жидкости при перепаде температур ($T_n - T_k$) более 10 °С производится с применением промежуточного хладоносителя и дополнительного теплообменника. Позволяет поддерживать температуру охлажденной жидкости с большой степенью точности и охладить жидкости на 50 °С и более за один проход через теплообменный аппарат. При небольшой модификации схемы можно получать воду с температурой на выходе до +1 °С. Также используется для охлаждения жидкостей с высокой начальной температурой. Часто применяется в случае разветвленной сети подачи хладоносителя и удаленности объекта охлаждения от холодильной машины.

Преимущества: возможность охлаждения жидкостей в широком диапазоне температур, отсутствует риск разморозки испарителя, снижен риск разморозки промежуточного теплообменника, возможность поддержания температуры охлаждаемой жидкости с высокой точностью, возможность установки холодильной машины на большом расстоянии от потребителя холода.

Недостатки: сложность регулировки системы, требуется дополнительный насос, требуется теплообменник промежуточного контура, высокие требования к герметичности системы промежуточного хладоносителя.

4. Охлаждения с возможностью получения ледяной воды и накопления льда.

Этот способ применяется для получения ледяной воды и накопления запаса льда (при явно выраженных кратковременных пиках тепло-

вых нагрузок потребителя). Ледяную воду получают с помощью пленочных или погружных испарителей. В первом случае панели испарителя, в которых кипит хладагент, орошаются водой, стекающей из распределителя в виде пленки. Образовавшаяся ледяная вода с температурой 0,5–1 °С подается потребителю. Во втором случае испаритель погружен в воду и обеспечивает ее охлаждение, интенсивность которого усиливают с помощью мешалки или барботажа воздуха.

Преимущества: возможность снижения холодопроизводительности установки за счет накопления запаса ледяной воды или льда, работа при пиковых нагрузках.

Недостатки: высокая стоимость, большие габаритные размеры.

Резервуары-охладители используют для глубокого охлаждения молока (до 4–6 °С), его временного хранения в охлажденном виде. Внутренняя емкость резервуара имеет рубашку охлаждения, обеспечивающую циркуляцию охлаждающей жидкости между стенками резервуара. Теплоизоляционный слой препятствует повышению температуры внутри емкости. Охлаждение в резервуарах-охладителях подразделяют на непосредственное и косвенное. При непосредственном охлаждении хладагент холодильной машины отнимает тепло непосредственно от молока, при косвенном охлаждении – от промежуточного хладоносителя.

Недостатки охлаждения молока с использованием резервуара-охладителя.

Охлаждение при помощи резервуаров-охладителей имеет ряд недостатков, которые решены в системе мгновенного охлаждения молока:

1. Резервуары-охладители требуют наполнения резервуара-охладителя хотя бы на 10 %, а система мгновенного охлаждения позволяет охлаждать молоко в потоке.

2. Время охлаждения в резервуаре-охладителе до 4 градусов составляет около 2,5 ч, за это время в молоке увеличивается количество бактерий, следовательно повышается вероятность некондиционного молока (кисляка), а ведь это потерянные деньги. С системой мгновенного охлаждения эта проблема решена, так как охлаждение происходит немедленно.

3. Еще один недостаток резервуаров-охладителей – смешивание молока, поступающего в охладитель от второй и последующих доек. В резервуаре происходит изменение жирового и белкового состава молока.

Система «мгновенного» охлаждения молока предназначена для быстрого охлаждения молока перед его подачей в резервуар-охладитель. В состав системы, кроме танка-охладителя молока, как правило, входит мощный ледогенератор со своим холодильным агрегатом, трубчатый (или пластинчатый) теплообменник, насос для подачи воды, термостат и аппаратура управления. Молоко, проходя через теплообменник охлаждается до 8–10 °С, а затем поступает в резервуар-охладитель для дальнейшего охлаждения (до 3–4 °С) и хранения. При правильно выбранном ледогенераторе данная система охлаждает молоко с 32 °С до 4 °С за 30–40 минут.

Достоинства системы мгновенного охлаждения молока.

Благодаря принципиально другому подходу к охлаждению система мгновенного охлаждения накапливает холод в перерывах между дойками или приемками. Для накопления холода используется аккумулялированный лед. Благодаря этому молоко охлаждается в потоке по мере поступления. При этом исключается подмораживание молока. Система экономична, как в плане энергопотребления, так и в потреблении воды. Вода находится в замкнутом контуре и используется повторно.

Предварительное охлаждение молока искусственным холодом.

Эта система мгновенного охлаждения молока позволяет нам повысить качество молока. Она проста по конструкции и не требует больших затрат на обслуживание. На кафедре механизации животноводства и электрификации сельскохозяйственного производства создана опытная установка этого типа, предназначенная для охлаждения молока, получаемого в пастбищный период.

Заключение. На основании приведенных результатов опыта, можно сделать вывод, что с увеличением времени прохода жидкостей через теплообменник снижается расход хладоносителя на охлаждение единицы объема молока, но снижается и интенсивность (средняя скорость) охлаждения.

Следовательно, 1-й способ охлаждения предпочтительнее, так как циркуляция хладоносителя упрощает постоянное поддержание его низкой температуры, также степень охлаждения у этого способа выше из-за меньшего теплообмена хладоносителя с окружающей средой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Механизация животноводства / В. К. Гриб [и др.]. – Минск: Ураджай, 1997.
2. Практикум по механизации животноводства / Ю. Т. Вагин [и др.]. – Москва: Урожай, 2000. – 477 с.
3. Колончук, М. В. Доильное и холодильное оборудование: особенности кон-

струкций и технический сервис: пособие / М. В. Колончук, В. П. Миклуш, В. Г. Само-сюк. – Минск: УМЦ Минсельхозпрода, 2006. – 242 с.

4. Ulrich, D. Kühe Halten / D. Ulrich. – Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer GmbH, 2005.

5. Ведищев, С. М. Технологии и механизация первичной обработки и переработки молока: учеб. пособие / С. М. Ведищев, А. В. Милованов. – Тамбов: Издательство ТГТУ, 2005. – 152 с.

6. Русских, В. М. Способы охлаждения сырого молока / В. М. Русских // Переработка молока. – 2010. – № 7.

Аннотация. Выявлены и проанализированы способы охлаждения молока и технические средства, применяемые при этом процессе. Выбран наиболее перспективный способ, обеспечивающий технологически правильное охлаждение молока, ведущий к сохранению наилучшего качества молока и получению наибольшей прибыли.

Ключевые слова: молоко, охлаждение, бактерии, теплообменник, жидкость, хладоноситель.

УДК 621.92

ОСОБЕННОСТИ АНАЭРОБНОЙ ОБРАБОТКИ БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА И НАВОЗНЫХ СТОКОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ БИОГАЗА

В. А. ШАРШУНОВ, чл.-корр. НАН Беларуси, д-р техн. наук, профессор
УО «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий»,
Могилев, Республика Беларусь

Введение. Академик С. И. Назаров считается в странах СНГ одним из основателей направления разработки комплекса машин и оборудования для удаления, обработки и использования навоза и навозных стоков, как одного ценнейших видов удобрений для повышения плодородия почв Беларуси. Автор статьи, ученик С. И. Назарова, участвующий в обсуждениях с ним проблем этого направления при подготовке к изданию учебного пособия «Механизация обработки и внесения органических удобрений» (Минск: Ураджай, 1993), хорошо помнит его уверенность о том, что органические удобрения станут использоваться и для получения биогаза. Именно в БСХА на одном из заседаний совета по защите диссертаций под председательством С. И. Назарова состоялось заслушивание кандидатской диссертации по исследованию одной из первых биогазовых установок в СССР.

Прошло с тех пор более 30 лет и сегодня можно отметить, что глу-

бина знания проблемы и проницательность, как всегда, были у С. И. Назарова на высоте. Сегодня это направление интенсивно развивается и находит все большее применение в Республике Беларусь.

В данной работе обобщен опыт эксплуатации биогазовых установок не только в нашей стране, а на основании того, что смог увидено в США, Дании, Германии, Швеции, Польше и др. стран в процессе служебных командировок, а также посещения таких объектов на территории нашей страны.

Основная часть. Анаэробную обработку навоза осуществляют путем сбраживания в биоэнергетических установках сельскохозяйственного назначения – аэротенках. Анаэробной обработке следует подвергать бесподстилочный навоз и смесь осадков отстойников навозных стоков с использованием отходов растениеводства на подстилку.

В процессе анаэробной обработки происходит разложение органического вещества навоза и помета с выделением биогаза с теплотворной способностью не менее 23 МДж/м³. Количество образуемого биогаза зависит от вида и состава навоза и помета, продолжительности сбраживания, степени распада органического вещества и других факторов. При дозе загрузки метантенков 10 % и степени разложения органического вещества до 40 % ориентировочное количество выделяемого биогаза с 1 кг органического вещества бесподстилочного навоза и помета составляет: для навоза КРС – 300 л, свиного навоза – 400 л и помета птиц – 500 л.

На рис.1 приведена принципиальная схема пооперационной переработки навоза в биогаз на современной биогазовой установке.

К технологическому процессу подготовки бесподстилочного навоза и продуктов переработки навозных стоков к анаэробному сбраживанию предъявляются следующие требования:

– подготовленная масса должна быть свежей с максимальным содержанием органического вещества, иметь максимально возможную температуру;

– масса должна быть гидравлически транспортабельной, гомогенной по составу, однородной по концентрации твердых и взвешенных веществ и равномерно поступать на сбраживание.

– такая масса не должна содержать включения размером более 30 мм и твердые частицы, плотность которых существенно превышает плотность жидкости (бетон, глина, песок и др. посторонние включения);



Рис. 1. Принципиальная пооперационная схема переработки навоза в биогаз

– оптимальные параметры массы для анаэробного сбраживания:

- а) влажность – 90–92 %;
- б) зольность – 15–16 %;
- в) рН – 6,9–8,0;
- г) содержание жирных кислот – 600–1500 мг/л;
- д) щелочность – 1500–3000 мг CaCO₃/л;
- е) оптимальное соотношение С : N – (10–16):1.

Для обеспечения оптимального соотношения С : N и получения большого количества биогаза допускается добавлять в сбраживаемую массу другие органические отходы, навоз разных видов животных и помет птиц;

– сбраживаемая масса не должна содержать вещества, подавляющие жизнедеятельность метанообразующих микроорганизмов и ингибирующие технологический процесс анаэробного сбраживания больше допустимых концентраций (различные формы азота и большинство

тяжелых, щелочных, щелочноземельных металлов, сульфидов, кислоты, антибиотиков, дезинфицирующих средств и других веществ).

Основными параметрами технологического процесса анаэробного сбраживания жидкого навоза являются температура и продолжительность сбраживания. Температура сбраживания должна задаваться, исходя из принятого режима сбраживания навоза или помета.

Выбор режима сбраживания следует производить на основании технико-экономических расчетов с учетом природно-климатических условий, ветеринарного состояния животноводческого предприятия, количественно-качественных параметров навоза или помета, санитарно-гигиенических требований и требований к использованию сброженного навоза или помета, наличия площадей и состояния сельскохозяйственных угодий, вида культур, состояния и типа почв и других условий.

Для анаэробного сбраживания бесподстилочного навоза следует принимать два режима:

1. Мезофильный с диапазоном температур – 33–38 °С;
2. Термофильный с диапазоном температур – 53–55 °С.

Для районов с умеренным климатом предпочтение следует отдавать мезофильному режиму. Термофильный режим сбраживания бесподстилочного навоза должен может назначаться по согласованию с ветеринарной службы.

Продолжительность анаэробного сбраживания бесподстилочного навоза и помета в метантенках следует назначать в пределах 5–20 суток с учетом следующих факторов:

- величины дозы загрузки сбраживаемой массы;
- принятой температуры сбраживаемой массы;
- скорости реакции, зависящей от вида сбраживаемой массы;
- степени разложения органического вещества;
- требований к качеству сброженного навоза и помета и др.

Заключение. Анализ применения биогазовых установок на сельскохозяйственных предприятиях Республики Беларусь позволяет сделать следующие выводы и рекомендации:

Большинство биогазовых установок имеют одноступенчатый реактор проточного типа с полным перемешиванием (68 % от всех типов реакторов, находящихся в эксплуатации). Вместе с этим опыт эксплуатации отечественных и зарубежных установок для анаэробного сбраживания навоза показывает, что при использовании одноступенчатых реакторов бывают «проскоки» необработанного навоза, что снижает

их эффективность при производстве биогаза. Поэтому все большее применение находят двухступенчатые и многоступенчатые реакторы.

Различные применяемые конструктивные и технологические решения относятся к так называемым реакторам первого поколения – традиционным метантенкам. Эти метантенки иногда имеют две или более секций, в которых осуществляется частичное разделение стадий анаэробного сбраживания.

Контактный реактор состоит из непрерывно загружаемого резервуара с перемешивающим устройством и наружного устройства для отделения биомассы (отстойника). Бактерии, находящиеся в контактном реакторе в виде флокул (хлопьев ила), поддерживаются во взвешенном состоянии за счет перемешивания. Иловая смесь разделяется в отстойнике, удержанная биомасса возвращается в реактор, где вновь смешивается с поступающим субстратом. В результате происходит интенсивное анаэробное разложение органических веществ с получением биогаза.

Биомасса в анаэробных биофильтрах удерживается в виде флокул и гранул, расположенных в пустотах загрузочного материала, а также в виде биопленки, прикрепленной к его поверхности. Опыт применения подобных устройств для получения биогаза в системах очистки навозных стоков (фугата) незначителен и не позволяет пока создать эффективные установки.

Для сбраживания подстилочного и полужидкого навоза влажностью менее 90 % наибольшее распространение получили установки с рециркуляцией жидкой фракции сброженного навоза после его разделения. Жидкая фракция возвращается в реакторы для поддержания в них нужного гидравлического режима, что обеспечивает возможность обработки высококонцентрированного навоза, к которому относится как подстилочный, так и полужидкий навоз.

Современные биогазовые установки обеспечивают производство биогаза при сбраживании навоза с различными физико-механическими свойствами. Подавляющая часть биогазовых установок, действующая в западноевропейских странах, работает в мезофильном режиме, т. е. сбраживание осуществляется при 30–37 °С.

В целях экономии топлива предпочтительнее использовать мезофильный режим, при котором увеличивается время удержания и рабочий объем реакторов. В отдельных случаях с целью снижения тепловых затрат и для увеличения выхода товарного биогаза процесс метаногенераций разделяют на две фазы: кислотогенную при 30–35 °С и метаногенную при 55 °С.

ЛИТЕРАТУРА

1. Веденев, А. Г. ОФ «Флоид» Биогазовые технологии в Кыргызской Республике / А. Г. Веденев, Т. А. Веденева. – Бишкек: Типография «Евро», 2006. – 90 с.
2. BIOGAS. Ежегодная конференция. Биогаз [Электронный ресурс]. – 2007. – Режим доступа: <http://www.biogasinfo.ru/about> – Дата доступа: 20.02.2019.
3. Эдер, Б. Биогазовые установки: практическое пособие / Б. Эдер, Х. Шульц. – 2006. – 238 с.
4. Агроперспектива. А у нас биогаз [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: http://www.agroperspectiva.com/ru/free_article/190. – Дата доступа: 06.02.2019.
5. Биомасса как источник энергии / под ред. С. Соуфера, О. Заборски; пер. с англ. – Москва: Мир, 1985. – 368 с.

Аннотация. В статье выявлены и проанализированы факторы, влияющие на процесс получения биогаза для различных типов сырья. Указаны требования к технологическому процессу подготовки бесподстилочного навоза и продуктов переработки навозных стоков к анаэробному сбраживанию. Даны рекомендации по применению биогазовых установок.

Ключевые слова: биогаз, органическое сырье, анаэробное сбраживание, биомасса, навоз, измельчение, биогазовые установки.

УДК 664.83

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ НА ДОСУШИВАНИЕ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА РЖИ, ПШЕНИЦЫ И ТРИТИКАЛЕ В СУШИЛКЕ-ДИСПЕРГАТОРЕ

В. А. ШАРШУНОВ, чл.-корр. НАН Беларуси, д-р техн. наук, профессор
УО «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий»,
Могилев, Республика Беларусь

Введение. Анализ объемов производства хлебопекарной промышленности, показал, что в настоящее время возрастает количество ассортимента, в котором используются пищевые добавки, улучшающие потребительские характеристики продукта. Одним из перспективных продуктов для получения натуральных пищевых добавок может стать пророщенное зерно различных злаковых культур.

Пророщенное зерно – это ценный легкоусвояемый человеком пищевой продукт, содержащий в своем составе соответствующий большой набор полезных веществ, витаминов, минеральных веществ, микроэлементов, а также пищевые волокна. Он оказывает высокоэффективное оздоравливающее воздействие на организм.

Основная часть. Для изучения процесса термомеханической обработки пророщенного зерна зерновых культур в сушилке-диспергаторе спроектирован и изготовлен экспериментальный стенд. Схема экспериментального стенда приведена на рис. 1.

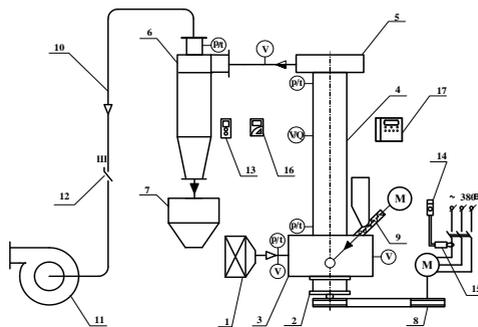


Рис. 1. Схема экспериментального стенда:

- 1 – калорифер; 2 – ротор; 3 – рабочая камера мельницы; 4 – пневмотруба;
- 5 – раскручивающая улитка; 6 – циклон; 7 – приемный бункер; 8 – шкив;
- 9 – шнековый питатель; 10 – система воздухопроводов; 11 – вентилятор;
- 12 – шиберная заслонка; 13 – анемометр testo- 435;
- 14 – цифровой мультиметр APPA-109N; 15 – измерительные клещи;
- 16 – логгер testo 177-T4; 17 – инвертор

Сушилка-диспергатор работает следующим образом. Наружный воздух, проходя через систему подогрева сушильного агента 1, нагревается до температуры сушки и поступает в рабочую камеру мельницы 3 выполненную в форме вихревой камеры. Одновременно в рабочую камеру 1 подается материал шнековым питателем 9.

Образовавшаяся газозвесь находится в закрученном состоянии и удерживается в виде стационарного кольца, вращающегося у боковой стенки вокруг оси рабочей камеры 3.

По мере подсыхания частицы материала выносятся из камеры 3 в пневмотрубу 4, где происходит окончательное досушивание материала. Поток газозвеси попадает на вход системы пылеулавливания высушенного продукта 6. Отработанный сушильный агент выбрасывается в атмосферу. Готовый продукт собирается под системой пылеулавливания высушенного продукта в бункере 7. Разрежение в установке создается вентилятором 11.

Экспериментально изучены энергетические затраты на процесс термомеханической обработки пророщенного зерна (рис. 2).

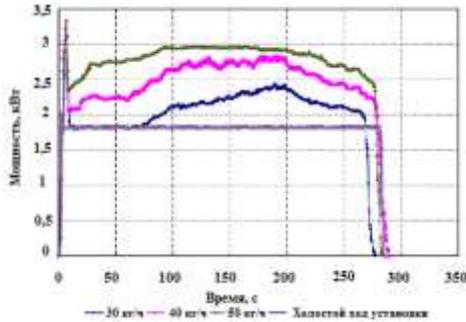


Рис. 2. Графики потребляемой мощности на досушивание пророщенного зерна ржи с $W_{нач} = 42\%$

Установлено изменение значения действительной потребляемой мощности установки в зависимости от сорта пророщенного зерна, его влажности и производительности сушилки-диспергатора.

Исследованы особенности гидродинамической обстановки в объеме вихревой рабочей камеры в условиях дисперсного потока. Получены результаты значений полного, динамического и статического давлений, измерена окружная скорость запыленного и незапыленного потока в различных точках по радиусу вихревой камеры. Характерной особенностью вихревой камеры является установленный в ней роторный измельчитель, вносящий значительные изменения в её гидродинамику.

Анализ рис. 3 показал, что в периферийной области камеры, заполненной материалом, происходит нарушение осесимметричного характера течения газа.

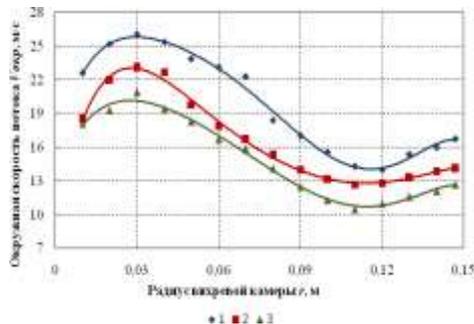


Рис. 3. Окружные скорости в вихревой рабочей камере (при $W_{нач} = 42\%$ и объемном расходе воздуха $Q = 900 \text{ м}^3/\text{ч}$)
Количество дисперсного материала в камере: 1 – $m = 500 \text{ г}$; 2 – $m = 700 \text{ г}$; 3 – $m = 900 \text{ г}$

Уменьшение объемного расхода воздуха приводит к незначительному снижению окружной скорости, при этом характер профилей скоростей не изменяется.

С повышением влажности зерна истинная плотность уменьшается, что влечет увеличение скорости его движения.

Заключение. Проведенные экспериментальные исследования позволили определить энергозатраты для досушивания пророщенного зерна ржи, пшеницы и тритикале сортов белорусской селекции в условиях статического нагружения при начальной влажности сырья 33–45 % и его эквивалентном диаметре 3,2–3,6 мм оптимальные значения критических скоростей движения для разрушения исходного продукта в пределах от 20 до 30 м/с в зависимости от вида и сорта зерна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шаршунов, В. А. Разработка направлений совершенствования оборудования для получения порошковых пищевых добавок из пророщенного зерна / В. А. Шаршунов, В. А. Шуляк, А. В. Евдокимов // Известия национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук. – 2009. – № 4. – С. 114–119.

2. Обоснование параметров измельчения пророщенного зерна злаковых культур в сушилке-диспергаторе / В. А. Шаршунов, М. А. Киркор, А. В. Евдокимов, Е. Н. Урбанчик // Вестник БГСХА. – 2019. – № 2. – С. 255–259.

3. Патент на изобретение РБ № 12161 «Сушилка диспергатор». Заявка № 20070942 от 23.07.2007 г. Положительное решение от 26.03.2009 г. Зарегистрирован 21.04.2009 г. Авторы: В. А. Шуляк, А. В. Евдокимов, А. Г. Смусенок.

Аннотация. В статье описана работа сушилки-диспергатора и исследованы особенности гидродинамической обстановки в объеме вихревой рабочей камеры в условиях дисперсного потока. Проведенные экспериментальные исследования позволили определить энергозатраты для досушивания пророщенного зерна ржи, пшеницы и тритикале сортов белорусской селекции в зависимости от вида и сорта зерна.

Ключевые слова: зерно, сушилка-диспергатор, стенд, вихревая камера, график, газовзвесь.

Секция 4. ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

УДК 621.892.21

ВЛИЯНИЕ ОБВОДНЕННОСТИ НЕФТЯНЫХ МАСЕЛ НА ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

В. И. КОЦУБА, канд. техн. наук, доцент
С. Н. НИЧИПОРУК, ст. преподаватель
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Вода оказывает вредное влияние как на само масло, так и на машину. 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 нанесет серьезный ущерб любому узлу машины, в который попадет вместе с маслом. В двигателях внутреннего сгорания, которые работают на высоких скоростях и при высоких температурах, состояние масла следует контролировать очень тщательно. Вода усиливает процессы ржавления и коррозии, в результате водородной коррозии возникает вспучивание и охрупчивание стали, а также питтинг в результате паровой кавитации. Если же в масле содержатся кислоты, то при совместном воздействии воды с кислотами коррозионное воздействие на черные и цветные металлы усиливается [1].

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. Такое обводнение масла предотвратить практически невозможно. Его можно уменьшить, поддерживая оптимальную температуру масла и охлаждающей жидкости и обеспечивая достаточную принудительную вентиляцию картера [2].

Обычно содержание воды в исправном двигателе составляет не более 0,05 %, а в отдельных случаях – 0,2 % [3, 4]. Причинами более высокого содержания воды в масле могут быть неисправности двигателя: неплотность водомасляных теплообменников, трубопроводов. Как правило, наличие воды в работающем масле от 0,3 % и более определяют по появлению мути в отобранной пробе.

Попадание воды в камеру сгорания через воздухозаборник или из-за прорыва прокладки головки блока цилиндров с охлаждающей жидкостью приводит к гидроудару. Поршень при сжатии ударяется в находящуюся в цилиндре воду, что приводит к выходу ДВС из строя.

Допуски в современных машинах настолько малы, что движущиеся части создают поочередно, то давление, то вакуум. В вакууме влага значительно расширяется (70 °С до 1/5000) и может быть причиной микровзрывов около поверхности движущихся деталей. Это, в свою очередь, создает новые частицы износа, а поверхность деталей, в результате, будет терять свой слой смазки. Вода вызывает коррозию металла и медленно проникает в микроскопические поры, это становится причиной усталостного износа.

Влага в резервуаре ведет к образованию ржавчины внутри бака. Вибрации во время работы гидравлической системы способствуют попаданию частиц ржавчины в масло, где они поднимаются насосом и распространяются по гидравлической системе. Новые частицы ржавчины образуются на тех местах, откуда были унесены старые частички, и бесконечный цикл загрязнения продолжается. Более того, вода – это идеальная среда, в которой бактерии могут размножаться, а это в свою очередь приводит к разрушению присадок.

Основная часть. Наиболее существенно наличие воды в масле проявляется зимой. Накапливаясь в картере двигателя, после его остановки вода выпадает в виде крупинок или куска льда на дне и блокирует доступ масла в систему смазки. При очередном запуске двигателя масляное голодание узлов трения приводит к преждевременному износу деталей.

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 бралась проба 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 третьем опыте – в то же масло через 30 мин снова введено 90 г воды.

На рис. 1 показано изменение содержания воды в работающем дизельном двигателе по мере его прогрева и работы.

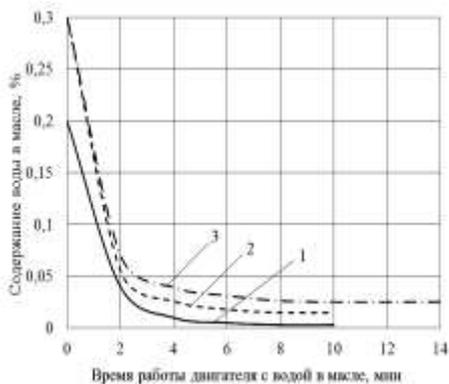


Рис. 1. Изменение содержания воды в работающем дизельном двигателе:
1 – в масло введено 90 г воды; 2 – в то же масло введено 90 г воды через 15 мин; 3 – в то же масло введено 90 г воды через 30 мин

Анализ рис. 1 показывает, что при прогревании двигателя вода испаряется и процентное содержание воды в масле в дальнейшем не превышает 0,025 %.

На рис. 2 показано, как меняется вязкость масла в зависимости от содержания воды и бензина.

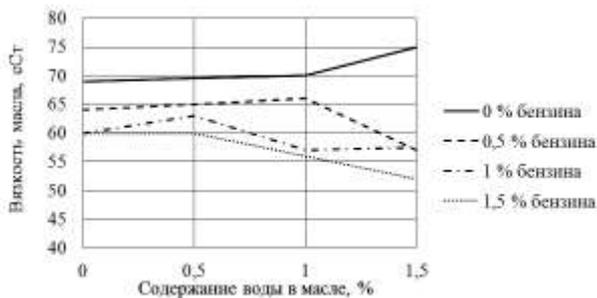


Рис. 2. Изменение вязкости моторного масла SAE 5W40 при температуре 40 °С в зависимости от содержания воды и бензина

Рис. 2 показывает, что при отсутствии в масле бензина вода увеличивает вязкость масла, различные сочетания бензина и воды могут приводить как к увеличению вязкости, так и к ее снижению.

Кроме того, происходит изменение важнейшего 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 2 (рис. 3, а), который затем устанавливали на стол 4 сверлильного станка НС-12. В патроне 1 станка крепили мешалку 3, и масло с водой перемешивали при частоте вращения патрона 10 с⁻¹ в течение не менее трех минут при температуре окружающей среды 20 ± 1 °С. Такой режим перемешивания позволял создать достаточно устойчивую эмульсию [5].

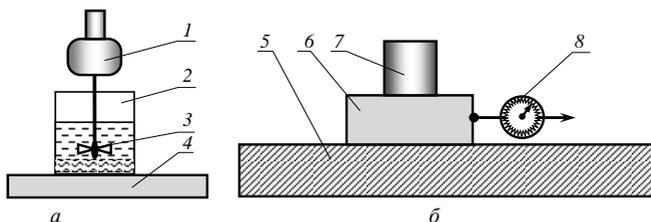


Рис. 3. Схема приготовления эмульсии (а) и определения силы трения (б):
 1 – патрон станка; 2 – сосуд; 3 – мешалка; 4 – стол; 5 – неподвижная пластина;
 6 – подвижная пластина; 7 – груз; 8 – пружинный динамометр

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 6 крепился пружинный динамометр 8 четвертого класса точности с ценой деления 0,1 кг. На нее устанавливался груз 7 такой массы, чтобы показания динамометра были не меньше середины его шкалы.

Отшлифованная верхняя поверхность неподвижной пластины 5 обильно покрывалась слоем обводненного масла и на нее отшлифован-

ной 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. Неподвижная пластина устанавливалась горизонтально по уровню. Перед повторным проведением опытов трущиеся поверхности пластин промывались бензином и высушивались.

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:

$$f = 0,045 \ln C + 0,083, \quad (1)$$

где f – коэффициент трения;

C – объемная концентрация воды в масле, %.

График с логарифмической кривой приведен на рис. 4.

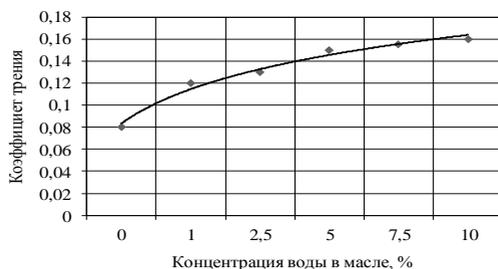


Рис. 4. График зависимости коэффициента трения от концентрации воды в масле

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 теряет свою основную функцию. Дальнейшее повышение обводненности масла не оказывает существенного влияния на коэффициент трения.

Наличие смазки между трущимися стальными поверхностями снижает коэффициент трения примерно в два раза [6]. Таким образом, обводненность моторного масла может привести к снижению механического КПД на 50 %. 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.

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. О воде в масле и о том, как от нее избавиться [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://os1.ru/article/20736-o-vode-v-masle-i-o-tom-kak-ot-nee-izbavitsya-kak-sdelat-maslo-maslyanym>. – Дата доступа: 20.02.2020.
2. Акулов, В. Изменение свойств нефтепродуктов при хранении / В. Акулов // Строительные машины. – 2007. – № 1. – С. 4.
3. 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.
4. Березкин, В. В. Контроль содержания металлов в маслах для диагностики / В. В. Березкин, В. П. Варварица // Инновация. – 2004. – № 7. – С. 69–71.
5. 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.
6. Гоберман, Л. А. Основы теории, расчета и проектирования строительных и дорожных машин / Л. А. Гоберман. – Москва: Машиностроение, 1988. – 464 с.

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.

МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ МЕТАЛЛОПЛАКИРУЮЩЕЙ ПРИСАДКИ «ГРЕТЕРИН-3» ВО ВРЕМЯ ПРИРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ЦПГ

Л. И. САВЕНОК, канд. техн. наук

Г. В. БРЕЗГУНОВ, инженер

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

Известно, что введение в моторное масло металлоплакирующих (МП) присадок ведет к повышению срока службы автотракторных двигателей, при этом расход масла снижается в 2–18 раз, дымление в 20–30 раз. Улучшаются и другие параметры работы двигателя [1].

Новые или восстановленные детали, из-за неизбежных погрешностей при обработке и сборке, имеют исходную шероховатость, отличающуюся от технологической (образующуюся после приработки). В поверхностном слое металла из-за атмосферных, технологических и производственных условий имеются повреждения кристаллической решетки в виде микротрещин (рис. 1, *a*).

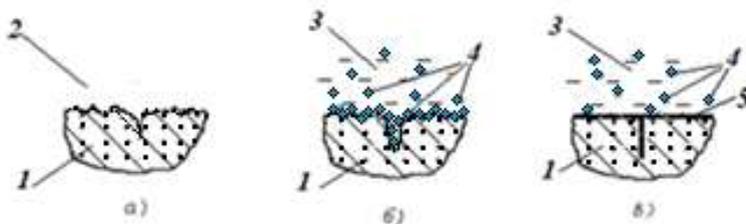


Рис. 1. Схема образования и «залечивания» микротрещин в поверхностном слое в период приработки деталей: *a* – образование микротрещин в поверхностном слое; *б* – попадание молекул ПАВ в микротрещины; *в* – после приработки деталей происходит эффект «самозалечивания» имеющихся микротрещин; 1 – поверхность металла; 2 – воздух; 3 – моторное масло; 4 – молекулы ПАВ; 5 – медная сервоитная пленка.

Во время обкатки в цилиндропоршневой группе (ЦПГ) двигателя происходит формирование оптимальных поверхностей, способных воспринимать максимальные нагрузки. Приработка деталей происходит в два этапа: макроприработка – формирование соответствующей

шероховатости трущихся деталей и микроприработка – получение уплотненного поверхностного слоя.

Все металлы при контакте с воздухом подвергаются окислению. Скорость образования окисной защитной пленки исчисляется долями секунды, образуя на поверхности железосодержащего металла различные виды окисных слоев. Их формирование на зеркале цилиндра происходит постепенно в следующем порядке: Fe_2O_3 ; Fe_3O_4 ; $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{FeO}$; FeO ; Fe [2]. Эти слои имеют повышенную прочность, твердость и хрупкость, защищая металл от дальнейшего быстрого окисления.

Существенное влияние на процессы деформации и разрушения поверхности твердых тел оказывают смазочные материалы, содержащие в своем составе разное количество поверхностно-активных веществ (ПАВ), которые значительно понижают сопротивляемость деформированию и начальному разрушению трущихся поверхностей.

В практической деятельности широко используют присадку «Гретерин-3» [1, 3, 4], содержащую хлорид меди, бутиловый спирт и 94,6 % ПАВ (олеиновая кислота, глицерин и неонол), которая вносится в моторное масло, в соотношении 0,5–0,6 % от массы масла. Внесение ее в моторное масло уменьшает изнашивание деталей в режиме приработки в 2...3 раза, а время приработки при этом снижается на 30–40 % [4].

Однако механизм действия ПАВ на трущихся поверхностях деталей до настоящего времени недостаточно изучен, поэтому целью наших исследований является изучение трибологических процессов в цилиндро-поршневой группе двигателей во время их приработки и дальнейшей его эксплуатации на моторном масле, содержащим МП присадку «Гретерин-3».

Механизм действия МП присадки включает следующие физические процессы, которые могут протекать одновременно:

1) предотвращение процесса окисления металла на поверхности трения (разрушение окисных поверхностных слоев и создание защитной (масляной) пленки на поверхности трения);

2) реализация эффекта Ребиндера (пластификация поверхностного слоя и его разрыхление);

3) образование сервовитной пленки на трущихся поверхностях (растворение ионов меди в моторном масле, перенос их на поверхности трения, удержание их в зоне контакта электрическим полем).

В процессе разрушения окисных поверхностных слоев при приработке деталей происходит взаимодействие выступающих микронеров-

ностей, вследствие чего возникают большие знакопеременные нагрузки и высокие температуры, что способствует разрушению окисных слоёв до чистого металла, и на поверхностях образуются новые различного вида микротрещины (рис. 1, б).

Поверхностно-активные вещества (ПАВ), имеющиеся в моторном масле, обволакивают трущиеся поверхности, создавая защитную пленку, препятствующую проникновению кислорода воздуха к месту трения.

ПАВ также способствуют проявлению эффекта Ребиндера [5], заключающегося в том, что поверхностно-активные вещества, проникающие в трещины межкристаллического пространства (рис. 1, б), оказывают механическое, расклинивающее воздействие на их стенки, раздвигают их, приводят к хрупкому растрескиванию поверхностного микрослоя.

В результате этого на исходных поверхностях разрушаются те микронеровности, которые по своей форме и размерам не соответствуют условиям работы трущегося сопряжения, вследствие чего создается оптимальный микрорельеф.

В этот период протекают трибологические взаимодействия соли меди с металлом и ПАВ. В результате химических реакций жирных кислот (глицерина и олеиновой кислоты) с металлической поверхностью образуются мыла [2, 5, 6], снижающие трение.

Наличие активного элемента меди в составе присадки в моторном масле ведет к протеканию процесса металлоплакирования (избирательного переноса). На трущихся поверхностях деталей ЦПГ начинает формироваться тонкая сервовитная плёнка.

После того когда шероховатость поверхности достигает оптимального значения, заканчивается начальный период приработки деталей поршневой группы – макроприработка. Когда величина выступания микровыступов достигает оптимального (минимального) значения, наступает завершающий этап приработки. В поверхностном слое происходят процессы микроуплотнения.

На трущихся поверхностях окончательно формируется медное защитное покрытие (сервовитная пленка) с продуктами износа (чистая медь и другие металлы). Она химически активна и имеет пористую структуру.

Образующиеся частицы имеют электрический заряд и покрываясь адсорбционным слоем ПАВ накапливаются в трещинах, затем под действием электрических, электрофоретических и др. процессов пе-

реносятся с одной поверхности на другую (схватываются), не вызывая повреждения этих поверхностей.

В поверхностном слое металла микротрещины постепенно исчезают, происходит «самозалечивание» (рис. 1, в).

Анализ литературных источников [5, 7] и наши исследования [2, 6] позволяют выдвинуть гипотезу повышения эффективности внесения составляющих присадки «Гретерин-3» в два приема:

1) сначала делается финишная антифрикционная обработка (ФАБО) зеркала гильз цилиндров в металлоплакирующей среде, содержащей хлорид меди и олеиновую кислоту, с получением сервовитной пленки на поверхности зеркала цилиндров;

2) внесение при обкатке двигателя в моторное масло остальных составляющих присадки (глицерин, бутиловый спирт и неол).

В подтверждение этому нами были проведены исследования на деталях ЦПГ двигателя Д-240. Зеркало гильзы цилиндров предварительно обрабатывали на вертикально-хонинговальном станке ЗГ833, при следующем режиме хонингования: частота вращения шпинделя 155 мин^{-1} , скорость возвратно-поступательного движения 8 м/мин, сила прижатия брусков 0,8 МПа, продолжительность обработки 30 с.

В состав смазочно-охлаждающей жидкости вводили глицерин и хлорную медь. Для нанесения покрытия хонинговальные бруски заменили резиновыми накладками [8].

Износостойкость образцов исследовали на машине трения возвратно-поступательного действия 77МТ-1.

В качестве образцов использовали вырезанные части гильз цилиндров (с покрытием и без него) и первого компрессионного кольца.

Износостойкость образцов, работающих в условиях с отдельным внесением составляющих присадки «Гретерин-3», выше для гильз на 10,6 % и колец на 14 % по сравнению с существующей технологией внесения присадки в моторное масло.

Заключение. Введение в моторное масло металлоплакирующей присадки «Гретерин-3» в два приема наиболее эффективно, так как способствует повышению износостойкости деталей ЦПГ двигателя (для гильз – на 10,6 %, для колец – на 14 %).

ЛИТЕРАТУРА

1. Стрельцов, В. В. Ресурсосберегающая ускоренная обкатка отремонтированных двигателей / В. В. Стрельцов, В. П. Попов, В. Ф. Карпенков. – Москва: Колос, 1995. – С. 258.

2. Савенок, Л. И. Предпосылки к улучшению качества приработки деталей цилиндропоршневой группы двигателя / Л. И. Савенок, Г. В. Брезгунов // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. – Брянск: Брянский ГАУ, 2020. – С. 119–124.

3. Рекомендации по применению металлолакирующих присадок в составе автотракторных масел при заводской обкатке капитально отремонтированных сборочных единиц сельскохозяйственной техники. – Москва: ГОСНИТИ. – 1991. – С. 19.

4. Гребенюк, М. Н. Исследование медьсодержащей присадки Гретен-3, направленной на реализацию избирательного переноса в процессе приработки двигателей: научное издание / М. Н. Гребенюк, В. В. Терегера // Insycont 90. – Krakow, 1990. – С. 667–674.

5. Гаркунов, Д. Н. Триботехника / Д. Н. Гаркунов. – Москва: Машиностроение, 1986. – 424 с.

6. Брезгунов, Г. В. Теоретическое обоснование способа внесения составляющих присадки Гретен-3 для повышения интенсивности приработки деталей автотракторных двигателей / Г. В. Брезгунов // Наука – образованию, производству, экономике. – Минск: УП «Технопринт». – 1998. – Т. 1. – С. 194–200.

7. Финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО) деталей / В. Ф. Карпенков [и др.]; МГАУ им. В. П. Горячкина, акад. проблем качества Рос. Федерации. – Пушкино: МГАУ, 1996. – 105 с.

8. Брезгунов, Г. В. Изучение износостойкости сопряжения гильза-поршневое кольцо на машине трения 77МТ-1, работающих в масле, содержащем присадку «Гретен-3» / Г. В. Брезгунов, Л. Ф. Баранов // Ресурсосбережение и экология в сельском хозяйстве. – Горки: БГСХА, 2004. – С. 181–183.

Аннотация: Описана модель взаимодействия поверхностно-активных веществ, входящих в металлолакирующую присадку «Гретен-3» с поверхностью зеркала цилиндра во время приработки деталей.

Приведены результаты лабораторных исследований образцов по существующей технологии внесения присадки, а также внесение ее в два приема: (финишная антифрикционная обработка зеркала гильз цилиндров в металлолакирующей среде, содержащей хлорид меди и олеиновую кислоту) с последующим дополнительным внесением в моторное масло остальных компонентов.

Ключевые слова: приработка, цилиндропоршневая группа, металлолакирующая присадка, микротрещина, поверхностно-активные вещества.

МЕТОДИКА ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ

Е. В. СУЛИМА, аспирант
В. И. КОЦУБА, канд. техн. наук
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. В самых тяжелых условиях в двигателе работает цилиндропоршневая группа. Ее детали выполняют наиболее ответственные функции в рабочем процессе двигателя. Так, поршневые кольца и гильзы должны создавать достаточно герметичное рабочее пространство цилиндра, интенсивно отводить теплоту от поршней в систему охлаждения, маслосъемные кольца должны обеспечивать образование равномерной масляной пленки на трущихся поверхностях и не допускать попадания масла в камеру сгорания.

По мере изнашивания цилиндропоршневой группы, а также при закоксовывании колец или их поломке герметичность рабочего объема цилиндра становится недостаточной.

На такте сжатия это приводит к уменьшению давления и температуры сжатого воздуха. В дизельных двигателях для улучшения процесса сгорания температура газов в конце сжатия должна на 300–400 °С превышать температуру самовоспламенения впрыскиваемого топлива [1].

Следовательно, износ ЦПГ приводит к затрудненному запуску двигателя из-за плохого воспламенения топливовоздушной смеси, а также к перебоям в работе двигателя.

При сгорании топливовоздушной смеси газы под большим давлением прорываются в картер, откуда выходят в атмосферу через сапун. Из-за повышенного прорыва газов уменьшается давление их на поршень, что приводит к снижению мощности двигателя. С износом деталей и потерей упругости колец увеличивается количество масла, проникающего в надпоршневое пространство и сгорающего там под действием высокой температуры. Попадание масла в камеру сгорания вызывает образование нагара на днищах поршней и головке цилиндров и затрудняет отвод теплоты через стенки цилиндров.

Основная часть. В практике диагностирования ЦПГ наибольшее распространение измерение расхода картерных газов, компрессии и герметичности камеры сгорания.

Оценка состояния ЦПГ по расходу картерных газов имеет недостаточную точность из-за утечек газов через уплотнения и вибрации двигателя. Кроме того, данный метод не позволяет определить отдельный неисправный цилиндр и конкретные причины снижения работоспособности ЦПГ [2].

Основным недостатком диагностирования состояния ЦПГ измерением компрессии является зависимость показаний компрессометра от частоты вращения коленчатого вала. При этом частота вращения при прокрутке стартером ($250\text{--}350\text{ мин}^{-1}$) существенно отличаются от частоты вращения в режиме холостого хода ($700\text{--}900\text{ мин}^{-1}$) и еще больше в режимах частичных и полных нагрузок. Из-за интенсивного движение поршня при прокрутке стартером проблематично выявление небольшого износа ЦПГ.

Проблемой является также невозможность диагностирования ЦПГ на демонтированном, частично разобранном двигателе или двигателе с неработающим стартером. Кроме того, данный метод также не позволяет определить конкретные причины снижения работоспособности ЦПГ [3].

Диагностика состояния ЦПГ пневмотестером позволяет выявлять конкретный неисправный цилиндр. Поршень проверяемого цилиндра, выставляется в ВМТ на такте сжатия (при закрытых клапанах). В цилиндр подается сжатый воздух под фиксированным давлением и по величине падения давления оценивается пневмоплотность цилиндра. Кроме того, направление потока воздуха может показать возможную причину неисправности.

Если весь воздух выходит через картер двигателя, это указывает на износ ЦПГ или залегание колец, шум во впускном или выпускном коллекторе – на нарушение герметичности клапанов, попадание воздуха в соседние цилиндры или радиатор – коробление головки блока цилиндров или повреждение прокладки. Однако данный метод может быть реализован только в стационарных условиях при наличии источника сжатого воздуха [4].

У метода диагностирования ЦПГ пневмотестером имеется нереализованный потенциал повышения информативности и точности определения причины снижения пневмоплотности. В процессе работы цилиндра двигателя изнашивается неравномерно. Максимальный износ наблюдается в зоне ВМТ (рис. 1, а), который для большинства двигателей легковых автомобилей составляет $0,15\text{ мм}$, а для двигателей грузовых автомобилей и тракторов – $0,4\text{ мм}$.

При диагностировании необходимо выполнять два измерения – при положении поршня в ВМТ и НМТ. При износе ЦПГ или залегании колец утечки воздуха в зоне ВМТ будут выше, чем в зоне НМТ. При нарушении герметичности клапанов изменения пневмоплотности по высоте цилиндра наблюдаться не будет.

Кроме того, в выпускаемых промышленностью пневмотестерах рабочее давление прибора составляет от 1 до 6 бар. Кроме того, одни приборы имеют жиклер между манометрами, другие его не имеют. Практика использования пневмотестеров показывает, что приборы разных производителей в одних и тех же условиях показывают разную величину утечек. Следовательно, в процессе лабораторных исследований необходимо определить рациональное рабочее давление пневмотестера, а также диаметр отверстия жиклера в зависимости от номинальных зазоров цилиндропоршневой группы, в частности зазоров в торцах поршневых колец.

Для исследования зависимости пневмоплотности цилиндра от положения поршня и герметичности клапанов разработана лабораторная установка, схема которой представлена (рис. 1, б).

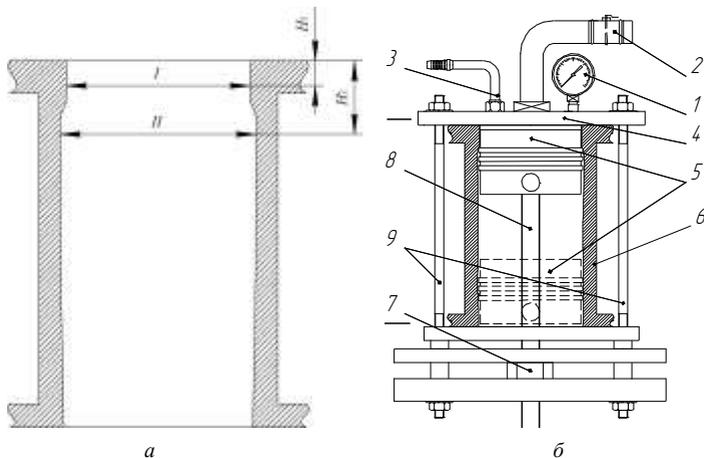


Рис. 1. Схема износа цилиндров (а) и схема лабораторной установки для измерения пневмоплотности цилиндропоршневой группы (б): *I* – плоскость без износа; *II* – плоскость максимального износа; 1 – основание; 2 – цилиндр; 3 – поршень; 4 – крышка верхняя; 5 – крышка нижняя; 6 – шпильки; 7 – манометр; 8 – дроссель; 9 – патрубок подачи сжатого воздуха; 10 – винт регулировки положения поршня; 11 – гайка регулировки высоты поршня

Для уточнения метода диагностирования ЦПГ необходимо измерять величину износа гильзы и поршневых колец, а также произвести оценку пневмоплотности цилиндра в зависимости от положения поршня и негерметичности клапанов, рабочего давления, диаметра отверстия жиклера. Кроме, того необходимо определить влияние нагара на стенках цилиндра и поршня на величину утечек. Это позволит повысить эффективность диагностирования ЦПГ и снизить затраты на ремонт за счет более точного определения причины снижения герметичности камеры сгорания.

Заключение. У метода диагностирования ЦПГ пневмотестером имеется нереализованный потенциал повышения информативности и точности диагностирования. В процессе работы цилиндр двигателя изнашивается неравномерно, поэтому оценка пневмоплотности цилиндра в зависимости от положения поршня позволит повысить эффективность диагностирования ЦПГ за счет более точного определения причины снижения ее герметичности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Двигатели внутреннего сгорания: Теория поршневых и комбинированных двигателей: учебник / Д. Н. Вырубов [и др.]. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 1983. – 372 с.
2. Полянский, А. С. Повышение долговечности новых и отремонтированных двигателей в период эксплуатации / А. С. Полянский, С. В. Эллис, А. А. Молодан // Механика и машиностроение. – 2011. – № 2. – С. 151–157.
3. Диагностика и техническое обслуживание машин: лабораторный практикум: в 6 ч., ч. 1 / Г. С. Дубовик [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2009. – 96 с.
4. Force. Тестер герметичности (утечек) цилиндра [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://toolsclub.com.ua/force-tester-germetichnosti-utechek-cilindra-p-9259.html/>. – Дата доступа: 02.03.2020.

Аннотация. Приведен анализ методов диагностирования цилиндропоршневой группы автотракторных двигателей.

Ключевые слова: цилиндропоршневая группа, цилиндр, поршень, компрессия, герметичность, диагностирование.

Секция 5. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

УДК 631.331.024.2/3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕАКТИВНЫХ УСИЛИЙ КОМБИНИРОВАННОГО СОШНИКА С РАЗНОВЕЛИКИМИ ДИСКАМИ

О. П. ЛАБУРДОВ, канд. техн. наук, доцент

А. А. СЫСОЕВ, магистр техн. наук

Г. А. ВАЛЮЖЕНИЧ, канд. техн. наук, доцент

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

Многочисленными опытами установлено, что в процессе работы сошников перед рабочей поверхностью образуется тело повышенного давления, а разрушение почвенного пласта происходит по поверхностям скольжения, образующего тело скольжения [1].

Форма тела скольжения обусловлена свойствами и состоянием почвы, а также формой поверхности сошника (рис. 1).

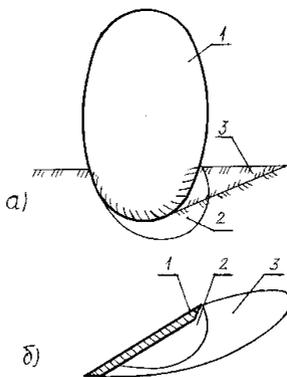


Рис. 1. Сдвиг почвенного пласта сошником: *а* – вид сбоку;
б – вид сверху; 1 – диск сошника; 2 – уплотненный слой; 3 – тело скольжения

Процесс образования борозды может проходить двумя путями: с образованием тела повышенного давления (уплотненного слоя почвы) и без образования его. В первом случае скольжение проходит по гра-

нице «почва – почва», а во втором – «почва – рабочая поверхность». В первом случае сумма всех приложенных сил ко всем поверхностям тела скольжения в каждый конкретный момент времени равна сумме реактивных сил, возникающих на поверхности тела повышенного давления [2, 3]. Это можно записать следующим образом:

$$\sum_{i=1}^m \iint_{\sigma_{1i}} F \cdot n \cdot d\sigma_{1i} = \sum_{j=1}^q \iint_{\sigma_{2j}} [X \cos(n, x) + Y \cos(n, y) + Z \cos(n, z)] d\sigma_{2j}, \quad (1)$$

где m – количество поверхностей тела повышенного давления;

σ_{1i} – поверхности тела повышенного давления;

F – вектор элементарной (в точке) реакции поверхности тела повышенного давления;

n – единичный вектор нормали в этой точке;

q – количество поверхностей скольжения в теле скольжения;

σ_{2j} – поверхности тела скольжения;

X, Y, Z – непрерывные функции координат, являющиеся проекциями вектора элементарной реакции.

Если интегрировать элементарную реакцию по отдельным поверхностям рабочей поверхности, то получится подобное уравнение для случая образования борозды без образования тела повышенного давления.

Чтобы определить усилия, действующие на сошник со стороны почвы, или оценить воздействие рабочих поверхностей на почву аналитическим методом, необходимо знать вектор элементарной реакции в каждой точке поверхности. Из анализа правой части (1) следует, что он определяется физико-механическими и технологическими свойствами почвы (величины X, Y, Z) и геометрическими параметрами взаимодействующей поверхности (величины $\cos(n, x), \cos(n, z)$).

Рассмотрим процесс взаимодействия в конкретной точке поверхности (рис. 2).

Нормальная составляющая N определяется из выражения:

$$N = E_0 + E_p, \quad (2)$$

где $E_0 = E_0(z)$ – статическая составляющая реакции почвы, зависящая от вертикальной координаты Z ;

$E_p = E(v, \eta)$ – динамическая составляющая реакции почвы, зависящая от поступательной скорости v рабочей поверхности и направления (угол η) вектора поступательной скорости по отношению к нормали.

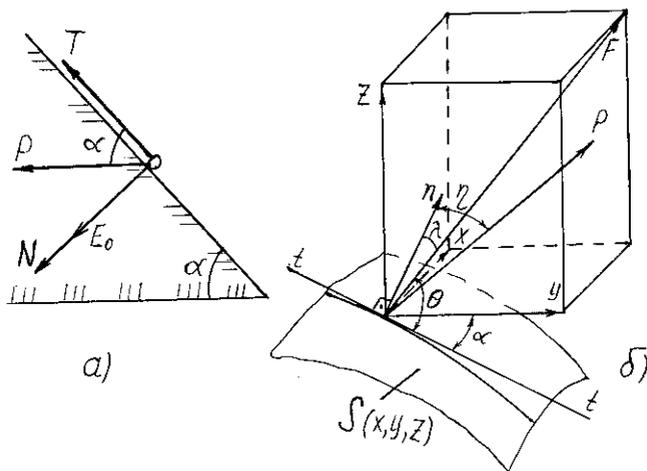


Рис. 2. Взаимодействие рабочей поверхности с почвой:
а – сечение рабочей поверхности; б – общий случай

Для дисковых сошников справедливо соотношение (рис. 2, б):

$$\cos \eta = \cos(n, p), \quad (3)$$

а скорость определяется как $v = v(x, y, z)$.

Известно, что [4]

$$E_p = p \cdot \cos \eta = \rho \cdot v^2 S \cos \eta, \quad (4)$$

где p – величина динамического напора;

ρ – плотность почвы;

S – площадь рабочей поверхности.

Учитывая, что сила трения T определяется:

$$T = N \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (5)$$

где φ – угол трения,
можно записать:

$$T = (E_0 + \rho v^2 \cdot S \cdot \cos \eta) \operatorname{tg} \varphi. \quad (6)$$

Направление вектора F элементарной реакции составляет угол θ с касательной к поверхности $t-t$, вдоль которой движется почва, и угол λ – с нормалью в этой же точке (рис. 2, б). На основании этого можно записать:

$$F = (E_0 + \rho \cdot v^2 \cdot S \cos \eta) \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\cos \theta} \quad (7)$$

или

$$F = \frac{(E_0 + \rho \cdot v^2 \cdot S \cos \eta)}{\cos \lambda}. \quad (8)$$

Приравняв правые части (7) и (8), получим:

$$\theta = \arccos (\cos \lambda \cdot \operatorname{tg} \varphi). \quad (9)$$

Проанализировав уравнение (9), можно сделать вывод, что направление скольжения почвы по рабочей поверхности сошника, определяемое углом θ , зависит от двух углов: угла между скоростью поступления почвы на поверхность и нормалью к поверхности и угла трения. Вектор элементарной реакции в каждой точке поверхности можно определить, зная эти два угла и динамический напор почвенной массы.

Установив интегральное усилие, действующее со стороны почвы и его направление, можно определить технологические параметры сошника, а также его энергетические показатели.

Из рис. 2, б найдем проекции вектора элементарной реакции на декартовы оси координат

$$X = N \cos(n, x) + T \cos(t, x), \quad (10)$$

$$Y = N \cos(n, y) + T \cos(t, y), \quad (11)$$

$$Z = N \cos(n, z) + T \cos(t, z). \quad (12)$$

Преобразуем эти уравнения с учетом формул(2)...(6)

$$X = (E_0 + \rho \cdot v^2 \cdot S \cos \eta)(\cos(n, x) + \operatorname{tg} \varphi \cdot \cos(t, x)), \quad (13)$$

$$Y = (E_0 + \rho \cdot v^2 \cdot S \cos \eta)(\cos(n, y) + \operatorname{tg} \varphi \cdot \cos(t, y)), \quad (14)$$

$$Z = (E_0 + \rho \cdot v^2 \cdot S \cos \eta)(\cos(n, z) + \operatorname{tg} \varphi \cdot \cos(t, z)). \quad (15)$$

Чтобы определить реакцию конкретных рабочих органов, необходимо установить величину η . Из литературных источников [5] известно, что для поверхностей сошников этот угол находится

$$\eta = \arctg(\operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \beta), \quad (16)$$

где α и β – углы, характеризующие рабочую поверхность в точке соответственно в продольно- и поперечно-вертикальной плоскостях.

Тогда для рабочей поверхности $S(x, y, z)$:

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{dS(x, y, z)}{dx}, \quad (17)$$

$$\beta = \operatorname{arctg} \frac{dS(x, y, z)}{dy}, \quad (18)$$

так как

$$\cos \beta = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{dS(x, y, z)}{dy} \right)^2}}, \quad (19)$$

то можно записать, что

$$\eta = \operatorname{arctg} \left(\frac{dS(x, y, z)}{dx} \right) \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{dS(x, y, z)}{dy} \right)^2}}. \quad (20)$$

Для определения тягового сопротивления комбинированного сошника, проинтегрировав X по проекции поверхности на плоскость YOZ , получим:

$$F_t = \iint_{\sigma_{yz}} (E_0 + \rho \cdot v^2 \cdot S \cos \eta) (\cos(n, x) + \operatorname{tg}(\cos(t, x))) dy \cdot dz + P_0(S, M) \operatorname{tg} \eta. \quad (21)$$

где $P_0(S, M)$ – усилие на опорную поверхность сошника, зависящее от рабочей поверхности S и механизма навески M .

Боковая составляющая реакции $F_{\bar{6}}$ для комбинированного сошника с разновеликими дисками определится выражением:

$$F_{\bar{6}} = \iint_{\sigma_{xz}^I} (E_0 + \rho \cdot v^2 \cdot S \cos \eta) (\cos(n, y) + \operatorname{tg} \varphi \cdot \cos(t, y)) dx dz - \iint_{\sigma_{xz}^{II}} (E_0 + \rho \cdot v^2 \cdot S \cos \eta) (\cos(n, y) + \operatorname{tg} \varphi (\cos(t, y))) dx dz, \quad (22)$$

где σ_{xz}^I и σ_{xz}^{II} – области интегрирования соответственно по левому и правому дискам.

Очевидно, что при положительном значении выражения (22) направление боковой составляющей будет слева направо и наоборот.

В реальных условиях упругий элемент механизма подвески сошника должен компенсировать вертикальную составляющую реакции поч-

вы. А сама составляющая F_v от динамического напора может быть определена из выражения

$$F_e = \iint_{\sigma_{xy}} (E_0 + \rho \cdot v^2 \cdot S \cos \eta)(\cos(n, z) + tg \varphi(t, z)) dx dy. \quad (23)$$

Проведенный анализ позволяет сделать следующие выводы: в процессе образования борозды рабочая поверхность сошника должна обеспечивать минимизацию или полное исключение тела повышенного давления.

Это обосновывается тем, что форма тела повышенного давления во многом является неопределенной, что не позволяет контролировать, а тем более прогнозировать углы, характеризующие процесс взаимодействия поверхности сошника с почвой. А, следовательно, не представляется возможным управлять процессом бороздообразования. Кроме того, при образовании тела повышенного давления имеет место скольжение почвы по почве, что приводит к возрастанию сил трения и энергозатрат на перемещение сошника.

ЛИТЕРАТУРА

1. Rathje, J. Der Schnittvorgang im Sande / J. Rathje // Sheft. – 1931. – № 350. – P. 34–39.
2. Петровец, В. Р. Технология и машины внесения минеральных удобрений и посева зерновых / В. Р. Петровец. – Минск: Ураджай, 1997. – 94 с.
3. Петровец, В. Р. Исследование силовых характеристик сошников / В. Р. Петровец, О. П. Лабурдов // Тракторы и сельхозмашины. – 1999. – № 8. – С. 24–25.
4. Флайшер, Н. М. К теории тягового сопротивления плуга / Н. М. Флайшер // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1979. – № 5. – С. 46–50.
5. Исследование на ЭВМ рабочей поверхности тукового сошника / Г. Я. Штыльфус, Ю. В. Иванов, Б. А. Нефедов, Н. М. Флайшер // НТБ ВИМ. – Москва, 1984. – Вып. 58. – С. 25–28.

Аннотация. Получены аналитические зависимости реактивных усилий комбинированного сошника с разновеликими дисками для совмещенного внесения минеральных удобрений и посева зерновых культур.

Они позволяют определить энергетические показатели, технологические параметры рабочих органов с помощью геометрических характеристик поверхностей сошника, за счет чего можно оценить распределение элементарных реакций почвы по сечению образуемой борозды.

Ключевые слова: сошник, борозда, усилие, тяговое сопротивление, поверхность.

АНАЛИЗ МУЛЬЧИРУЮЩИХ ПЛЕНОК

К. Л. ПУЗЕВИЧ¹, канд. техн. наук, доцент

В. И. КОЦУБА¹, канд. техн. наук, доцент

В. В. ПУЗЕВИЧ¹, аспирант

А. И. ФИЛИППОВ², канд. техн. наук, доцент

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

²УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
Гродно, Республика Беларусь

Введение. Качество почвы в первую очередь определяет успех любого аграрного проекта. Поэтому почву нужно не только умело использовать, но и защищать [1].

Мульчирование – это способ ускорения роста растений, путем укладывания пленочных покрытий непосредственно на грунт. С помощью мульчирования можно получить более ранний и богатый урожай, а также снизить использование пестицидов. Растения будут более здоровые, а плоды сочного и хорошего товарного вида. Используя мульчирование очень эффективно выращивать теплолюбивые овощи, такие как перец, томаты и кукуруза, также были замечены очень хорошие результаты при выращивании клубники [2].

Основная часть. Мульчирование обладает следующими достоинствами:

1. Защищает корни растений от пересыхания путем удержания влаги, сдерживает излишнее испарение, тем самым позволяет сократить частоту поливов, препятствует образованию почвенной корки.

2. Поддерживает оптимальную температуру почвы, исключает резкие перепады температур: в жаркие дни почва не перегревается, в холодную не перемерзает.

3. Защищает растения от сорной растительности, подавляет прорастание семян однолетних сорняков, позволяя свести к минимуму использование химических препаратов.

4. Благоприятно влияет на состав и структуру почвы.

5. Регулирует кислотность почвы путем внесения определенного состава мульчирующих материалов.

6. Создаются условия для активизации земляных червей и работы полезных микроорганизмов.

Аграрии уже достаточно давно оценили эффективность данного процесса, потому как именно мульчирование освобождает от прополки

и рыхления, тем самым экономя драгоценное время. Дополнительным бонусом является то, что пленка не дает сорнякам ни единого шанса на прорастания, параллельно сохраняя влагу и стимулируя размножения полезных бактерий. Пленка для мульчирования бережно защищает молодое растение от резкого ветра, слишком сильного дождя или палящего солнца.

В настоящее время наиболее распространенным является мульчирование прозрачной и черной пленкой, но возможны и другие цвета пленки, такие как белая, серебряная, коричневая, зеленая и черно-белая. Каждая из этих пленок для мульчирования имеет свои особенности (таблица) [3].

Достоинства и недостатки мульчирующих пленок

Цвет пленки	Плюсы	Минусы
1	2	3
Белый	Отражает часть солнечного света от земли к растениям; пленка не нагревается и остается холодной, что не приведет к сгоранию растений	Почва остается холодной; из-за отсутствия полной непрозрачности для видимых солнечных лучей, которые учувствуют в фотосинтезе, возможно прорастание сорняков, что приводит к использованию гербицидов
Черный	«Гербицидный» эффект, это значит, что черная пленка полностью поглощает солнечный цвет, что прекращает рост сорняков; под черной пленкой не образуется плесень	Температура почвы прогревается крайне медленно; из-за черного цвета, пленка быстро и сильно нагревается, вплоть до 60–70 °С, что может привести к сгоранию растения
Черно-белый	Имеет достоинства белого и черного мульчирования	
Прозрачный	Быстрый прогрев почвы; пленка не нагревается и остается холодной, что не приведет к сгоранию растений; позволяет поддерживать температуру почвы выше 10 °С начиная с середины апреля	Из-за быстрого прогрева почвы, большой риск прорастания сорняков, что приводит к использованию гербицидов
Серебряный	Имеет достоинства белого и черного мульчирования	Создаются благоприятные условия для появления и жизнедеятельности тли на растениях

1	2	3
Зеленый	Быстрый прогрев почвы; пленка не нагревается и остается холодной, что не приведет к сгоранию растений; «гербицидный» эффект	
Коричневый	Сохраняет все достоинства зеленого мульчирования; хорошее прогревание земли днем, а ночью сбережение температуры почвы	

Заключение. Способ посева через пленку является более универсальным, так как позволяет применять различные укрывные материалы. Однако в Республике Беларусь отсутствуют машины для реализации данной технологии возделывания, а зарубежные аналоги являются весьма дорогостоящими [4].

Разработка конструкций посевных агрегатов, способных осуществлять посев пропашных культур под мульчирующую пленку, является актуальным направлением. При этом можно применять различные укрывные материалы.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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.
2. Дудка, В. Мульчирование почвы / В. Дудка // Лидер-Агро. – № 12 (22). – Кишинев, 2018.
3. Подробно о мульчировании почвы. Практические рекомендации [Электронный ресурс] / EastFruit / Режим доступа: <https://east-fruit.com/article/podrobno-o-mulchirovanii-rochvyu-prakticheskie-rekomendatsii>. Дата доступа: 26.10.2020.
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.

Аннотация. Приводится анализ достоинств мульчирования почвы, а также описание свойств пленочного материала для мульчирования. Обосновывается, что разработка конструкций посевных агрегатов, способных осуществлять посев пропашных культур под мульчирующую пленку, является актуальным направлением.

Ключевые слова: почва, мульчирование, пленка, цвет, растение, сорняки, температура.

КАКИЕ НОВОВВЕДЕНИЯ ПОДГОТОВИЛИ ДЛЯ ВОДИТЕЛЕЙ В КОДЕКСЕ ОБ АДМИНИСТРАТИВНЫХ ПРАВОНАРУШЕНИЯХ

В. Л. САМСОНОВ, ст. преподаватель,
Д. В. ГРЕКОВ, ст. преподаватель
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. В Республике Беларусь внесены корректировки в Кодекс об административных правонарушениях (КоАП). Как отмечают средства СМИ, некоторые нормы в свежем документе появились под влиянием происходящего в стране выборов.

Основная часть. В частности, возрастет штраф за умышленную блокировку дорог. Сейчас за нарушение предусмотрен штраф от 6 до 10 базовых величин. По новому КоАП за это дадут уже от 6 до 50 базовых. Кроме того, такое же наказание прописали и для водителей за блокирование транспортных коммуникаций в местах проведения массовых мероприятий или повлекшее создание аварийной обстановки. Кроме штрафа в отношении сидящего за рулем, может быть принято решение о лишении прав от года до двух лет.

В кодексе сказано и о подаче звуковых сигналов. Если в настоящий момент за это предусмотрено предупреждение или штраф до трех базовых, то по свежим нормам водитель, который не соблюдает правила пользования звуковыми сигналами в местах проведения массовых мероприятий, рискует получить штраф до 10 базовых с лишением прав на срок до года или без лишения.

Изменится градация нарушений за превышение скорости. Действующий КоАП предполагает штраф за превышение скорости на 30 км в час и более в размере от 3 до 10 базовых. В новом кодексе такой штраф будет только за превышение скорости от 30 до 40 км в час. Если же управляющий авто превысит скорость на 40 км в час и более, то его оштрафуют на сумму от 8 до 12 базовых величин.

Ужесточится наказание за нахождение за рулем в нетрезвом виде. По нашему законодательству состояние алкогольного опьянения начинается с отметки 0,3 промилле. Сейчас пьяным водителям грозит штраф от 50 до 100 базовых с лишением прав на 3 года. В будущем так станут наказывать, если степень опьянения не превысит 0,8 промилле алкоголя. Если же будет выше 0,8 промилле, то перед автолюбителями

замаячит не только штраф в 200 базовых величин, но и лишение прав на 5 лет. Нововведения в КоАП дают возможность штрафовать водителей за превышение средней скорости движения на определенном участке. Если говорить просто, расстояние, которое проедет машина, разделят на время, за которое она его преодолела. Фиксировать скорость положено камерам, которые в тестовом режиме уже устанавливают в столице.

Штрафы для тех, кто ездит без «автогражданки», станут меньше. Сегодня за это грозит от 3 до 5 базовых, будет – от 1 до 3 базовых.

Исчезнет понятие повторности для тех, кто ставит автомобиль в неполюженном месте (сейчас это 2 базовых). В новом КоАП нарушение правил парковки все время начнет обходиться в 1 базовую; если водитель без оснований займет место для инвалидов – в 2 базовые.

Базовую величину в Беларуси официально подняли с 27 до 29 рублей. Тем самым за превышение скорости от 10 до 20 км/ч предусмотрен штраф до 1 базовой (т. е. до 29 руб.); от 20 до 30 км/ч – от 1 до 3 б. в. (от 29 до 87 руб.), свыше 30 км/ч – от 3 до 10 б. в. (от 87 до 290 руб.), повторные нарушения влекут за собой внесение в казну от 5 до 15 б. в. (от 145 до 435 руб.) или лишение водительского удостоверения.

Нарушения, зафиксированные камерой скорости: от 10 до 20 км/ч – 0,5 б. в. (14 руб. 50 коп.); от 20 до 30 км/ч – 2 б. в. (58 руб.); от 30 до 40 км/ч – 4 б. в. (116 руб.); свыше 40 км/ч – 6 б. в. (174 руб.).

За непройденный техосмотр грозит от 1 до 3 б. в. (от 29 до 87 руб.) или предупреждение. Вождение в пьяном виде предусматривает штраф в размере от 50 до 100 базовых (от 1 450 до 2 900 руб.) с лишением водительского удостоверения.

Также подрастут цены на услуги регистрации транспортных средств. За регистрационные знаки для машин придется отдать 58 рублей (ранее – 54 руб.), для прицепов, мотоциклов и за «транзиты» – 29 рублей. Свидетельство о регистрации для всех типов авто обойдется в 29 рублей.

С 1 января 2021 года в Беларуси повысят ставку утильсбора. Специалисты утверждают, что белорусов, которые ввозят машины для личного пользования, нововведение затронет не слишком сильно. Больше повышение коснется автодилеров, которые пригоняют авто из-за пределов Таможенного союза. Так, физлица при покупке автомобиля с ДВС для себя будут платить 544,5 рубля за машину не старше

3 лет, 816,7 рубля – за автомобиль, которому от 3 до 7 лет, и 1 225,1 рубля – за машину старше 7 лет.

А вот выплаты утильсбора для дилеров вырастут в разы. К примеру, за автомобиль с объемом двигателя от 1 000 до 2 000 кубических сантиметров придется отдать до 6 115,2 рубля. Ранее эта ставка не превышала 1 459,3 рубля.

С 1 января в стране вводят тарифы на зарядку электрокаров. Так, на станциях Malanka 1 кВт постоянного тока (быстрые ЭЗС) будет стоить 39 копеек, а на станциях переменного тока (медленные) то же количество «топлива» обойдется в 29 копеек [1].

С 1 января вступило в силу положение о местном сборе за пересечение государственной границы на автомобиле через пункты пропуска. Погасить сбор потребуется, если максимальная масса транспортного средства не превышает 5 тонн и в нем имеется не более 8 мест для сиденья (помимо водителя). По сути, это касается всех легковых машин. Ставки сбора устанавливаются областными Советами депутатов (в том числе в зависимости от максимально разрешенной массы транспортного средства) в пределах 3 базовых величин (то есть не больше 87 рублей) и независимо от количества пассажиров в автомобиле.

Пока ни один из областных Советов депутатов не объявлял о принятии решения о введении местного сбора. Стоит отметить, что решения областных Советов депутатов о введении сбора вступают в силу с 1-го числа месяца, следующего за месяцем их официального опубликования. То есть даже если в ближайшие дни оно будет принято в какой-то области, то вступит в силу только с 1 февраля.

С 1 января 2021 года в Беларуси отменяют временный налог, который был введен в 2014 для микроорганизаций, занимающихся техобслуживанием и ремонтом автомобилей. Предполагалось, что ЕНВД позволит справиться с массовым сокращением выручки в автосервисах, а также сделает равными условия для компаний с индивидуальными предпринимателями, работающими в этой сфере, которые уплачивают единый налог в фиксированной сумме.

Однако на практике оказалось, что желающих платить ЕНВД много. Если в 2014 году их насчитывалось 1 912, то в 2019 – всего 1 337, а в I квартале 2020 года – 1 199, причем число работников компаний, применяющих ЕНВД, за 5 лет сократилось в 1,5 раза, а сумма вмененного дохода – почти вдвое.

Заключение. Таким образом, проект КоАП в значительной степени направлен на ужесточение наказания именно за систематическое

нарушение Правил дорожного движения. Ну а любителям «зеленого змия» придется подумать не один раз, стоит ли садиться за руль при таких-то размерах штрафа и сроках лишения.

Что мы увидим в итоге после различных обсуждений и согласований, покажет время.

ЛИТЕРАТУРА

1. Даже шесть баллов – повод напрячься. Чего ждать водителям от нового Административного кодекса? [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <http://015.by/news/obshchestvo/dazhe-shest-ballov-povod-napryachysya-chego-zhdat-vochitelyam-ot-novogo-administrativnogo-koдекsa/>. – Дата доступа: 18.11.2020.

2. Тарасик, В. Н. Теория движения автомобиля: учебник / В. Н. Тарасик. – Петербург: БХВ, 2006.

3. Касьянов, В. А. Физика / В. А. Касьянов. – Москва: Дрофа, 2003. – 412 с.

4. Указ Президента Республики Беларусь от 30 декабря 2019 г. № 492 (Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 01.01.2020 г., 1/18765). – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=P31900492&p1=1>. – Дата доступа: 08.01.2021.

Аннотация. Вносятся корректировки в Кодекс об административных правонарушениях. Любой водитель сам нарушает ПДД и сталкивается с нарушением со стороны других участников дорожного движения. Проект КоАП в значительной степени направлен на ужесточение наказания именно за систематическое нарушение Правил дорожного движения.

Ключевые слова: нарушение ПДД, автомобиль, штраф, ГАИ, дорога, скорость.

УДК 62-03

РАСПРОСТРАНЕННЫЕ НАРУШЕНИЯ ПРАВИЛ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Д. В. ГРЕКОВ, ст. преподаватель,
В. Л. САМСОНОВ, ст. преподаватель
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. В автошколу все шли как в первый класс: в правой руке – Правила дорожного движения, купленные в киоске, в левой руке – советы наставников и наставления советчиков.

Лекции, зачеты, экзамены – правила отскакивали от зубов и въелись в подкорку, хвала преподавателям.

И все же для некоторых они так и остались условным перечнем правил, не вполне обязательных к исполнению, хоть за это могут и покарать. Да чего уж там – некоторые правила нарушаются так часто, что случайный свидетель уже и не обратит на это никакого внимания. Но мы попытаемся определить те правила, будничное нарушение которых уже не удивляет окружающих.

Основная часть. *Превышение на 9 км/ч по отношению к разрешенной скорости.* Глава 11 пункт 87 ПДД: «При выборе скорости движения водитель должен учитывать ограничения скорости, установленные пунктами 88, 89 настоящих Правил и техническими средствами организации дорожного движения, а также интенсивность движения, обзорность дороги, особенности и состояние транспортного средства и перевозимого им груза, дорожные, погодные (метеорологические) условия и другие факторы, снижающие прозрачность атмосферы и влияющие на видимость дороги в направлении движения».

А помните те времена, когда инспекторы появлялись будто из ниоткуда и ловили за превышение? Еще тогда у многих выработался рефлекс ехать с той скоростью, что на знаке, плюс 9 км/ч. Во-первых, быстро сбросить скорость, а во-вторых, за +9 не штрафуют.

Времена изменились, прошла очередная волна модернизации. По кустам уже никого не сыскать – вдоль дороги стоят камеры, которые знают о вас все, что им нужно знать, в том числе домашний адрес. А за +9 по-прежнему не штрафуют. И +9 для потока – норма даже в городских условиях. Вот пролетит кто-нибудь по обочине, допустим, со скоростью 200 км/ч (так, на глазок) – вот он нарушитель, на него пальцем показывать станут. А к остальным какие вопросы?

Эксперты то и дело поднимают вопрос о наличии большого количества ДТП и тяжести их последствий, в обществе вновь и вновь поднимается вопрос о необходимости снижения допустимой скорости на городских улицах и проспектах. Мы будем говорить о тех самых +9, которые не имеют зависимости от того, что написано на знаке.

За превышение скорости, конечно, карают, и «письма счастья» многим приходят регулярно. Вот только это как раз повод задуматься о том, что страх перед наказанием снова и снова оказывается слабее желания «притопить». В конце концов, радовался же когда-то эстонец, узнав, что за превышение скорости должен белорусской казне смешные 5 евро.

Движение по специально выделенной полосе для движения маршрутных транспортных средств. Глава 15 пункт 124 ПДД: «На дорогах с полосой движения для маршрутных транспортных средств, обозначенных дорожными знаками «Полоса для маршрутных транспортных средств», «Дорога с полосой для маршрутных транспортных средств», запрещаются движение, остановка и стоянка других транспортных средств на этой полосе».

Выделенные полосы для движения общественного транспорта стали обозначать около шести лет назад. С тех пор их протяженность все увеличивается, а ГАИ все настойчивее требует соблюдения правил дорожного движения, касающихся проезда по этим полосам.

Своего рода эксперимент, иллюстрирующий текущее положение вещей, был проведен в 2019 г., когда Минск принимал Европейские игры. Тогда к выделенным полосам на проспектах Независимости и Победителей прибавились аналогичные по значению полосы на проспекте Дзержинского. Задумка была простая: по свободным полосам общественный транспорт в обычные дни и официальный транспорт Европейских игр в дни проведения соревнований будет курсировать по городу по-настоящему быстро.

Сработало: оказалось, обыкновенный городской автобус может доехать из Малиновки в Веснянку через центр города за какие-то полчаса (нужно, правда, еще учитывать остановки). С точки зрения городского устройства это значило многое, так как показывало эффективность автобусов тем, кто в теории может сменить личный транспорт на общественный.

Но одновременно с этим выяснилось, что работоспособность выделенных полос напрямую зависит от присутствия там сотрудников ГАИ.

Нет рядом автомобиля с маячками – и полосу занимают те, кому нужно проехать быстрее потока. Очень скоро таких торопливых оказывается чересчур много, и в полосе для общественного транспорта образуется затор из транспорта личного.

Сегодня в часы пик можно увидеть, что выделенные полосы на проспектах заняты отнюдь не одними лишь автобусами, троллейбусами и маршрутными такси.

Была попытка внедрить автоматический контроль – на проспекте Независимости, в районе Октябрьской площади, установили специальную камеру фотофиксации. Работая в тестовом режиме, она выявляла под 2,5 тыс. нарушений в сутки. Однако повсеместное внедрение автоматике потребовало бы значительных усилий и изме-

нения законодательства, так что пока вопрос остается подвешенным в воздухе.

Нечитаемые регистрационные номера. Глава 3 пункт 10.3 ПДД: «Водителю запрещается участвовать в дорожном движении на транспортном средстве с загрязнениями (наслоениями), не позволяющими видеть информацию на регистрационном знаке (временном номерном знаке) с расстояния 40 метров и менее».

Глава 26 пункт 194.2 ПДД: «Запрещается участие в дорожном движении транспортного средства без установленных в предусмотренных местах регистрационных знаков (временных номерных знаков), транспортного средства, имеющего следы видоизменения или уничтожения регистрационных знаков (временных номерных знаков), а также маркировок кузова, шасси, рамы, нанесенных на них ранее организацией (заводом)-изготовителем (за исключением зарегистрированных в установленном порядке)».

Вопросы с читаемостью регистрационных знаков стали возникать в значительном количестве после того, как появились приборы, фиксирующие превышение скорости в автоматическом режиме. Не показываем ни на кого пальцем, а только фантазируем. Если камера сфотографирует регистрационный знак автомобиля, который нарушил ПДД, то владельцу придет «письмо счастья» с выписанным штрафом. Если номер на снимке невозможно будет различить, то и хозяина машины с большой долей вероятности не установят, то есть спрашивать будет не с кого – ищи такое авто по необъятным просторам страны.

Но в открытую прятать номера – откровенное нарушение, которое несомненно привлечет внимание сотрудников ГАИ. Поэтому и возникают ситуации, когда то краска сотрется (хотя бывали и бракованные серии), то листочек по осени чисто случайно прилипнет, то еще какое-то недоразумение произойдет.

С одной стороны, не факт, что водитель приложил к чему-то такому свою руку. С другой стороны, он обязан следить за состоянием своего транспортного средства – отвечать же все равно ему [1].

Нарушение ПДД водителями велосипедов. Глава 26 пункт 200 ПДД: «Велосипед должен иметь исправные тормозную систему, рулевое управление и звуковой сигнал, быть оборудован зеркалом заднего вида, спереди световозвращателем белого цвета, сзади – световозвращателем (световозвращателями) красного цвета, а с каждой боковой стороны – световозвращателями оранжевого цвета».

В несоблюдении правил дорожного движения, понятное дело, можно упрекнуть не только водителей. Недавно велосипедисты на

собственном примере почувствовали, что означает пристальный контроль. Пункт 200 ПДД, кажется, был всегда, но о нем вспоминали так редко, что в конце концов начисто забыли. Звончек на руле велосипеда стал казаться каким-то почти детским атрибутом. Боковое зеркало – бессмысленный аксессуар. Катафоты – никто вообще не обращал внимания на то, есть ли они и какого цвета. Так казалось многим. Потом наступил 2020 г.

Если следовать букве правил, то соответствующим образом должен быть оборудован любой велосипед, то есть вообще любой, даже детский трехколесник.

Как-то внезапно оказалось, что огромное количество велосипедов в стране не соответствуют требованиям правил дорожного движения. Велошеринг, тридцатилетний «Аист» у бабушки в деревне, даже «горник», купленный прошлым летом, – хоть чего-то, как правило, не хватает у каждого.

Можно долго спорить о логичности требований, закрепленных в ПДД. Действительно ли светоотражатели эффективны или логичнее было бы требовать установки фонарей? Всегда ли нужен велозвонок? И может ли быть «необязательный» велошлем в конечном счете полезнее «обязательного» бокового зеркала? Но это теория. На практике же есть свод обязательных к исполнению правил и есть ответственность за нарушение.

Вот только количество нарушителей, пренебрегших правилами, значительно возрастает.

Нарушение правил остановки и стоянки. Глава 19 пункт 143 ПДД: остановка и стоянка транспортных средств запрещаются:

– на пешеходных переходах и ближе 15 метров от них на дороге в обе стороны (п. 143.3);

– на остановочных пунктах маршрутных транспортных средств и ближе 15 метров от них, кроме случаев остановки для посадки (высадки) пассажиров, если это не создаст препятствия для движения маршрутных транспортных средств (п. 143.5);

– на тротуарах, кроме специально отведенных мест, обозначенных дорожным знаком «Место стоянки» («Место стоянки такси») (п. 143.14);

– на газонах и других участках с зелеными насаждениями (п. 143.15);

– на проездах во дворах со стороны, прилегающей к жилой застройке (п. 143.16).

Пройдите по улице и сосчитайте: сколько автомобилей припаркованы не по правилам в вашем дворе, на вашей улице, в вашем районе? Нет, это уж слишком, в районе не считайте – соберетесь все равно. И это не шутка: число таких нарушений откровенно пугает, и год от года ситуация только ухудшается, а решения нет. Как-то внезапно оказалось, что в крупных городах сконцентрировано огромное количество машин, а дворы – они не резиновые. И вот целый миллион водителей приезжает с работы домой и желает оставить автомобиль так, чтобы видеть его из кухонного окна (так спокойнее). Под кухонным окном место есть не для всех, и те, кому не хватило, пытаются решать проблему. Кто-то, глубоко вздохнув, едет парковаться где-нибудь хотя бы в шаговой доступности. Кто-то, вздохнув не так глубоко, въезжает на пешеходную дорожку либо на газон, на детскую площадку – куда угодно, лишь бы было удобно.

Проблема характерна не только для дворов. Машинами заставлены улицы, водители паркуются на остановках общественного транспорта, перегораживают переходы. Дело не в том, что город слишком маленький, чтобы обеспечить место для всех, кому оно требуется. Просто не каждый хочет это место искать [1].

Как и во всех других случаях с массовыми нарушениями, существует мнение, что этому способствует неэффективность наказания. Припарковаться где попало не страшно – в худшем случае выпишут относительно небольшой штраф, да и то если у ГАИ дойдут руки. Судя по ситуации во дворах, до всех руки не доходят. Случается, что кто-то во дворе идет на принцип и методично добивается того, чтобы нарушителей все же призывали к ответу. Есть примеры, когда таким образом удавалось навести порядок, хотя чаще это просто приводит к конфликту между соседями с использованием характерной лексики.

Было время, когда ГАИ грозились внедрить эффективную систему автоматической фотофиксации, но воз и ныне там. То есть решить проблему нарушений правил остановки и стоянки существующими методами не удастся, а новый сценарий пока не выработан. Иногда кажется, что никто в принципе не знает, как решать возникшую проблему, и все, будто в кино, просто ждут, что же будет дальше.

И еще к вопросу об эффективности действующих законов. Ведь существует ответственность за уничтожение газона: ч. 3 ст. 15.22 КоАП – «Незаконные удаление, пересадка произрастающей в населенных пунктах древесно-кустарниковой растительности, не входящей в состав лесного фонда, либо повреждение такой растительности или ее уничтожение, либо повреждение или уничтожение цветников, газонов,

расположенных в населенных пунктах» влечет наложение штрафа в размере до 50 базовых величин, на индивидуального предпринимателя – от 10 до 200 базовых величин, а на юридическое лицо – от 20 до 300 базовых величин. Однако привлечь конкретного владельца транспортного средства по этой статье затруднительно: во-первых, нужно доказать, что вред причинен именно его автомобилем, а во-вторых, потребуется составлять специальный акт, что тоже предполагает определенные трудности.

То есть маленькие штрафы не работают, а большие все равно не выпишут.

Не пристегнутый ремень безопасности. Глава 3 пункт 9.5 ПДД: «Водитель обязан быть пристегнутым и не перевозить пассажиров с непристегнутыми ремнями безопасности при движении в механическом транспортном средстве, оборудованном ремнями безопасности».

По действующим правилам все (то есть вообще все) в машине должны быть пристегнуты ремнями безопасности: и водитель, и пассажиры.

Исключение сделано для инструкторов по вождению (не всегда, а только во время занятий с курсантами), для таксистов (в пределах города), для пассажиров транспортных средств оперативного назначения и для тех, у кого есть медицинские противопоказания [1].

Однако по какой-то причине долгое время использование ремней у многих было, как бы это сказать, не в почете. И эта проблема сохраняется, хоть постепенно теряет остроту. Причем никто не может объяснить, в чем дело: ремень не давит, он не особо сковывает движения, чтобы это было проблемой, но есть определенная категория водителей и пассажиров, которые пристегиваться не любят.

А нужно же понимать, что автомобили становятся совершеннее. Теперь они уже не станут молчать, когда кто-то пренебрегает собственной безопасностью. Тем любопытнее позиция принципиальных «непристегивальщиков»: они даже покупают специальные заглушки, чтобы бортовой компьютер противно не пищал. Продавцы таких заглушек иной раз креативят не по-детски, размещая на своем товаре приободряющие надписи вроде «Спаси и сохрани». Нужно отметить, что, согласно многочисленным исследованиям, ремень безопасности, используемый по назначению, в критичной ситуации спасает лучше, чем любая надпись на заглушке.

То же касается пассажиров. Некоторые не знают, некоторые и знать не хотят, что пристегиваться в машине обязаны все. И да, на заднем сиденье тоже. Обратите внимание также на то, что это распространя-

ется в том числе на такси, где исключение сделано только для водителя и только при определенных обстоятельствах.

Соблюдать скоростной режим можно, а «учить» – нельзя. Глава 11 пункт 91.4 ПДД: «Водителю запрещается создавать препятствие для дорожного движения, двигаясь без вынужденной необходимости с малой скоростью, а также двигаться с меньшей скоростью, чем установлено дорожным знаком «Ограничение минимальной скорости».

Глава 11 пункт 91.5 ПДД: «Водителю запрещается резко тормозить, если это не требуется для предотвращения дорожно-транспортного происшествия».

Это любопытно, но некоторые водители, позволяющие себе, скажем так, не обращать внимания на требования некоторых пунктов ПДД, зорко следят за тем, как их соблюдают другие. При определенных обстоятельствах они даже берут на себя функции карающего органа – «учат».

«Учить» – это означает объехать автомобиль, водитель которого, как показалось, сделал что-то неправильное (не по ПДД или даже скорее не по понятиям), а затем резко ударить по тормозам. Предполагается, что тот, кого учат, будет пребывать в ужасе и точно усвоит урок. На практике, с учетом того количества регистраторов, которыми сегодня пользуются водители, это скорее хороший способ нарваться на штраф за создание аварийной обстановки.

Но «учителя» никуда не делись: езжайте и сами в этом убедитесь.

Интересно, им правда кажется, что желание наказать за допущенное нарушение является индульгенцией при совершении даже более серьезного проступка?

Речь именно о создании аварийной обстановки, так как согласно определению, приведенному в ст. 18.14 КоАП, под созданием таковой понимаются действия участников дорожного движения, вынудившие других его участников изменять скорость, направление движения или принимать иные меры по обеспечению собственной безопасности или безопасности других лиц [1].

Так вот за это предусмотрено серьезное наказание вплоть до лишения права управления транспортными средствами сроком до двух лет.

Расположение транспортных средств на проезжей части. Глава 10 пункт 79.1 ПДД: «Вне населенных пунктов запрещается занимать левые полосы движения при свободных правых».

Глава 10 пункт 79.2 ПДД: «При трех и более полосах движения в данном направлении занимать крайнюю левую полосу движения разрешается только тогда, когда заняты другие полосы движения, либо

для опережения, объезда препятствия, поворота налево или разворота, а также для остановки, стоянки на левой стороне дороги с односторонним движением в случае, указанном в подпункте 138.3 пункта 138 настоящих Правил».

Ходит шутка, что за разделительным ограждением устанавливают мощный магнит, который неодолимо притягивает автомобили в левую полосу. Потом выезжаешь на кольцевую, и сомнений не остается – это не шутка.

Споры о том, какой ряд быстрее, не прекращаются. Можно дискутировать на эту тему, но нет никаких сомнений в том, что левый ряд часто слишком загруженный, по крайней мере визуально. Там едут быстро и еще быстрее, там моргают фарами, требуя уступить.

Если рассуждать логически, то можно понять, почему на той же кольцевой водители предпочитают не ехать в крайней правой полосе: там рядом выезды и съезды, там тихоходная техника и так далее. Можно также предположить, что в левый ряд на МКАД тянет из-за действующего на некоторых участках ограничения в 100 км/ч (обычно на кольце – 90). Но это частности. Тяга к крайней левой (на проспектах, на трассах, везде) – для многих это факт и стиль езды: неправильный, но привычный.

Разговаривать по телефону во время движения. Глава 3 пункт 10.4 ПДД: «Водителю запрещается пользоваться во время движения транспортного средства аппаратом радио- и телефонной связи, не оборудованным техническим устройством, позволяющим вести переговоры без использования рук».

Никто не спорит с тем, что без смартфона нынче никак. Хотя, говорят, были доисторические времена после эпохи динозавров, когда народонаселение не предоставляло регулярные отчеты о своей жизнедеятельности в «инсту» и все такое прочее.

Наверняка за последние день-два вы видели водителя, который, управляя автомобилем, говорил бы при этом по телефону. Или ехал, странно опустив взгляд ниже руля, – значит, пишет сообщение или увлеченно что-то читает. Можно ли безопасно вести машину и писать сообщение в дворовой чатик? Цезарь бы сказал, что да, но эксперты по безопасности дорожного движения возразили бы.

Вопрос в том, что ПДД для многих не являются достаточно авторитетным сводом правил, чтобы просто соблюдать то, что там написано. Без рассуждений и отступлений. В этом смысле, разговаривая по телефону, водитель чувствует себя почти в безопасности: должно очень не повезти, чтобы какой-то инспектор, во-первых, это заметил, а во-

вторых, проявил принципиальность и остановил для привлечения к ответственности.

Между тем опасные ситуации и даже аварии, косвенной причиной которых стало использование мобильного телефона во время движения, – это повседневность. Опрокидывание автомобиля на загородной трассе под Минском – недавний пример. В ГАИ сообщили, что, по предварительной информации, женщина-водитель как раз отвлеклась на телефон, после чего съехала в кювет и врезалась в дерево.

Пешеходы. Глава 4 пункт 17.2 ПДД: «Пешеход обязан переходить (пересекать) проезжую часть дороги по подземному, надземному пешеходным переходам, а при их отсутствии, убедившись, что выход на проезжую часть дороги безопасен, – по наземному пешеходному переходу (при отсутствии наземного пешеходного перехода – на перекрестке по линии тротуаров или обочин)».

Разумеется, нарушают не только водители. Но если водители, находясь в удобном кресле за рулем своей современной машины, не всегда чувствуют реальную опасность, совершая те или иные поступки, то действия некоторых пешеходов не поддаются никакому разумному объяснению. Переход проезжей части вне отведенного для этого места – один из таких поступков [1].

Водителю трудно ожидать, что перед машиной, которая движется иногда со скоростью и под 120 км/ч, окажется человек, причем там, где его не должно было быть ни при каких обстоятельствах.

Госавтоинспекция проводит профилактическую работу и призывает людей сообщать о таких пешеходах на линию «102». Но этого раз за разом оказывается недостаточно. Придорожные кафе и заправки остаются местами притяжения на загородных трассах, и водитель никогда не знает заранее, кто и где рискнет перейти дорогу.

Впрочем, вряд ли сумма штрафа остановит того, кто рискует жизнью, выходя на дорогу там, где нельзя.

Заключение. Госавтоинспекция проводит профилактическую работу и призывает людей сообщать о нарушениях ПДД на линию «102». Но этого раз за разом оказывается недостаточно.

Впрочем, вряд ли сумма штрафа остановит того, кто рискует не только своей жизнью, но и жизнью других, нарушая Правила дорожного движения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Двенадцать нарушений ПДД [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://auto.onliner.by/2020/10/28/top-10-narushenij-pdd>. – Дата доступа: 18.11.2020.

2. Тарасик, В. Н. Теория движения автомобиля: учебник / В. Н. Тарасик. – Санкт-Петербург: БХВ, 2006.

3. Касьянов, В. А. Физика / В. А. Касьянов. – Москва: Дрофа, 2003. – 412 с.

4. Указ Президента Республики Беларусь от 30 декабря 2019 г. № 492 (Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 01.01.2020 г., 1/18765). – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=P31900492&p1=1>. – Дата доступа: 08.01.2021.

Аннотация. Любой водитель рано или поздно сам нарушает ПДД и сталкивается с нарушением со стороны других участников дорожного движения. В большинстве случаев за нарушение ПДД нет ответственности.

Ключевые слова: нарушение ПДД, автомобиль, штраф, ГАИ, дорога, скорость.

УДК 662.636

ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТРЕНИЯ ВОРОХА ЛЬНОКОСТРЫ ОТ ВЛАЖНОСТИ

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. Переработка отходов позволяет не только получать различного рода материалы и изделия, но и повысить эффективность производства, а также решить возникающие на льнозаводах экологические проблемы.

Среди отходов большую часть составляет костра. На льнозаводах ее образуется в два раза больше, чем производится волокна [1].

Одним из направлений использования вороха льнокостры является производство пеллет или брикетов. Однако при производстве пеллет или брикетов 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 [2].

Основная часть. Процесс сепарации минеральных примесей из вороха льнокостры зависит от энергетических и качественных показателей многих средств механизации, которые в свою очередь зависят от характеристик материала по трению. Поэтому необходимо определить

коэффициенты внутреннего и статического трения, с учетом влияния на них влажности материала.

Коэффициент внутреннего трения вороха льнокостры определяли с помощью лабораторной установки для определения параметров внутреннего трения (рис. 1).

Установка состоит из цилиндра 1 и диска 2 с центральным стержнем 3, на котором нанесена шкала с ценой деления 1 мм. Диск с помощью подъемного устройства 4 можно поднимать и опускать.

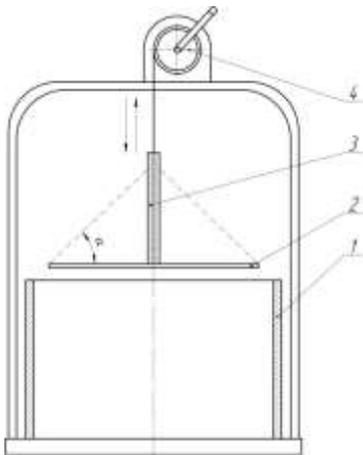


Рис. 1. Схема лабораторной установки для определения параметров внутреннего трения

Для определения коэффициента внутреннего трения диск, с помощью подъемного устройства, опускали на дно цилиндра и затем насыпали на него ворох льнокостры различной влажности. После этого диск поднимали по вертикали до выхода из цилиндра. В процессе подъема часть вороха ссыпалась в цилиндр, а оставшейся на диске ворох образовывал форму конуса. Высоту конуса h_k определяли по шкале, нанесенной на стержне.

Коэффициент внутреннего трения f_v определялся по следующей зависимости

$$f_v = \operatorname{tg} \varphi_0 = \frac{h_k}{r_d}, \quad (1)$$

где φ_0 – угол внутреннего трения материала, град;

h_k – высота конуса, м;

r_d – радиус диска, м.

Коэффициент статического трения определяли с помощью лабораторной установки (рис. 2), состоящий из рамы 1, наклонной поверхности 2 и винта 3.

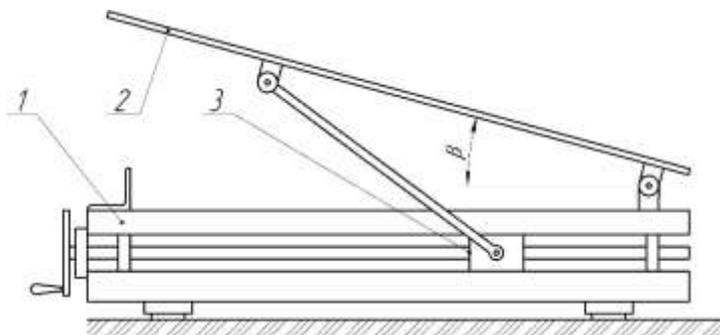


Рис. 2. Схема лабораторной установки для определения коэффициента статического трения

Для определения коэффициента статического трения на наклонную поверхность устанавливали материал, по поверхности которой необходимо определить коэффициент трения вороха льнокостры. На расположенную горизонтально наклонную поверхность 2 помещали ворох льнокостры различной влажности.

Затем с помощью винта 3 плавно увеличивали угол β наклона поверхности к горизонту до начала скольжения вороха льнокостры и замирали его.

Коэффициент статического трения f_c определялся по следующей зависимости

$$f_c = \operatorname{tg} \beta, \quad (2)$$

где β – угол внутреннего трения материала, град.

Полученные результаты по определению коэффициентов внутреннего и статического трения, с учетом влияния на них влажности материала представлены на рис. 3.

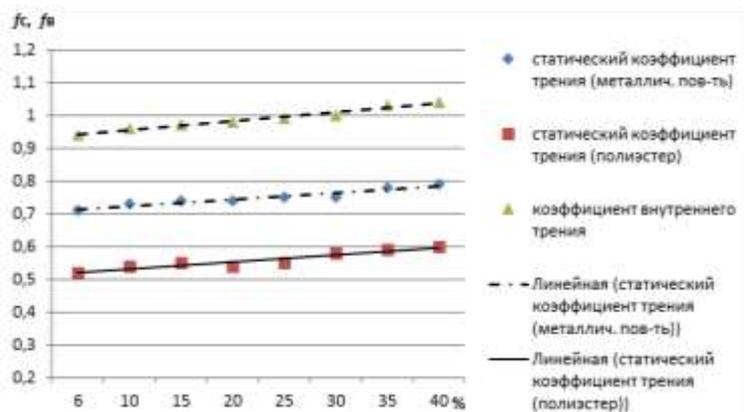


Рис. 3. Зависимость коэффициентов трения вороха льнокостры от влажности

Заключение. Анализ результатов показывает, что изменение влажности от 6 до 40 % не оказывает существенного влияния на изменение значения коэффициентов внутреннего и статического трения. Коэффициент внутреннего трения возрастает на 11 % (с 0,94 до 1,04), коэффициент статического трения: по поверхности полиэстер – на 15 % (с 0,52 до 0,60); по металлической поверхности на 11 % (с 0,71 до 0,79).

ЛИТЕРАТУРА

1. Методы и средства защиты окружающей природной среды в легкой промышленности / В. О. Попов [и др.]. – Москва: Легпромбытиздат, 1988. – 239 с.
2. Шаршунов, В. А. Определение засоренности льнокостры минеральными примесями и способы их выделения / В. А. Шаршунов, В. Е. Кругленья, Н. С. Сентюров // Вестник БГСХА. – 2013. – № 2. – С. 120–124.

Аннотация. Представлено направление использования отходов льнопроизводства в Республике Беларусь. Определены коэффициенты внутреннего и статического трения, с учетом влияния на них влажности материала.

Ключевые слова: ворох льнокостры, коэффициент внутреннего трения, коэффициент статического трения, влажность.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО ОРГАНА ВАЛЬЦОВОГО ТИПА

А. Е. УЛАХОВИЧ¹, канд. техн. наук, доцент

Н. В. УЛАХОВИЧ¹, магистрант

В. Н. КЕЦКО², ст. преподаватель

¹УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,

Горки, Республика Беларусь;

²УО «Белорусский аграрный технический университет»,

Минск, Республика Беларусь.

Введение. Основой успешного развития животноводства является создание прочной кормовой базы. Здесь приоритет должен принадлежать культурам с высоким содержанием белка, т. е. бобовым травам.

Тенденция последних лет на использование зерноуборочной техники при уборке семенных посевов бобовых трав путем ее незначительного усовершенствования за счет применения различных дополнительных приспособлений не может обеспечить стабильность производства их семян и исключить зависимость количества и качества производимой продукции от влияния неблагоприятных климатических условий. Исключить зависимость производства семян бобовых трав от неблагоприятных погодных условий можно с помощью внедрения технологий уборки, базирующихся на скашивании с измельчением всей вегетативной массы и очесе растений на корню.

Одной из нерешенных в настоящее время проблем применения данных технологий уборки бобовых трав является переработка получаемого семенного вороха и, в частности, обмолот. На этой технологической операции теряется основная масса урожая, как в результате невысокой степени вытирания, так и в результате значительного дробления и микроповреждения семенного материала существующими молотильными аппаратами.

Анализ существующих конструкций молотильно-сепарирующих устройств показывает, что наибольшее применение нашли аппараты, осуществляющие комбинированное воздействие на обмолачиваемый материал. Наиболее эффективное и качественное выделение семян бобовых трав достигается путем сжатия и перетирания массы.

В УО БГСХА на протяжении многих лет проводятся исследования по разработке устройств для обмолота и доработке семенного вороха мелкосемянных культур на стационарных пунктах. В частности, раз-

работаны вальцовые молотильные устройства для обмолота вороха клевера и льна.

Целью настоящей работы является обоснование параметров и режима работы молотильно-сепарирующего устройства вальцового типа.

Основная часть. В основу методики расчета положены результаты теоретических и экспериментальных исследований, проведенных в УО БГСХА в соответствии с разработанной программой.

В ходе исследований установлено:

1. Основными факторами, определяющими характер протекания изучаемого процесса, являются частота вращения вальцов, показатель кинематического режима и величина межцентрового расстояния. Значения этих факторов также, как и величину подачи вороха на обмолот, целесообразно регулировать в зависимости от условий уборки, т. е. состояния семенного вороха, получаемого способом очеса соцветий на корню. Для обеспечения минимальных потерь все факторы должны устанавливаться на определенном уровне.

2. Диаметр пневматических вальцов и величина избыточного давления в них должны выбираться предварительно из условия обеспечения полного и качественного обмолота, так как они не оказывают существенного влияния на параметры оптимизации.

Методикой расчета предусматривается определение величин следующих параметров: а) частоты вращения вальцов; б) показателя кинематического режима; в) межцентрового расстояния; г) подачи вороха на обмолот. В качестве исходных данных для проектирования используются результаты исследования физико-механических характеристик и агробиологических особенностей семенного вороха клевера, получаемого способом очеса соцветий на корню.

В результате поисковых экспериментов установлено, что наилучшие условия, с точки зрения получения минимальных потерь, обеспечиваются при давлении воздуха в вальцах $P = 0,20-0,22 \cdot 10^4$ Па, соотношении давлений $\lambda_p = 0,75-0,78$ и диаметре вальцов $D = 0,19-0,20$ м.

Частота вращения вальцов определяется из условия устойчивого протекания технологического процесса, когда отсутствует сгруживание пыжины на входе в рабочую зону вальцов

$$n = \frac{30qv}{\pi R \gamma \epsilon \eta \delta_x l_p}, \quad (1)$$

где n – частота вращения вальцов, мин^{-1} ;

q – масса вороха, поступающего на обмолот, кг/с ;

ν – показатель отношения массы семян к массе вороха в исходном материале;

R – радиус вальцов, м;

γ – плотность вороха, кг/м³;

ε – коэффициент использования длины рабочих органов;

η – коэффициент буксования вальцов по массе;

δ_x – величина молотильного зазора, м;

l_p – рабочая длина вальцов, м.

Соотношение окружных скоростей вальцов можно определить исходя из эффективности процесса обмолота, определяемой агротехническими требованиями:

$$E = \frac{V_2^2 - V_1^2}{V_2^2}, \quad (2)$$

где E – эффективность обмолота, определяемая агротребованиями;

V_2 – скорость вальца, вращающегося с большей частотой, м/с;

V_1 – скорость вальца, вращающегося с меньшей частотой, м/с.

Величину межцентрового расстояния находим исходя из средней величины работы, затрачиваемой на выделение семени клевера из облочки в результате воздействия сил трения [2], а также величины молотильного зазора δ_x , определяемой давлением на материал со стороны рабочих органов P :

$$\delta_x = \frac{H_{\text{сл}} \ln \frac{P}{2,55 \cdot 10^{-6}}}{0,15\gamma}, \quad (3)$$

где $H_{\text{сл}}$ – толщина слоя пыжины, поступающей на обмолот, м;

P – величина избыточного давления воздуха в вальцах, Па;

$2,55 \cdot 10^{-6}$ и $0,15$ – коэффициенты, определенные экспериментальным путем.

Тогда:

$$a = 2R \sqrt{1 - \left(\frac{3A\delta_x}{8\pi^3 fPR} \right)^2}, \quad (4)$$

где a – величина межцентрового расстояния, м;

$A = 0,1-0,8 \cdot 10^{-2}$ Дж [82] – значение работы, затрачиваемой на выделение семян клевера из пыжины за счет сил трения, Дж;

r – радиус семян клевера, м;

f – коэффициент трения пыжины по материалу рабочих органов.

Подача вороха на обмолот определяется исходя из условия обеспечения пропускной способности вальцового устройства и качества выполнения технологического процесса:

$$q \leq \frac{1}{v} \mu q_v, \quad (5)$$

или с учетом пропускной способности вальцов

$$q \leq \frac{1}{v} \mu l_p l_d \sqrt{\frac{f P \gamma \varepsilon \delta_v \eta}{\pi D}}, \quad (6)$$

где q_v – подача пыжины в вальцовый аппарат, кг/с;

$\mu = 0,30 \dots 0,35$ – коэффициент, определяющий качество обмолота.

Пример. Исходя из результатов исследований физико-механических свойств вороха, принимаем:

– отношение массы семян к массе соломы – 1 : 7;

– коэффициент трения пыжины по материалу рабочих органов – 0,35;

– плотность вороха – 110 кг/м³.

Тогда частота вращения вальцов определится из уравнения (1):

$$n = \frac{30 \cdot 2,4 \cdot 0,125}{3,14 \cdot 0,1 \cdot 110 \cdot 1,0 \cdot 0,0015 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 214,4 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n = 215 \text{ мин}^{-1}$.

Соотношение частоты вращения вальцов находим, исходя из зависимости (2):

$$\lambda = \frac{n_1}{n_2} = \frac{n_1}{\sqrt{\frac{n_1^2}{1 - \varepsilon}}} = \frac{215}{\sqrt{\frac{215^2}{1 - 0,98}}} = 0,141.$$

Принимаем $\lambda = 0,14$.

Определим величину межцентрового расстояния по формуле (4)

$$a = 2R \sqrt{1 - \left(\frac{3 \cdot 0,7 \cdot 10^{-2} \cdot 0,15 \cdot 10^{-2}}{8 \cdot 3,14 \cdot (0,1 \cdot 10^{-2})^3 \cdot 0,35 \cdot 0,45 \cdot 10^4} \right)^2} = 1,2R.$$

Подачу вороха на обмолот находим по зависимости (6):

$$q = \frac{1}{0,125} \cdot 0,32 \cdot 0,16 \cdot 1,0 \sqrt{\frac{0,35 \cdot 0,45 \cdot 10^4 \cdot 110 \cdot 0,0015 \cdot 0,9 \cdot 0,9}{0,628}} = 2,368 \text{ кг/с.}$$

С целью упрощения подбора значений n , λ , a и q для практических расчетов предлагается использование номограммы (рис. 1), которая разработана с учетом результатов теоретических и экспериментальных исследований.

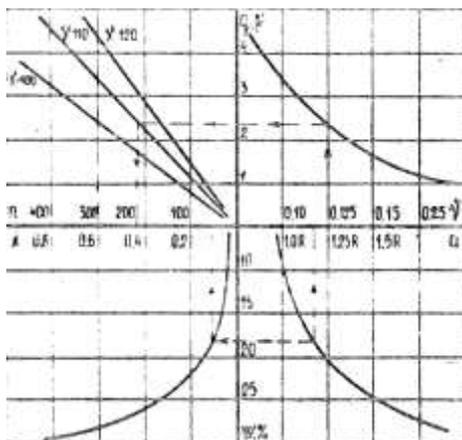


Рис. 1. Номограмма для выбора технологических параметров вальцового молотильного устройства

В первом квадранте изображен график изменения подачи вороха на обмолот в зависимости от его состава. Во втором квадранте номограммы приведены зависимости частоты вращения вальцов от величины подачи для различной плотности вороха. В третьем и четвертом квадрантах даны зависимости соотношения частоты вращения вальцов и межцентрового расстояния от влажности вороха, поступающего на обмолот.

Пример. Исходные данные: отношение массы семян к массе соломы $\nu = 1 : 7$, влажность вороха $W = 20 \%$, плотность — 110 кг/м^3 .

Из первого квадранта, восстановив перпендикуляр в точке, соответствующей $\nu = 1 : 7$, до пересечения с графиком и проведя горизонталь до оси q , определим оптимальную величину подачи вороха на

обмолот $q = 2,4$ кг/с. Продолжив горизонталь до пересечения с графиком второго квадранта, соответствующим $\gamma = 110$ кг/м³, и опустив перпендикуляр на ось n , получим частоту вращения вальцов $n = 215$ мин⁻¹. В третьем и четвертом квадрантах, проведя горизонталь в точке, соответствующей $W = 20$ %, до пересечения с графиками и восстановив перпендикуляры на оси λ и a , получим соотношение частоты вращения вальцов $\lambda = 0,15$ и межцентровое расстояние $a = 1,16R$.

Мощность, необходимую для обмолота вальцовым устройством, определяли после обработки осциллограммы записи крутящего момента на ведущем валу по уравнению:

$$N = M_{кр} \omega, \quad (7)$$

где $M_{кр}$ – крутящий момент на ведущем валу молотильного устройства, Н·м;

ω – частота вращения ведущего вала, рад/с.

Таким образом, величина мощности равна:

$$N = 56,2 \cdot 22 = 1236,2 \text{ Вт.}$$

Заключение. На основании результатов теоретических и экспериментальных исследований разработана методика расчета параметров молотильного устройства вальцового типа с эластичными рабочими поверхностями и номограмма для выбора его технологических параметров в зависимости от влажности и структуры вороха.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чеботарев, В. П. Проблемы и перспективы производства семян трав в Республике Беларусь / В. П. Чеботарев, И. В. Барановский, Е. Л. Жилич // Технологии и технические средства производства продукции растениеводства и животноводства [Электронный ISSN 0131-5226].

2. Мухин, П. Г. Исследование процесса вытирания семян многолетних трав: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / П. Г. Мухин; Московский институт механизации и электрификации сельского хозяйства. – Москва, 1952. – 17 с.

Аннотация. Приведены аналитические зависимости расчета параметров рабочего органа вальцового типа и номограмма для их определения.

Ключевые слова: обмолот, травмирование, влажность, ворох, кинематические параметры.

НОРМЫ ЛЕНТОЧНОГО ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ МОДЕРНИЗИРОВАННЫМ АГРЕГАТОМ АУ-М1 ПРИ МЕЖДУРЯДНОЙ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ

А. И. ФИЛИППОВ¹, канд. техн. наук, доцент

А. А. АУТКО¹, д-р с.-х. наук, профессор

Э. В. ЗАЯЦ¹, канд. техн. наук, доцент

К. Л. ПУЗЕВИЧ², канд. техн. наук, доцент

¹УО «Гродненский государственный аграрный университет»,

Гродно, Республика Беларусь;

²УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,

Горки, Республика Беларусь

Введение. Одним из путей оптимизации применения минеральных удобрений является локализация их внесения в зону основного развития корневой системы растений. Этот технологический процесс должен сочетаться с внесением в почву одновременно микробиологических препаратов, которые будут способствовать улучшению, а в последствии интенсивного развития почвы. Технологический процесс этих двух направлений целесообразно решать на базе агрегата универсального АУ-М1. Решение этой проблемы позволит экологизировать производство сельскохозяйственных пропашных культур, сохранить и улучшить плодородие почвы [1, 2].

Основная часть. На основе многочисленных опытов по осуществлению осеннего посева мы пришли к выводу о том, что разбросное внесение в почву удобрений предоставляло малый эффект, если поверхность почвы оставалась сухой в течение первых 2–3 недель после появления культуры. Проблема состоит в том, что удобрение «оказывается на мели» на поверхности сухой почвы над глубиной укоренения культуры. Корни не прорастают в сухую почву и, таким образом, не могут получить преимущества от присутствия этих питательных веществ на ранней стадии роста. Для того чтобы получить желаемый результат, нужно, чтобы корни культуры нашли удобрение в течение 2–3 недель после появления ростков. Очевидно, что в условиях, когда поверхность почвы сухая, ленточное применение удобрения во влажной почве будет более эффективным [3, 4, 5].

Некоторые исследователи показывают, что для всей корневой системы необязательно иметь доступ к удобрению. На основе полевых и лабораторных наблюдений, как только часть корневой системы культуры встречает концентрированное удобрение, внесенное ленточным

способом, корневая система начинает разрастаться в области, где присутствует концентрация удобрений. Тем самым, культура может поглотить большой процент удобрения, внесенного ленточным путем, по сравнению с рассеянным по всей поверхности почвы удобрением.

В зависимости от почвенно-климатических условий ленты располагают на глубине от 8–10 до 12–15 см. Ленточное внесение удобрений целесообразно совмещать с паровой или предпосевной обработкой почвы, используя для этого переоборудованный например: культиватор-растениепитатель КРН-4,2 или комбинированный почвообрабатывающий агрегат для междурядной обработки почвы [6, 7, 8].

В Нечерноземной зоне, где картофель высаживают в предварительные нарезанные гребни, удобрения лучше вносить лентой на дно гребня. Допосевное ленточное внесение удобрений под клубни или корнеплоды осуществляют переоборудованными культиваторами-растениепитателями на глубину около 15 см с интервалами 20–30 см.

В этой связи практическую значимость представляет изучение способов внесения гранулированных органоминеральных удобрений ленточным способом в узкопрофильные гряды. Для комплексного решения этой проблемы нами было разработано устройство для ленточного внесения гранулированных органоминеральных удобрений в почву в процессе формирования узкопрофильных гряд с учетом способа их размещения в почве гряды [9, 10, 11, 12].

При рабочем движении агрегата пружины выносят удобрения из бункера к выгрузным окнам, от которых они попадают через тукопроводы на рассеиватели и заделываются в почву дисковыми гребнеобразователями. Дозу высева в пределах от 50 до 600 кг/га регулируют путем изменения передаточного числа редуктора. При проведении опытов работали в диапазоне доз 140–240 кг/га. Передаточное число привода при этом составляло 0,406–0,722 [13, 14, 15].

В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований была обоснована таблица настройки на норму внесения удобрений, в зависимости от передаточного числа и конструктивная схема рабочих органов дозирования и ленточного внесения гранулированных удобрений в почву во время нарезания гряд и при уходе за растениями в режиме экологического земледелия, предварительные исследования которых показали возможность выполнения ими технологического процесса с учетом предъявляемых агротехнических требований [12, 15].

Заключение. Ленточное внесение органоминеральных удобрений целесообразно совмещать с междурядными обработками растений пропашными культиваторами. Эффективность и качество проводимых мероприятий зависит от характеристик применяемых рабочих органов, параметров их установки и эксплуатационных условий.

Таким образом, анализ проведенных исследований показывает эффективность внесенных органоминеральных удобрений ленточным способом. В этой связи требуется изучить данный вопрос применительно к технологии возделывания картофеля с учетом различных фонов удобрений, внесенных в долгосрочный период.

ЛИТЕРАТУРА

1. Усовершенствование профилеформователя узкопрофильных гряд / А. И. Филиппов [и др.] // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве. – Минск: БГАТУ, 2019. – С. 54–56.
2. Разработка узла распла для объемного внесения рабочих растворов / А. И. Филиппов [и др.] // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве. – Минск: БГАТУ, 2019. – С. 56–59.
3. Обоснование конструктивных параметров устройств для формирования профиля гребня / В. П. Чеботарев [и др.] // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве Минск: БГАТУ, 2019. – С. 71–73.
4. К вопросу формирования узкопрофильных гряд / В. П. Чеботарев [и др.] // Агропанорама. – 2019. – № 5. – С. 22–26.
5. Профилеформователь узкопрофильных гряд / Э. В. Заяц [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства. – Гродно: ГГАУ, 2018. – С. 170–172.
6. Обзор основных конструкций опрыскивателей при разработке объемного и ленточного внесения рабочих растворов в системе экологического земледелия / Э. В. Заяц [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2020. – Вып. 53. – С. 27–33.
7. Обоснование технических и конструктивных параметров профилеформователя узкопрофильных гряд / А. И. Филиппов [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2020. – Вып. 53. – С. 23–27.
8. Разработка оборудования для объемного внесения рабочих растворов / А. И. Филиппов [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2020. – Вып. 53. – С. 153–157.
9. Модернизация туковывсевающего аппарата для ленточного внесения удобрений / А. И. Филиппов [и др.] // Сб. науч. статей по материалам XXIII Междунар. научно-практ. конф. – 2020. – Вып. 53. – Гродно: ГГАУ, 2020. – С. 172–175.
10. Схема обоснования фрезерного диска и размещения почвозащепов рыхлителя / А. И. Филиппов [и др.] // Вестник БГСХА. – 2020. – № 3. – С. 194–197.
11. Оборудование для дозирования и ленточного внесения удобрений к универсальному агрегату АУ-М1 / А. И. Филиппов [и др.] // Вестник БарГУ. Серия «Технические науки». – 2020. – № 8. – С. 119–127.
12. Усовершенствование фрезерных дисков для обработки боковых поверхностей узкопрофильных гряд / А. И. Филиппов [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – 2020. – Вып. 5. – С. 348–351.

13. Разработка рабочих органов машин для возделывания картофеля и овощей при экологическом земледелии. / Э. В. Заяц [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства. – Гродно: ГГАУ, 2017. – С. 182–184.

14. Обзор зарубежных комбинированных агрегатов/ Н. Д. Лепешкин [и др.] // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве. – Минск, 2016. – С. 141–147.

15. Агрегат для обработки профилированной поверхности почвы / А. А. Аутко [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства. – Гродно: ГГАУ, 2018. – С. 182–185.

Аннотация. Дано описание исследований ленточного внесения органоминеральных удобрений при междурядной обработке почвы. В этих целях было разработано устройство для ленточного внесения удобрений в почву в процессе формирования узкопрофильных гряд в составе агрегата для междурядной обработки почвы АУ-М1.

В результате проведенных исследований были обоснованы рабочие органы для дозирования и ленточного внесения удобрений в почву во время нарезания гребней и при уходе за растениями в режиме экологического земледелия.

Ключевые слова: культиватор, агрегат, модернизация, рабочие органы, картофель, гребни, удобрения, ленточное внесение, норма внесения, экологическое земледелие.

УДК 631.358:633.521

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗГИБАЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ РОТОРНОГО БИЛЬНО-ВЫЧЕСЫВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА НА ЛЕНТУ ЛЬНА

М. В. ЦАЙЦ, ст. преподаватель

Ю. И. ДОМЧЕВ, студент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,

Горки, Республика Беларусь

Введение. В условиях интенсификации сельскохозяйственного производства особую значимость приобретает обеспечение хозяйств семенами высокой всхожести районированных сортов, которые наиболее полно соответствуют почвенно-климатическим условиям республики [1]. Получение высококондиционного льняного посевного материала наиболее целесообразно комбайновым способом в фазе ранней желтой и желтой спелости [2].

При конструировании аппаратов для выделения семян льна уделяется большое внимание тому, чтобы происходило полное выделение семян, но при этом достигался высокий уровень их всхожести. При выделении семян аппараты своими рабочими органами повреждают как сами семена, так и стебли. Для уменьшения процента их повреждений необходимо усовершенствовать конструкцию существующих аппаратов. Совершенствование машин и оборудования, а также разработка новых аппаратов для выделения семян из ленты льна не теряют своей актуальности. Отделение семян от стеблей льна, как один из наиболее влиятельных процессов при производстве как семенного материала, так и льняного волокна, во многом предопределяет последующие операции и технологический процесс. В зависимости от характера взаимодействия рабочих органов различных устройств с обрабатываемым материалом и механизма отделения семенных коробочек или выделения из них семян, а также, на каких этапах уборки и переработки льняной продукции осуществляется процесс отделения семян от ленты льна или льняной тресты, существенно изменяется выход длинного льняного волокна [3].

Основная часть. При обмолоте стеблей льна роторным устройством [4, 5] значительное влияние на качественные показатели процесса обмолота оказывает изгиб стеблей льна, образуемый одновременно в двух плоскостях: в вертикальной и в горизонтальной плоскостях. Схема обмолочивающего устройства в процессе взаимодействия со стеблем льна представлена на рис. 1.

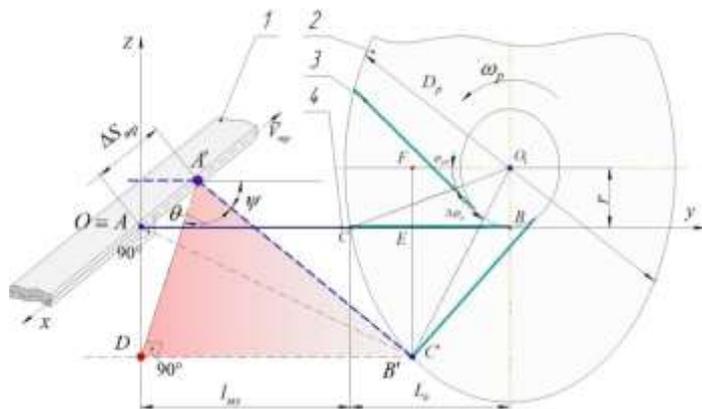


Рис. 1. Схема к определению изгибающего воздействия роторного обмолочивающего устройства на стебли льна:

1 – зажимной транспортер; 2 – ротор; 3 – рабочая поверхность бича; 4 – стебель льна

Зажимной транспортер 1 и ротор 2 взаимно перпендикулярны друг другу, а ось вращения ротора 2 расположена выше плоскости зажатых в зажимном транспортере стеблей льна на величину r . В процессе работы стебли льна 4 подводятся зажимным транспортером 1 к ротору 2 посредством стола (на схеме не показано). При вращении в направлении ω_p ротор 2 увлекает бичом 3 порцию стеблей вниз в пространство между ротором 2 и декой (на схеме не показано). Осуществление дальнейшего процесса обмолота стеблей льна сопровождается их изгибом в плоскости XOY , поскольку транспортер 1 удерживая в зажатом состоянии комлевую часть стеблей перемещает в направлении V_{mp} из точки A в A' , а верхушечная (семенная) часть стеблей льна упирается в боковую поверхность ротора 2, в плоскости ZOY стебли изгибаются при воздействии на них бичей 3 ротора в точке C и освобождаются от воздействия бичей в точке C' . Таким образом, наибольший изгиб (отклонение от собственной оси) стеблей льна будет в момент освобождения стеблей от воздействия ротора с бичами. В таком случае стебель $A'B'$ отогнется от своей оси на угол ψ .

Угол ψ можно представить по теореме тангенсов из прямоугольного треугольника $A'DB'$ как

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{A'D}{DB'}. \quad (1)$$

Исходя из схемы (рис. 1), отрезок DB' равен отрезку AE принадлежащих стеблю льна 4. Который можно разбить на два отрезка AE и EB , следовательно:

$$DB' = AE = AB - EB. \quad (2)$$

В показанном на схеме (рис. 1) положении устройства, отрезок AB , соответствующий длине стебля льна 4, находящегося в молотильном пространстве, состоит из двух величин: величины мертвой зоны $l_{мз}$ и длины бича 3 ротора 2 L_6 :

$$AB = l_{мз} + L_6, \quad (3)$$

где $l_{мз}$ – величина «мертвой зоны», расстояние от передней границы ручья зажимного транспортера (точка A) до пересечения окружности ротора плоскостью, зажатой транспортером ленты льна (точка C), м;

L_6 – длина рабочей поверхности бича, м.

Поскольку зажимной транспортер отделен от ротора защитной пластиной, то ротор не может пересечь плоскость зажимного транспортера. Значение величины мертвой зоны должно быть больше:

$$l_{\text{мз}} = R_p + \delta - \frac{1}{2} \sqrt{4 \cdot R_p^2 - 4 \cdot r^2}, \quad (4)$$

где R_p – радиус ротора, м;

r – величина смещения (вылет) бича, м;

δ – зазор между задней стенкой транспортера и ротором, м.

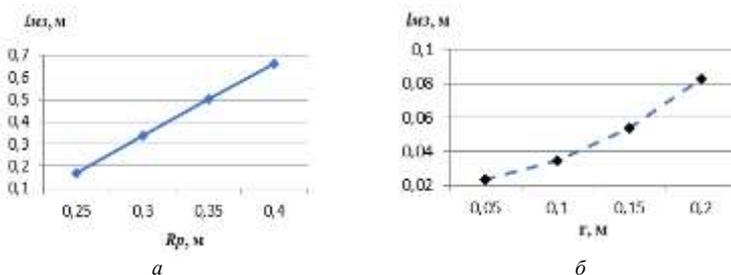


Рис. 2. Графики зависимости величины «мертвой зоны» от:
 a – радиуса ротора R_p ; b – значения вылета бича ротора r

Из прямоугольного треугольника $СВО_1$ найдем длину бича L_6 :

$$L_6 = \sqrt{R_p^2 - r^2}, \quad (5)$$

где L_6 – длина бича, м;

Подставляя выражение (5) в (4), получим:

$$AB = l_{\text{мз}} + \sqrt{R_p^2 - r^2}. \quad (6)$$

Отрезок EB равен отрезку FO_1 . Рассмотрев прямоугольный треугольник $B'FO_1$, найдем FO_1 как

$$EB = FO_1 = R_p \cdot (\varphi_{p0} + \Delta\varphi). \quad (7)$$

Таким образом, выражение (3) с учетом (6) и (7) примет вид:

$$DB' = l_{\text{мз}} + \sqrt{R_p^2 - r^2} - R_p \cdot \cos(\varphi_{p0} + \Delta\varphi). \quad (8)$$

Поскольку $A'D$ является гипотенузой прямоугольного треугольника $A'AD$, то $A'D$ определим по теореме Пифагора как

$$A'D = \sqrt{A'A^2 + AD^2}. \quad (9)$$

Здесь отрезок $A'A$ соответствует пути $\Delta S_{\text{тр}}$ пройденному транспортером за время обмолота одним бичом стебля льна за время Δt

$$A'A = \Delta S_{\text{тр}}. \quad (10)$$

Отрезок AD равен отрезку EB' который можно определить как

$$AD = EB' = FB' - r \quad (11)$$

Рассматривая прямоугольный треугольник $FB'O_1$ FB' найдем по теореме синусов как

$$FB' = R_p \cdot \sin(\varphi_{p0} + \Delta\varphi_p), \quad (12)$$

где φ_{p0} – угол смещения бича, град;

φ_p – угол поворота ротора с момента контакта стебля льна с бичом и до момента его высвобождения от воздействия бича, град.

Подставив выражения (12) в (11), получим:

$$AD = EB' = R_p \cdot \sin(\varphi_{p0} + \Delta\varphi_p) - r. \quad (13)$$

Выражение (9) с учетом (10) и (13) примет вид:

$$A'D = \sqrt{\Delta S_{\text{тр}}^2 + (R_p \cdot \sin(\varphi_{p0} + \Delta\varphi_p) - r)^2}. \quad (14)$$

Подставляя выражения (8) и (12) в (2) получим:

$$\text{tg } \psi = \frac{\sqrt{\Delta S_{\text{тр}}^2 + (R_p \cdot \sin(\varphi_{p0} + \Delta\varphi_p) - r)^2}}{l_{\text{мз}} + \sqrt{R_p^2 - r^2} - R_p \cdot \cos(\varphi_{p0} + \Delta\varphi)}. \quad (15)$$

С учетом (15) выражение (1) после преобразований примет вид:

$$\psi = \text{arctg} \frac{\sqrt{\Delta S_{\text{тр}}^2 + (R_p \cdot \sin(\varphi_{p0} + \Delta\varphi_p) - r)^2}}{l_{\text{мз}} + \sqrt{R_p^2 - r^2} - R_p \cdot \cos(\varphi_{p0} + \Delta\varphi)}. \quad (16)$$

Чтобы при изгибе не происходил излом стебля необходимо выполнение следующего условия:

$$\psi < [\psi], \quad (17)$$

где $[\psi]$ - допустимый угол отгиба стебля, при котором не происходит его излома с повреждением волокон, $[\psi] = 0,44 \dots 0,61$ рад, что соответствует $25,22 \dots 34,96^\circ$ [6].

С учетом выражения (16) неравенство (17) примет вид:

$$\arctg \frac{\sqrt{\Delta S_{\text{тр}}^2 + (R_p \cdot \sin(\varphi_{p0} + \Delta\varphi_p) - r)^2}}{l_{\text{мз}} + \sqrt{R_p^2 - r^2} - R_p \cdot \cos(\varphi_{p0} + \Delta\varphi)} < [\psi]. \quad (18)$$

Заключение. Получена аналитическая зависимость для определения угла отклонения стебля льна от своей оси ψ при котором не произойдет повреждения стебля, который определяется по геометрическим параметрам ротора и его схемы установки, величины «мертвой зоны», а также кинематической скоростью зажимного транспортера и вращения ротора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комплексная механизация возделывания и уборки льна / А. В. Писарчик [и др.]. – Минск: Ураджай, 1983. – 127 с.
2. Анализ механизированных технологий уборки и первичной переработки льна / В. А. Шаршунов [и др.] // Вестник БГСХА. – 2017. – № 2. – С. 137–141.
3. Расчет экономической эффективности разработанного обмолачивающего устройства в линии первичной переработки льна «Van Dommele» / А. С. Алексеенко [и др.] // Вестник БГСХА. – 2018. – № 2. – С. 186–191.
4. Роторное устройство для отделения семенных коробочек от стеблей: пат. 7742 Респ. Беларусь, МПК А 01D 45/06 / В. Е. Кругленя, М. В. Цайц, П. Д. Сентюров, А. Д. Сентюров, В. И. Коцуба, А. С. Алексеенко; заявитель УО БГСХА. – № u20110245; заявл. 04.04.11; опубл. 30.12.11 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 6 (83). – С. 193–194.
5. Устройство для отделения семенных коробочек льна от стеблей: пат. 21293 Респ. Беларусь, МПК А 01D 45/06 (2006.01) / В. Е. Кругленя, В. И. Коцуба, П. Д. Сентюров, А. Д. Сентюров, М. В. Цайц, Г. А. Райлян, И. Л. Подшиваленко; заявитель УО БГСХА – № а 20130044 ; заявл. 14.01.13; опубл. 25.05.17 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2017. – № 4 (117). – С. 57.
6. Ковалев Н. Г. Сельскохозяйственные материалы (виды, состав, свойства) / Н. Г. Ковалев, Г. А. Хайлис, М. М. Ковалев. – Москва: ИК Родник, 1998. – 208 с.

Аннотация. Исследуется взаимодействие ротора обмолачивающего устройства со стеблями льна. Анализируется влияние геометрических

параметров ротора на величину отклонения стеблей льна от своей оси. Приведена схема взаимодействия ротора со стеблем. Получены уравнения для определения угла отклонения стебля льна от своей оси, при котором не будет происходить его повреждения.

Ключевые слова: обмолачивающее устройство, ротор, зажимной транспортер, стебли льна.

УДК 631.358:631.521

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РОТОРНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОБМОЛОТА ЛЬНА

Ю. И. ДОМЧЕВ, студент
М. В. ЦАЙЦ, ст. преподаватель
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Качество получаемой продукции и экономические показатели производства льна во многом зависят от уборки. При этом уборка является наиболее трудоемким процессом в производстве и составляет 40–50 % от всех трудозатрат (по некоторым источникам до 70 %) [1]. Следует принимать во внимание и то, что физиологическая спелость волокна и семян наступает в разное время и уборку производят в разных фазах спелости.

Основопологающим технологическим процессом получения семян является процесс отделения коробочек льна от стеблей. От уровня его совершенства, зависит величина урожая, размер потерь, качество льнопродукции, трудоемкость и энергоемкость обработки льновороха и сушки семян [2, 3]. Для повышения качества процесса обмолота при уборке льна-долгунца в УО БГСХА разработана конструкция роторного устройства для отделения семенных коробочек от стеблей [4, 5].

Основная часть. Для отделения семенной части льна-долгунца от стеблей зажимной транспортер 1 (рис. 1) направляет растения льна под воздействие бичей 3, а затем под воздействие вычесывающе-транспортирующей щетки 4 ротора 2. Обмолоченные стебли зажимным транспортером выводятся из камеры обмолота, образованной декой (на рисунке не показано), кожухом 5, задней стенкой (на рисунке не показано) и щекой (на рисунке не показано), установленной со стороны бичей в зоне их взаимодействия с растениями льна-долгунца, а

продукты обмолота с деки 8 подхватываются ворсом щетки 4 и выбрасываются на транспортер вороха или бункер накопитель. Основное требование к работе обмолачивающего аппарата – обеспечение полного отделения семенных коробочек от стеблей при минимально возможном повреждении семян и стеблей, с наименьшими энергозатратами с минимальным выходом льновороха.

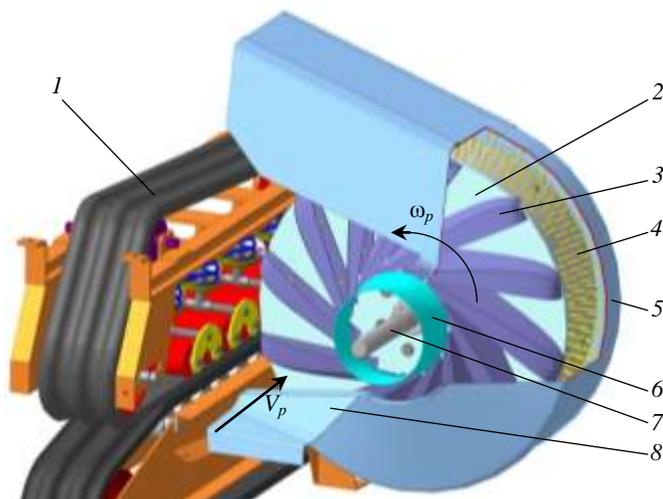


Рис. 1. Конструкция роторного бильно-вычесывающего устройства
 1 – зажимной транспортер; 2 – ротор; 3 – бичи; 4 – вычесывающе-транспортирующая щетка; 5 – кожух; 6 – кольцо; 7 – вал ротора; 8 – стол

У рассматриваемого молотильного аппарата, ротор 2 установлен перпендикулярно зажимному транспортеру 1, ось вращения ротора смещена относительно плоскости подаваемой на обмолот ленты льна на величину r вверх, а сама лента льна, подводимая зажимным транспортером в зону обмолота, отклоняется от плоскости зажимного транспортера на угол β посредством подающего стола 8. Кольцо 6 установленное со стороны бичей скрывает торцевую часть бичей, исключая при этом захлест и наматывание на них стеблей льна, а также исключает наматывание стеблей на вал ротора 7.

Поступающая на обмолот лента содержит в верхушечной части растений семенные коробочки (рис. 2). Зона их расположения $B_{зк}$ велика и имеет в стеблестое на корню высоту 0,25–0,45 м, а в ленте льна

из-за растянутости и неодинаковой длины растений она составляет 0,35–0,56 [6].

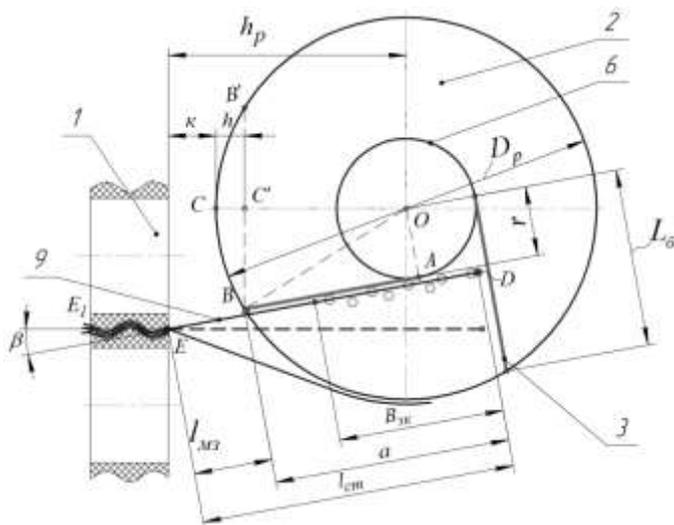


Рис. 2. Схема к определению конструктивных параметров роторного обмолачивающего устройства:
 1 – зажимной транспортер; 2 – ротор; 3 – бичи;
 6 – кольцо; 9 – растения льна-долгунца

Чистота отделения семенной части от стеблей должна быть не ниже 98 % на прямостоящем и 95 % – на полеглом льне. При этом отход стеблей в путанину не должен превышать 3 % [7].

Отделение семенных коробочек от стеблей осуществляется в зоне очеса BD , длина которой равна a . Длина «мертвой зоны» $l_{мз}$ равна расстоянию от передней границы ручья зажимного транспортера (точка E) до точки B наиболее удаленной от оси вращения ротора O .

Чем больше a и меньше $l_{мз}$, тем полнее будет обмолот, особенно короткостебельного льна. Длина зоны обмолота a должна быть больше или равна ширине зоны расположения семенных коробочек в ленте $B_{зк}$, т. е.

$$a \leq B_{зк} . \quad (1)$$

Поскольку ротор 2 с бичами 3 в процессе работы осуществляет вращательное движение вокруг оси O , то при большом значении величины ED , соответствующей длине стебля льна от места зажима до вершины $l_{ст}$, стебель может наматываться на кольцо 6. Условие не наматывания можно записать как

$$l_{мз} + L_6 + 2 \cdot \pi \cdot r \geq l_{ст}, \quad (2)$$

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

$l_{мз}$ – длина «мертвой зоны», расстояние от передней границы ручья зажимного транспортера (точка E) до пересечения окружности ротора плоскостью подаваемой ленты льна (точка B), м;

L_6 – длина рабочей поверхности бича, м;

r – вылет (смещение) бича относительно центра вращения ротора, м.

Величину «мертвой зоны» можно определить как гипотенузу прямоугольного треугольника EBE' :

$$l_{мз} = \frac{k + h}{\cos \beta}, \quad (3)$$

где k – расстояние между ротором и зажимным транспортером, м;

h – величина определяемая как разница между радиусом ротора и длиной бича, м;

β – угол наклона ленты льна относительно плоскости EE_1 зажима транспортером, град.

$$h = R_p - L_6, \quad (4)$$

где R_p – радиус ротора, м.

Тогда выражение (3) с учетом (4) примет вид:

$$l_{мз} = \frac{k + R_p - L_6}{\cos \beta}. \quad (5)$$

Подставив выражения (5) в (2) и решив относительно R_p при граничном состоянии, получим выражение для определения минимального радиуса ротора:

$$R = l_{мз} \cdot \cos \beta + B_{зк} \cdot \cos \beta - k - 2 \cdot \pi \cdot r \cdot \cos \beta. \quad (6)$$

Стебель льна в свою очередь можно представить как:

$$l_{\text{СТ}} = l_{\text{МЗ}} + a. \quad (7)$$

С учетом (1) при граничном значении, выражение (7) можно записать как:

$$l_{\text{СТ}} = l_{\text{МЗ}} + B_{\text{ЗК}}. \quad (8)$$

Подставив (8) в (6) и решив относительно «мертвой зоны», получим:

$$l_{\text{МЗ}} = \frac{R + k - B_{\text{ЗК}} \cdot \cos \beta + 2 \cdot \pi \cdot r \cdot \cos \beta}{\cos \beta}. \quad (9)$$

Подставив (8) в неравенство (2) и решив относительно радиуса ротора, получим:

$$R = \sqrt{B_{\text{ЗК}}^2 + 4 \cdot \pi^2 \cdot r^2 + r^2 - 4 \cdot \pi \cdot B_{\text{ЗК}} \cdot r}. \quad (10)$$

Для максимально возможного значения длины стебля 1,0 м величину зоны расположения семенных коробочек в ленте представим как:

$$B_{\text{ЗК}} = 1 - l_{\text{МЗ}}. \quad (11)$$

Тогда, решая выражение (10) относительно величины «мертвой зоны» с учетом (11) после преобразования, получим:

$$l_{\text{МЗ}} = 1 - 2 \cdot \pi \cdot r - \sqrt{(R - r) \cdot (R + r)}. \quad (12)$$

Из полученных аналитических зависимостей видно, что чем больше диаметр ротора, тем больше значение величины «мертвой зоны». Из условия не наматывания стеблей, увеличение диаметра кольца обеспечивает снижение диаметра ротора, однако уменьшает длину рабочей поверхности бича. Для условия максимального значения длины стебля 1 м наименьшим рациональным значение диаметра ротора и радиуса кольца отвечают соответственно диаметр ротора $D_p = 0,552$ м и $r = 0,13$ м.

Длина рабочей поверхности бича при этом составит $L_6 = 0,536$ м, а значение величины мертвой зоны $l_{\text{МЗ}} = 0,44$ м.

Заключение. Получены уравнения позволяющие определить значения диаметра ротора, радиуса кольца и длины бича ротора для граничных значений длины стебля и схемы установки ротора относительно

но зажимного транспортера, исходя из условия не наматывания стеблей на ротор.

ЛИТЕРАТУРА

1. Льноводство: реалии и перспективы: сборник научных материалов международной научно-практической конференции на РУП «Институт льна» 25–27 июня 2008 года. – Могилев: Могилев. обл. укрупн. тип., 2008. – 408 с.

2. Алексеенко, А. С. Теоретическое обоснование диаметров и угла установки очесывающих барабанов для очеса лент льна / А. С. Алексеенко, М. В. Цайц, В. А. Левчук. – Горки: БГСХА, 2017. – С. 118–123.

3. Анализ механизированных технологий уборки и первичной переработки льна / В. А. Шаршунов [и др.] // Вестник БГСХА. – 2017. – № 2. – С. 137–141.

4. Роторное устройство для отделения семенных коробочек от стеблей: пат. 7742 Респ. Беларусь, МПК А01D 45/06 / В. Е. Круглень, М. В. Цайц, П. Д. Сентюров, А. Д. Сентюров, В. И. Коцуба, А. С. Алексеенко; заявитель УО БГСХА. – № u20110245; заявл. 04.04.11; опубл. 30.12.11 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 6 (83). – С. 193–194.

5. Устройство для отделения семенных коробочек льна от стеблей: пат. 21293 Респ. Беларусь, МПК А 01D 45/06 (2006.01) / В. Е. Круглень, В. И. Коцуба, П. Д. Сентюров, А. Д. Сентюров, М. В. Цайц, Г. А. Райлян, И. Л. Подшиваленко; заявитель УО БГСХА. – № а 20130044; заявл. 14.01.13; опубл. 25.05.17 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2017. – № 4 (117). – С. 57.

6. 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. – 288 с.

7. Льноуборочные машины / Г. А. Хайлис [и др.]. – Москва: Машиностроение, 1985. – 232 с.

Аннотация. Приведено описание роторного устройства для отделения семенной части льна-долгунца от стеблей и особенности его установки и характера взаимодействия со стеблями льна. Определены граничные значения конструктивных параметров из условия не наматывания стеблей на ротор.

Ключевые слова: обмолачивающее устройство, ротор, зажимной транспортер, стебли льна, бичи ротора, конструктивные параметры.

Секция 6. ТРАКТОРЫ, АВТОМОБИЛИ И МАШИНЫ ДЛЯ ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА

УДК 621.432.3

ГАЗОГЕНЕРАТОР С ВОЗМОЖНОСТЬЮ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

А. Л. БИРЮКОВ¹, канд. техн. наук, доцент

Ф. А. НОВОКШАНОВ¹, аспирант

С. А. ПЛОТНИКОВ², д-р техн. наук, профессор

¹Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н. В. Верещагина,
Вологда, Российская Федерация;

²ФГБОУ ВПО «Вятский государственный университет»,
Киров, Российская Федерация

Введение. В условиях мирового энергетического кризиса и увеличения количества автомобильного транспорта возникает вопрос о необходимости снижения доли потребления нефтяного топлива и одновременного улучшения эксплуатационных и экологических показателей энергетических установок [1–4]. В настоящее время невозможно изолированно рассматривать мощность энергетической установки, например, двигателя внутреннего сгорания, работающего в составе электростанции, ее экономичность и снижение выбросов вредных веществ в атмосферу, необходимо комплексное решение указанных задач, в связи с чем актуальный характер приобретает переход на альтернативные виды топлива [1, 3–7]. Исследуются различные варианты альтернативных видов топлива, к которым относятся природный газ, сжиженные углеводородные газы, спирты, биотоплива, диметиловый эфир, водород. Одним из перспективных, на наш взгляд, топлив является генераторный газ, производство которого, как правило, связано с одновременной утилизацией отходов сельского и лесного хозяйств.

Основная часть. Проведенный нами обзор литературных источников [1–9] подтверждает актуальность выбранного направления и наличие аналогичных предлагаемой нами конструкции газогенераторных установок. Среди аналогов можно выделить основные устройства, которые наиболее близки по технической сущности к разрабатываемому нами. Так, например, известно устройство [8], которое содержит вертикально расположенную камеру газификации, канал отвода газа, причем камера газификации помещена в термоизоляционный футляр. Однако недостатком такой конструкции является невозможность регули-

рования производительности газогенератора в соответствии с рабочими режимами двигателя внутреннего сгорания. Второй известный из анализа литературных источников аналог предлагаемого нами газогенератора [9], также содержит вертикально расположенный корпус, индивидуальные дутьевые каналы с фурмами на конце, расположенными в зоне фурменного пояса, канал отвода газа, воздушный коллектор, имеющий на конце трехходовой электромагнитный клапан, соединенный с форсажным воздушным контуром, камеру газификации, которая вместе с дутьевыми каналами помещена в термоизоляционный футляр. Его основным недостатком является скачкообразное изменение производительности газогенератора из-за регулирования ее путем полного закрытия или открытия отдельных электромагнитных клапанов, расположенных на индивидуальных дутьевых каналах, и, вследствие этого, неточное соответствие производительности газогенератора рабочим режимам двигателя внутреннего сгорания во всем диапазоне нагрузочных и скоростных характеристик.

Основной целью разработки предлагаемого нами газогенератора является повышение плавности и точности регулирования производительности газогенератора в соответствии с рабочими режимами двигателя внутреннего сгорания во всем диапазоне нагрузочных и скоростных характеристик.

Предлагаемый нами газогенератор [10, 11] (рис. 1) состоит из вертикально расположенного корпуса 1 с камерой газификации 2, индивидуальных дутьевых каналов 3 с фурмами на конце, расположенными в зоне фурменного пояса 4, канала 5 отвода газа, причем дутьевые каналы 3 соединены с воздушным коллектором 6, имеющим на конце трехходовой электромагнитный клапан 7, соединенный с форсажным воздушным контуром, который включает в себя устройства для поддержания запаса воздуха под давлением и для нагнетания воздуха под давлением, например вентилятор 8, обратный клапан 9 и воздушный резервуар 10, а камера газификации 2 вместе с дутьевыми каналами 3 помещена в термоизоляционный футляр 11, между каждым дутьевым каналом 3 и воздушным коллектором 6 установлен электронноуправляемый дроссельный узел 12, включающий в себя дроссельную заслонку 13 и привод 14 с шаговым электродвигателем 15. Нижняя часть камеры газификации снабжена зольниковой решеткой 16 и зольниковым люком 17. Для розжига газогенератора используется технологический люк 18. Верхняя часть камеры газификации снабжена загрузочным люком 19 с запорным механизмом.

Установка работает следующим образом. В камеру газификации 2 при первом запуске загружается небольшая, затравочная порция древесного угля для розжига и твердое топливо для газификации. При повторных запусках загрузка затравочной порции угля не требуется. После загрузки загрузочный люк 19 и зольниковый люк 17 должны быть герметично закрыты.

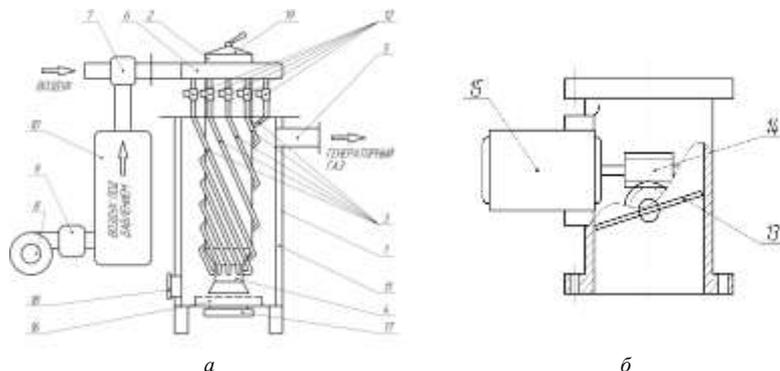


Рис. 1. Схема газогенератора:
а – конструкция; б – дроссельный узел

Управление работой газогенератора осуществляется вручную и автоматически посредством электронного блока управления. Электронный блок управления переводится в режим «запуск 1», после чего вентилятор 8 создает избыточное давление воздуха в воздушном резервуаре 10, через технологический люк 18 осуществляется розжиг древесного угля, находящегося на зольниковой решетке 16. Блок управления газогенератора переводится в позицию «запуск 2», при этом открывается трехходовой электромагнитный клапан 7, пропуская воздух под давлением из воздушного резервуара 10 в воздушный коллектор 6, и через дроссельные узлы 12 по индивидуальным дутьевым каналам 3 к фурмам. Воздух, попадая через фурмы в камеру газификации в районе фурманного пояса 4, начинает взаимодействовать с древесным углем. Температура в реакционной зоне возрастает. Когда газогенератор выйдет на рабочий режим и из канала 5 отвода газа пойдет горячий генераторный газ, блок управления газогенератора переводится в позицию «автомат» и производится запуск двигателя внутреннего сгорания, работающего совместно с данным газогенератором. При этом трехходовой электромагнитный клапан 7 перекрывает воздушный резервуар

10, соединяя воздушный коллектор 6 с атмосферой, вентилятор 8 создает определенное избыточное давление в воздушном резервуаре 10 и отключается, степень открытия дроссельных заслонок 13 в дроссельных узлах 12 изменяется электронным блоком управления индивидуально для каждого дроссельного узла 12 шаговым электродвигателем 15 через привод 14 в зависимости от режима работы двигателя внутреннего сгорания. При увеличении нагрузки на двигатель внутреннего сгорания для повышения производительности газогенератора электронный блок управления увеличивает степень открытия дроссельных заслонок 13 в зависимости от режима работы двигателя всех или только отдельных дроссельных узлов 12 до тех пор, пока двигатель не выйдет на новый установившийся режим работы, а при уменьшении нагрузки на двигатель блок управления соответственно уменьшает степень открытия дроссельных заслонок 13 для уменьшения производительности газогенератора. В случае резкого увеличения нагрузки, а также при выходе двигателя внутреннего сгорания на режим максимальной мощности в работу автоматически включается форсажный воздушный контур. При этом трехходовой электромагнитный клапан 7 перекрывает доступ к атмосферному воздуху, присоединяя воздушный резервуар 10 с избыточным давлением к воздушному коллектору 6. Запускается вентилятор 8. Дроссельные заслонки 13 всех дроссельных узлов 12 открываются полностью.

Индивидуальное управление степенью открытия дроссельных заслонок позволяет плавно и точно изменять активную площадь реакционной зоны горения в газогенераторе путем плавного и более точного регулирования подачи воздуха в реакционную зону горения, и, как следствие, плавно и точно регулировать производительность газогенератора.

Заключение. Таким образом, конструкция предлагаемого газогенератора позволяет повысить плавность и точность регулирования производительности газогенератора в соответствии с рабочими режимами двигателя внутреннего сгорания во всем диапазоне нагрузочных и скоростных характеристик.

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, 2011. – 177 с.
2. Бирюков, А. Л. Обоснование эффективности использования воды в качестве компонента топлива для современных бензиновых двигателей / А. Л. Бирюков,

В. А. Коптяев // Наука – производству. – Вологда – Молочное: ИЦ ВГМХА, 2006. – С. 10–13.

3. Бирюков, А. Л. Программа для управления подачей дополнительного топлива в двигателе внутреннего сгорания / А. Л. Бирюков, Е. А. Литвинов // Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем. 2014. – № 4. – С. 297–300.

4. Бирюков, А. Л. Методика и некоторые результаты исследований показателей работы бензинового двигателя с распределенным впрыском при использовании в качестве топлива бензо-водяной смеси / А. Л. Бирюков, В. А. Коптяев // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания. – Вятская ГСХА, 2008. – Вып. 5. – С. 43–46.

5. Картошкин, А. П. Результаты лабораторных исследований теплоты сгорания оксигенантных топлив / А. П. Картошкин, А. В. Мокин // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2008. – № 10. – С. 147–150.

6. Киприянов, Ф. А. Параметрический газогенератор с объемным регулированием процесса газификации / Ф. А. Киприянов, А. С. Рассветалов, В. С. Дунав // Молочно-животноводческий вестник. – № 4 (16). – 2014. – С. 84–89.

7. Плотников, С. А. Создание новых альтернативных топлив [Электронный ресурс]. – Концепт. – 2014. – Спецвыпуск № 10. – Режим доступа: <http://e-koncept.ru/2014/14621.htm>.

8. Патент RU 2466177 МПК C10J 3/20 (2006.01) опубл. 10.11.2012

9. Патент RU 2555486 МПК C10J 3/20 (2006.01) опубл. 10.07.2015

10. Патент RU 167119 МПК C10J3/20 (2006.01); заявл. 08.04.2016; опубл. 20.12.2016, бюл. № 35.

11. Патент RU 168538, МПК C10J3/20 (2006.01), № 2016113671; заявл. 08.04.2016; опубл. 08.02.2017, бюл. № 4.

Аннотация. В условиях мирового энергетического кризиса и увеличения количества автомобильного транспорта возникает вопрос о необходимости снижения доли потребления нефтяного топлива и одновременного улучшения эксплуатационных и экологических показателей энергетических установок, например путем использования альтернативных и смесевых топлив.

Основной целью разработки предлагаемого нами газогенератора является повышение плавности и точности регулирования производительности газогенератора в соответствии с рабочими режимами двигателя внутреннего сгорания во всем диапазоне нагрузочных и скоростных характеристик.

Ключевые слова: газогенератор, производительность, режим работы, регулировка плавности, регулировка точности.

**КОНСТРУКЦИИ ПРИВОДОВ РОТОРОВ
РЕЖУЩИХ АППАРАТОВ МЕЛИОРАТИВНЫХ
МНОГОРОТОРНЫХ КОСИЛОК**

В. В. КУЧЕРОВ, студент
А. Л. БОРИСОВ, канд. техн. наук
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Для окашивания мелиоративных каналов, дамб мелиоративных систем, откосов дорог в настоящее время широко применяется большое разнообразие мелиоративных косилок. К ним предъявляется ряд жестких конструктивных и технологических требований, обусловленных особенностями их эксплуатации. На работу режущего аппарата мелиоративной косилки отрицательное влияние оказывают следующие факторы: скашиваемая растительность имеет различные диаметры поперечного сечения, а также различный биологический состав; неровности берм и откосов каналов; различные углы наклона режущего аппарата; часто встречающиеся непреодолимые препятствия [1]. Разнообразие применяемых косилок определяется различными классификационными признаками [2], в том числе и типом привода роторов режущего аппарата.

Разработана ротационная косилка с пневмоприводом роторов [3]. Привод роторов в данной конструкции осуществляется за счет потока воздуха, циркулирующего в полом бруске и воздействующего на лопасти приводных колес роторов. Однако основным ее недостатком является высокие требования к герметичности пневмосистемы и необходимость в наличии устройства, которое создавало бы направленный поток воздуха под большим давлением.

Известна конструкция с ременным приводом роторов режущего аппарата, который исключает необходимость применения в косилке смазочных материалов, что значительно сокращает материальные затраты при ее эксплуатации, а также существенно снижает массу косилки. Однако наряду с вышеперечисленными достоинствами, данная конструкция привода имеет и некоторые недостатки: необходимость постоянного контроля натяжения приводного ремня; необходимость в периодической замене ремня; а также возможность проскальзывания ремня, что ведет к нарушению взаимного расположения роторов отно-

сительно друг друга [4]. Также вместо приводного ремня может использоваться роликовая приводная цепь.

Существует конструкция с гидравлическим приводом роторов режущего аппарата, где каждый отдельно взятый ротор, приводится во вращение установленным на нем гидромотором. Между собой гидромоторы соединены в замкнутую цепь, в которую от насоса подается под давлением масло [5]. Основным недостатком данной конструкции привода является то, что он имеет большую массу, за счет массы гидромоторов. Кроме этого, к недостатку косилок с приводом роторов от гидромоторов, можно отнести сравнительно малую ширину захвата режущего аппарата.

Разработана конструкция режущего аппарата, роторы которого приводятся во вращение коленчатыми валами с шатунами. Такая конструкция режущего аппарата позволяет снизить его массу, а также повысить надежность за счет уменьшения количества трущихся деталей [6]. Однако данная конструкция имеет и недостаток, который состоит в затруднении обеспечения смазывания мест соединения коленчатых валов с шатунами.

В мелиоративных многороторных косилках с режущим аппаратом бесподпорного резания растительности с вращательным движением ножа наибольшее распространение получил нижний привод роторов от зубчатой цилиндрической передачи (рис. 1).

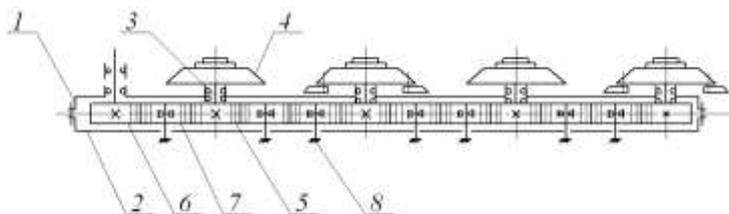


Рис. 1. Схема привода роторов от зубчатой цилиндрической передачи

Режущий аппарат состоит из основного бруса 1, закрытого снизу крышкой 2. На крышке установлены башмаки 8, которыми режущий аппарат опирается на землю. Вдоль бруса 1 в верхней его части на валах 3 установлены роторы 4. На противоположных концах валов 3 на шпонках установлены шестерни 5, соединенные с приводной шестерней 6 посредством промежуточных шестерен 7. Вращение от конечной пары, либо от гидромотора, передается приводной ше-

стерне 6, которая находится в зацеплении с промежуточной шестерней 7. Промежуточная шестерня в свою очередь передает вращение цилиндрической шестерне 5, далее через вал 3 приводится в движение ротор 4, на котором шарнирно закреплены ножи [2]. Основными достоинствами данного типа привода является надежность конструкции и простота в обслуживании и эксплуатации.

Среди всех имеющихся конструкций приводов роторов в режущих аппаратах бесподпорного резания с вращательным движением рабочих органов наибольшее распространение получил нижний привод роторов от зубчатой цилиндрической передачи. Данная конструкция привода не слишком сложна в конструкторском исполнении и имеет более высокую надежность по сравнению с другими конструкциями приводов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борисов, А. Л. Окашивание мелиоративных объектов многороторной косилкой с обоснованием параметров приводной шестерни с цилиндрической вставкой: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / А. Л. Борисов. – Горки, 2020. – 170 л.
2. Мажугин, Е. И. Машины для эксплуатации мелиоративных и водохозяйственных объектов / Е. И. Мажугин. – Горки: БГСХА, 2010. – 333 с.
3. Сливинский, Е. В. Ротационная косилка с пневмоприводом рабочих органов / Е. В. Сливинский, А. А. Зайцев // Тракторы и сельхозмашины. Новые машины и оборудование. – Москва, 2009. – № 2. – С. 10–11.
4. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Косилка роторная ременная навесная КРР-1,9: утв. МПК «Аграмак» 2005. – Москва: Аграмак, 2005. – 18 с.
5. Косилка откосов каналов и дамб К-24АМ: проспект. – Вильнюс: ЛитНИИГиМ, 1989. – 4 с.
6. Режущий аппарат роторной косилки: пат. 8345 Респ. Беларусь, МПК А01D 34/00 / Е. И. Мажугин, А. Л. Борисов, С. Г. Рубец; заявитель Белорус. гос. с.-х. акад. – № u 20110980; заявл. 02.12.11; опубл. 30.06.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 3. – С. 195.

Аннотация. В статье рассмотрены основные конструкции приводов роторов режущих аппаратов мелиоративных многороторных косилок. Указаны их основные достоинства и недостатки. Описана конструкция режущего аппарата, которая получила наибольшее распространение с нижним приводом роторов от зубчатой цилиндрической передачи.

Ключевые слова: многороторная косилка, режущий аппарат, привод.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНИМОСТИ ЖИДКИХ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТОПЛИВ

Ш. В. БУЗИКОВ, канд. техн. наук, доцент
С. А. ПЛОТНИКОВ, д-р техн. наук, профессор
ФГБОУ ВПО «Вятский государственный университет»,
Киров, Российская Федерация

Введение. На сегодняшний день одним из разновидностей топлив, применяемых для дизельных двигателей, являются жидкие альтернативные топлива, к ним можно отнести такие как растительные масла, спирты и эфиры растительных масел получившие широкое применение [1, 2]. Одним из главных достоинств их применения является уменьшенный выброс токсичных компонентов, содержащихся в отработавших газах по сравнению с традиционным топливом [1, 2].

Основные физико-химические свойства жидких альтернативных топлив в чем-то схожи с ДТ, однако стоит выделить большую долю содержания кислорода, оказывающего влияние на интенсивность процессов сгорания топлива в цилиндрах дизеля [1, 3, 4, 5].

Также достаточно перспективно использованием в качестве топлива всевозможных смесевых топлив, получаемых путем предварительного смешивания товарного дизельного топлива (ДТ) и альтернативно-го [6, 7]. Непосредственное использование чистых альтернативных топлив в дизелях затруднено из-за их различия в физико-химических и моторных свойствах по сравнению с чистым ДТ [8, 9]. Основными недостатками альтернативных топлив по сравнению с ДТ являются высокая или низкая вязкость, скрытая теплота парообразования, высокая температура воспламенения, низкое цетановое число, меньшая теплотворная способность [10, 11]. На данный момент времени имеется достаточный объем исследований по применению различных составов смесевых топлив [1–11]. В то же самое время, данные по степени применимости альтернативных топлив и их смесей с традиционным практически отсутствуют. В связи с этим исследование применимости тех или иных жидких альтернативных топлив, а также их смесей является на сегодняшний день весьма актуальной задачей.

Основная часть. Известно, что при использовании смесевых топлив изменяются значения эффективных показателей работы двигателя [6, 8, 10, 11].

Основными эффективными показателями дизеля являются мощность крутящий момент, среднее эффективное давление и эффективный удельный расход топлива и КПД.

При использовании как альтернативных, так и смесевых топлив основным критерием является соответствие значений крутящего момента и эффективной мощности двигателя паспортным значением установленным заводом-изготовителем при его работе на чистом дизельном топливе. Однако разность физико-химических свойств таких топлив по сравнению с традиционным накладывает определенные условия, например, такие как увеличение цикловой подачи топлива связанной с уменьшением низшей расчетной теплоты сгорания и теоретически необходимого количества воздуха.

В исследовании [9] проведенном ранее нами был определен критерий для определения эффективности применения того или иного альтернативного топлива и их смесей:

$$K = \frac{H_u}{l_0}, \quad (1)$$

где H_u – удельная низшая расчетная теплота сгорания альтернативного или смесевого топлива, МДж/кг топл.;

l_0 – теоретически необходимое количество воздуха для сгорания 1 кг альтернативного или смесевого топлива, кг возд./кг топл.

Данный критерий, рассчитываемый по формуле (1), показывает какое количество теплоты должно выделиться при сгорании альтернативного или смесевого топлива в 1 кг воздуха.

Удельную низшую расчетную теплоту сгорания альтернативного или смесевого топлива определили:

$$H_u^{ст} = (m_1 + m_2)(33,91(C_1 + C_2) + 103,01(H_1 + H_2) - 10,89(O_1 + O_2)), \quad (2)$$

где $m_{1,2}$ – массовая доля ($_1$ –дизельного топлива и $_2$ – альтернативного топлива) в 1 кг смесевого топлива, кг.

33,91 – удельная теплота сгорания углерода, МДж/кг;

$C_{1,2}$ – массовая доля углерода, содержащаяся в 1 кг ($_1$ – дизельного топлива и $_2$ – альтернативного топлива), кг;

103,01 – удельная теплота сгорания водорода с учетом парообразования, МДж/кг;

$H_{1,2}$ – массовая доля водорода, содержащаяся в 1 кг (1 – дизельного топлива и 2 – альтернативного топлива), кг;

10,89 – величина снижения теплотворной способности топлива, вследствие содержания в смесевом топливе кислорода, МДж/кг кисл.;

$O_{1,2}$ – массовая доля кислорода, содержащаяся в 1 кг (1 – дизельного топлива и 2 – альтернативного топлива), кг.

Теоретически необходимое количество воздуха для сгорания 1 кг альтернативного или смесевого топлива нашли:

$$l_0^T = (m_1 + m_2)(11,594(C_1 + C_2) + 34,783(H_1 + H_2) - 4,347(O_1 + O_2)), \quad (3)$$

где 11,594 – масса воздуха для полного сгорания 1 кг углерода, кг;

34,783 – масса воздуха для полного сгорания 1 кг водорода, кг;

4,347 – масса воздуха, содержащая 1 кг кислорода, кг.

После подстановки выражений (2) и (3) в (1) и преобразования окончательно получили:

$$K = \frac{33,91(C_1 + C_2) + 103,01(H_1 + H_2) - 10,89(O_1 + O_2)}{11,594(C_1 + C_2) + 34,783(H_1 + H_2) - 4,347(O_1 + O_2)}. \quad (4)$$

Выражение (4) представляет из себя формулу для нахождения значений критерия применимости того или иного вида альтернативного топлива, а также их смесей с традиционным дизельным.

Чем больше значение данного критерия, тем больше применимо то или иное альтернативное топливо или его смесь.

Физико-химические свойства основных видов альтернативных топлив представлены в таблице.

Проанализировав полученные данные табл. 1, можно сделать вывод, что из растительных масел наибольшее значение критерия применимости имеют рапсовое 2,9534 МДж/кг возд. и пальмовое 2,9533 МДж/кг возд. масла. Из низших спиртов это метиловый 3,0893 МДж/кг возд. и этиловый 3,0131 МДж/кг возд. спирты. Наиболее применимы метиловые эфиры рапсового и подсолнечного масел 2,9519 МДж/кг возд. и 2,9531 МДж/кг возд. соответственно.

Известно [1, 2], что в дизелях применение спиртов в качестве топлива ограничено в связи с их моторными свойствами, вызывающими недопустимую жесткость протекания процессов сгорания. В виду этого обстоятельства содержания их в смесевом топливе ограничено до

40–50 %, поэтому сравнивать чистые спирты с другими альтернативными топливами некорректно.

Физико-химические свойства альтернативных топлив

Топливо	Элементарный состав, масс.			$\rho_{\text{возд.}}$, кг/кг топл.	$H_{\text{н}}$, МДж/кг	K
	C	H	O			
Дизельное	0,870	0,126	0,004	14,45	42,44	2,9364
Рапсовое масло	0,766	0,119	0,113	12,53	37,00	2,9534
Подсолнечное масло	0,776	0,115	0,109	12,52	36,97	2,9524
Соевое масло	0,776	0,115	0,109	12,52	36,97	2,9524
Сурепное масло	0,778	0,115	0,107	12,57	37,10	2,9520
Редьковое масло	0,778	0,116	0,105	12,61	37,24	2,9518
Рыжиковое масло	0,781	0,112	0,107	12,49	36,86	2,9519
Льняное масло	0,775	0,114	0,111	12,48	36,85	2,9526
Горчичное масло	0,780	0,117	0,103	12,66	37,35	2,9515
Сафлоровое масло	0,775	0,114	0,111	12,48	36,85	2,9526
Соевое масло	0,776	0,115	0,109	12,50	36,92	2,9525
Пальмовое масло	0,775	0,120	0,114	12,66	37,40	2,9533
Хлопковое масло	0,771	0,117	0,112	12,52	36,98	2,9530
Арахисовое масло	0,780	0,123	0,097	12,90	38,06	2,9507
Метиловый спирт	0,375	0,125	0,5	6,52	20,15	3,0893
Этиловый спирт	0,522	0,130	0,348	9,07	27,34	3,0131
Пропиловый спирт	0,600	0,133	0,267	10,43	31,18	2,9878
Бутиловый спирт	0,649	0,135	0,216	11,28	33,56	2,9751
Метиловый эфир рапсового масла	0,775	0,120	0,105	12,70	37,50	2,9519
Этиловый эфир рапсового масла	0,775	0,121	0,104	12,74	37,61	2,9518
Метиловый эфир подсолнечного масла	0,767	0,122	0,111	12,65	37,37	2,9531
Этиловый эфир подсолнечного масла	0,767	0,123	0,110	12,69	37,48	2,9530

Поэтому были проведены сравнительные расчеты наиболее применимых альтернативных топлив с их смесями с чистым дизельным топливом.

Значения критерия применимости того или иного альтернативного топлива от его содержания в смесевом топливе отражено на рис. 1.

Проведенный анализ полученных результатов показал, что среди всех видов жидких альтернативных топлив наиболее применимы метиловый и этиловый спирты с содержанием их в смесевом топливе до 50 %.

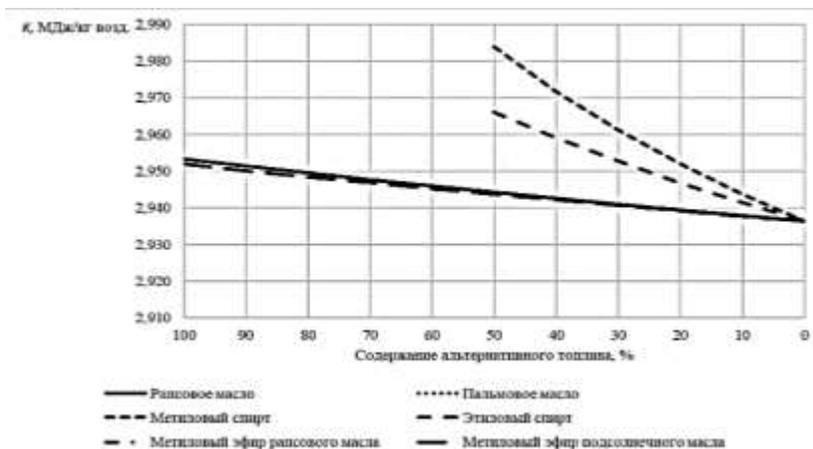


Рис. 1. Зависимость критерия применимости от содержания альтернативных топлив в смешесвом

Заключение. Таким образом, из растительных масел наибольшее значение критерия применимости имеют рапсовое 2,9534 МДж/кг возд. и пальмовое 2,9533 МДж/кг возд. масла. Из низших спиртов – это метилловый 3,0893 МДж/кг возд. и этиловый 3,0131 МДж/кг возд. спирты. Наиболее применимы метилловые эфиры рапсового и подсолнечного масел 2,9519 МДж/кг возд. и 2,9531 МДж/кг возд. соответственно. Среди всех видов жидких альтернативных топлив наиболее применимы метилловый и этиловый спирты с содержанием их в смешесвом топливе до 50 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карташевич, А. Н. Применение этанолсодержащих топлив в дизеле (часть 1) / А. Н. Карташевич, С. А. Плотников, Г. Н. Гурков. – Киров, 2011. – 115 с.
2. Альтернативные виды топлива для двигателей / А. Н. Карташевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2013. – 376 с.
3. Карташевич, А. Н. Применение топлив на основе рапсового масла в тракторных дизелях: монография / А. Н. Карташевич, С. А. Плотников, В. С. Товстыка. – Киров: Авангард, 2014. – 144 с.
4. Бузиков, Ш. В. Испытание топливной аппаратуры дизелей при работе на смесях с добавками рапсового масла / Ш. В. Бузиков, И. С. Козлов // Транспортные системы. – 2018. – № 4 (10). – С. 10–16.
5. Плотников, С. А. Определение регулировочных параметров системы топливоподачи тракторного дизеля при работе на топливных композициях с добавками рапсового

го масла / С. А. Плотников, Ш. В. Бузиков, И. С. Козлов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2018. – № 4 (40). – С. 133–138.

6. Бузиков, Ш. В. Исследование кинематической вязкости смесового топлива / Ш. В. Бузиков, И. С. Козлов, М. Н. Втюрина // Тракторы, автомобили и машины для природообустройства. – Горки: БГСХА, 2018. – С. 68–71.

7. Плотников, С. А. Определение влияния смесового топлива на механизмы процесса сгорания для автомобильных и тракторных ДВС / С. А. Плотников, Ш. В. Бузиков, П. Н. Черемисинов // Транспортные системы. – 2019. – № 2 (12). – С. 4–8.

8. Плотников, С. А. Исследование работы дизельной ТПА на высокоактивированном топливе / С. А. Плотников, Ш. В. Бузиков, М. В. Мотовилова // Транспортные системы. – 2019. – № 1 (11). – С. 12–18.

9. Плотников, С. А. Теоретические предпосылки определения оптимальных составов смесевых топлив / С. А. Плотников, Ш. В. Бузиков // AdvancedScience. – 2019. – № 4 (15). – С. 34–38.

10. Плотников, С. А. Определение эффективных показателей тракторного дизеля при работе на топливной композиции с добавками рапсового масла / С. А. Плотников, Ш. В. Бузиков, И. С. Козлов // AdvancedScience. – 2019. – № 3 (14). – С. 15–18.

11. Плотников, С. А. Исследование работоспособности дизельной форсунки на смесевых топливах с недостаточными низкотемпературными свойствами / С. А. Плотников, Ш. В. Бузиков, И. С. Козлов // Тракторы и сельхозмашины. – 2020. – № 1. – С. 10–16.

Аннотация. В статье представлен обзор применения жидких альтернативных топлив. Проведен теоретический анализ применимости жидких альтернативных топлив в чистом виде и в смеси с дизельным топливом.

На основании проведенного теоретического анализа полученных результатов определено, что среди всех видов жидких альтернативных топлив наиболее применимы метиловый и этиловый спирты с содержанием их в смесевом топливе до 50 %.

Ключевые слова: альтернативное топливо, смесевое топливо, критерий применимости.

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ И НЕОБХОДИМОСТЬ ОПТИМИЗАЦИИ СОСТАВА МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ТОПЛИВ

М. Н. ГЛУШКОВ¹, аспирант

В. А. ШАПОРЕВ², аспирант

¹ФГБОУ ВПО «Вятский государственный университет»,

Киров, Российская Федерация;

²УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,

Горки, Республика Беларусь

Введение. Одним из основных источников энергии в наземных транспортных средствах является дизельный двигатель. Перспективы истощения сырьевой базы нефтяного топлива, спрос на экологически «чистые» технологии ставит проблему поиска и внедрения заменителей дизельного топлива, не загрязняющих окружающую среду и не нарушающих природного равновесия. Поиски новых источников энергии имеют целый ряд причин, а именно: ограниченность запасов обычных источников, зависимость от стран-экспортеров нефти, парниковый эффект, который обусловлен поступлением в атмосферу двуокиси углерода, загрязнение атмосферы отработавшими газами [1].

Основная часть. В данное время наибольший интерес появляется к альтернативным видам топлива, которые получают из возобновляемых энергетических ресурсов, либо растительного происхождения, либо чьи сырьевые запасы практически неограниченны [2]. В большей мере к ним относятся различные виды биотоплива. Цены такого топлива соизмеримы с ценами топлива нефтяного происхождения, а в некотором случае даже ниже цен на традиционные моторные топлива [3].

Стоит подчеркнуть, что по своим физико-химическим свойствам биотоплива ближе к дизельным топливам, а не бензинам, также имеют сравнительно высокую плотность и вязкость, но слабую испаряемость [4]. В таком случае их использование возможно только в дизелях, отличающихся наименьшей чувствительностью к свойствам применяемого топлива. Кроме того, дизельные двигатели, работающие с большой степенью сжатия и повышенными значениями коэффициента избытка воздуха, характеризуются лучшими показателями топливной экономичности и токсичности отработавших газов (ОГ).

Известно, что у биотоплива физико-химические свойства, отличаются от свойств традиционного дизельного топлива.

По этой причине при переводе двигателей, изначально адаптированных к работе на дизельном топливе, на биотоплива, возникает ряд проблем, связанных с организацией рабочих процессов, в первую очередь – процессов топливоподачи, распыливания топлива, смесеобразования и сгорания [5]. Вследствие этого возможно нарушение первичных регулировок двигателя, ухудшение ряда эксплуатационных показателей дизельных двигателей, повышение износа деталей двигателей и снижение ресурса их работы. Следовательно, необходима адаптация двигателей к работе на этом виде топлива. Основным из эффективных путей – возможное использование смесевых биотоплив. Приближения свойств биотоплив к свойствам нефтяного дизельного топлива целесообразнее достичь путем использования многокомпонентных биотоплив, вследствие чего свойства одного топлива могут компенсировать свойства другого [6].

Процесс с максимальными выгодными характеристиками и минимальными расходами называется оптимизацией. Задача оптимизации сформулирована, если заданы: критерий оптимальности; варьирующие параметры, корректировка которых может оказать влияние на эффективность процесса; математическая модель процесса; ограничения, связанные с экономическими и конструктивными условиями.

Прежде всего, для решения необходимой задачи оптимизации исследователю необходимо выбрать математический метод (рис. 1).

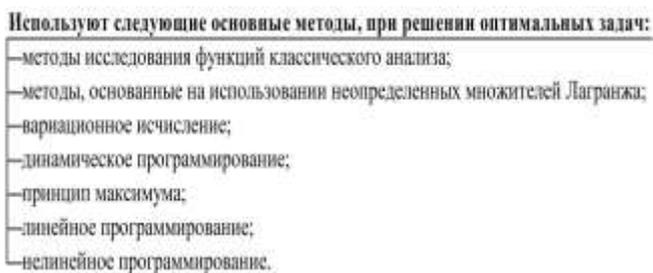


Рис. 1. Основные методы решения задачи оптимизации

Данный метод должен привести к окончательным результатам с минимальными затратами на вычисления, либо позволил получить максимальный объем информации об искомом решении.

Выбор какого-либо метода в большей степени обуславливается постановкой наиболее оптимальной задачи, в том числе применяемой математической моделью объекта оптимизации.

Чаще всего нельзя представить один, тот или иной, метод, какой можно будет применить к решению всех необходимых задач, появляющихся в практике. Некоторые методы в данном отношении оказываются более общими, чем другие. Также на некоторых этапах решения задач одни методы можно использовать в сочетании с другими.

Стоит также ответить, что есть методы, которые специально разработаны или как можно лучше подойдут при решении соответствующих задач с математическими моделями определенного вида, что позволит решить наибольшее количество задач. Исследование возможностей и опыта использования разных методов оптимизации следует признать лучшим путем для выбора метода оптимизации, который в большей степени пригоден при решении соответствующей задачи.

В данное время имеется потребность компактного и доходчивого изложения основных теоретических результатов в том виде, которого хватит для понимания и аналитического исследования прикладных задач оптимизации.

К примеру, рассмотрим целесообразность оптимизации состава многокомпонентного биотоплива.

Основной из проблем, появившихся во время использования многокомпонентного биотоплива в дизелях, является выбор необходимого состава смеси. Те данные, которые опубликованы в технической литературе, всецело не дают конкретно определить наилучший преимущественный состав многокомпонентного биотоплива, так как оценку эффективности их применения в дизельных двигателях следует проводить по целостному комплексу показателей токсичности отработавших газов и топливной экономичности [7–9]. На текущем этапе развития строения двигателей основным показателем работы транспортных и автотракторных дизелей значится токсичность их отработавших газов, а именно выбросы нормируемых токсичных компонентов в атмосферу – оксидов азота NO_x , монооксида углерода CO , несгоревших углеводородов C_xH_y и твердых частиц, где определяющими компонентами значится сажа (углерод C) [10–12]. Это обусловлено не только осложнением экологической обстановки, но и ужесточением требований, которые предъявляются для двигателей внутреннего сгорания нормативным документом на токсичность отработавших газов. Небольшие экологические показатели дизельных двигателей, что работают на дизельном топливе нефтяного происхождения, оказываются причиной наиболее обширного использования биотоплива. Тем не менее еще в незначительной степени исследована проблема оптимизации состава.

Заключение. На основании вышеизложенного материала, можно сделать следующие выводы:

1. Оптимизация состава многокомпонентных топлив является ключевым звеном в исследовании их свойств.
2. Оптимизации состава позволит улучшить токсические и экономические показатели работы двигателя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карташевич, А. Н. Возобновляемые источники энергии / А. Н. Карташевич. – Горки: БГСХА, 2007. – 264 с.
2. Альтернативные виды топлива для двигателей: монография / А. Н. Карташевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2013. – 376 с.
3. Смаль, Ф. В. Перспективные топлива для автомобилей / Ф. В. Смаль, Е. Е. Арсенов. – Москва: Транспорт, 1979. – 151 с.
4. Семенов, В. Г. Альтернативные топлива растительного происхождения / В. Г. Семенов, А. А. Зинченко // Химия и технология топлив и масел. – 2005. – № 1. – С. 29–34.
5. Терентьев, Г. А. Моторные топлива из альтернативных сырьевых ресурсов / Г. А. Терентьев, В. М. Тюков, Ф. В. Смаль. – Москва: Химия, 1989. – 272 с.
6. Расширение многотопливности автотракторного дизеля при использовании альтернативных топлив / С. А. Плотников [и др.] // Известия МГТУ «МАМИ», 2019. – № 3 (41). – С. 66–72.
7. Аоки, М. Ведение в методы оптимизации / М. Аоки. – Москва: Наука, 1977. – 344 с.
8. Лютко, В. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания / В. Лютко, В. Н. Луканин, А. С. Хачиян. – Москва: МАДИ, 2000.
9. Девянин, С. Н. Улучшение экологических показателей транспортных дизелей при использовании смесового биотоплива / С. Н. Девянин, В. А. Марков, Д. А. Коршунов // Безопасность жизнедеятельности. – 2005. – № 12. – С. 27–33.
10. Марков, В. А. Применение смесовых биотоплив на основе метиловых эфиров растительных масел в транспортных дизелях / В. А. Марков, С. А. Нагорнов, С. Н. Девянин // Безопасность в техносфере. – 2011. – № 6. – С. 26–33.
11. Марков, В. А. Токсичность отработавших газов дизелей / В. А. Марков, Р. М. Баширов, И. И. Габитов. – Москва: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002.
12. Марков, В. А. Оценка экологической безопасности силовых установок с дизельными двигателями / В. А. Марков, С. Н. Девянин, В. В. Маркова // Безопасность в техносфере. – 2014. – № 2. – С. 23–32.

Аннотация. В статье рассматриваются основные методы решения оптимальных задач. Роль и актуальность оптимизации состава в исследованиях многокомпонентных топлив. Также влияние оптимизации на основные показатели работы двигателя.

Ключевые слова: оптимизация, метод, многокомпонентное топливо, дизель, биотопливо.

ВЛИЯНИЕ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

Е. Д. ГРУДОВИЧ, магистрант
А. Н. КАРТАШЕВИЧ, д-р техн. наук, профессор
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Влияние двигателей внутреннего сгорания на окружающую среду является большой проблемой для мирового сообщества, так как при их эксплуатации в атмосферу выбрасывается огромное количество вредных веществ. В связи с этим ведутся поиски различных доступных, а главное экологически чистых видов топлива. Одним из таких вариантов для двигателей внутреннего сгорания, работающих на дизельном топливе, являются топлива, которые в своей основе имеют растительные масла.

Основная часть. Нельзя отрицать пагубное влияние двигателей внутреннего сгорания. На окружающую среду в первую очередь влияют отработавшие газы. Отработавшие газы – это неоднородные смеси различных газообразных веществ с разнообразными химическими и физическими свойствами, состоящая из продуктов полного и неполного сгорания топлива, избыточного воздуха, аэрозолей и различных микропримесей (как газообразных, так и в виде жидких и твердых частиц), поступающих из цилиндров двигателей в его выпускную систему. В своем составе они содержат около 300 различных веществ, большинство из которых токсичны [2].

Есть несколько способов уменьшить токсичность отработавших газов, одним из них является полная замена дизельного топлива на биодизель или использовать смеси дизельного топлива с биодизельным.

Следует рассмотреть основные элементы отработавших газов в дизельных двигателях внутреннего сгорания (таблица).

Оксид углерода – он же угарный газ (СО). Прозрачный, не имеющий запаха ядовитый газ, немного легче воздуха, плохо растворим в воде. Оксид углерода продукт неполного сгорания топлива, на воздухе горит синим пламенем с образованием диоксида углерода (углекислого газа). В камере сгорания двигателя СО образуется при неудовлетворительном распыливании топлива, в результате холоднотопливных реакций, при сгорании топлива с недостатком кислорода, а также

вследствие диссоциации диоксида углерода при высоких температурах. При последующем сгорании после воспламенения (после верхней мертвой точки, на такте расширения) возможно горение оксида углерода при наличии кислорода с образованием диоксида. При этом процесс выгорания СО продолжается и в выпускном трубопроводе.

Усредненный состав отработавших газов

Компонент отработавших газов	Концентрация в отработавших газах, %
Азот N_2	74–78
Кислород O_2	2–18
Водяной пар H_2O	0,5–9
Диоксид углерода CO_2	1–12
Оксиды азота NO_x	0,004–0,5
В т. ч.: монооксид азота NO	0,004–0,5
диоксид азота NO_2	0,0001–0,013
Монооксид углерода CO	0,005–0,4
Углеводороды CH_x	0,009–0,3
Бенз(а)пирен $C_{20}H_{12}$	0,05–1 мкг/м ³
Сажа С	0,01–1,1 г/м ³
Диоксид серы SO_2	0,0018–0,02
Триоксид серы SO_3	$(0,4–6) \cdot 10^{-4}$
Альдегиды RCHO,	0,002
В т. ч.: формальдегид HCHO	$(1–19) \cdot 10^{-4}$
акролеин $CH_2=CHCHO$	$(1–1,3) \cdot 10^{-4}$

Оксиды азота (NO, NO₂ и т. д. в дальнейшем NO_x) Оксиды азота являются одними из наиболее токсичных компонентов отработавших газов. При нормальных атмосферных условиях азот представляет собой весьма инертный газ. При высоких давлениях и особенно температурах азот активно вступает в реакцию с кислородом. В отработавших газах двигателей более 90 % всего количества NO_x составляет оксид азота NO, который еще в системы выпуска, а затем и в атмосфере легко окисляется в диоксид (NO₂). Оксиды азота раздражающе воздействуют на слизистые оболочки глаз, носа, разрушают легкие человека, так как при движении по дыхательному тракту они взаимодействуют с влагой верхних дыхательных путей, образуя азотную и азотистую кислоты. Как правило, отравление организма человека NO_x проявляется не сразу, а постепенно, причем каких-либо нейтрализующих средств нет.

Углеводороды (C_nH_m – этан, метан, этилен, бензол, пропан, ацетилен и др.) Углеводороды органические соединения, молекулы которых по-

строены только из атомов углерода и водорода, являются токсичными веществами. Наличие СН в отработавших газах двигателей объясняется тем, что смесь в камере сгорания является неоднородной, поэтому у стенок, в переобогащенных зонах, происходит гашение пламени и обрыв цепных реакций. Не полностью сгоревшие СН, выбрасываемые с отработавшими газами и представляющие собой смесь нескольких сотен химических соединений, имеют неприятный запах. СН являются причиной многих хронических заболеваний. Токсичны также и пары бензина, которые являются углеводородами. Допустимая среднесуточная концентрация паров бензина составляет $1,5 \text{ мг/м}^3$ [2]. Углеводороды образуются в переобогащенных зонах, где ограничен доступ кислорода, а также вблизи сравнительно холодных стенок камеры сгорания. Они играют активную роль в образовании биологически активных веществ, вызывающих раздражение глаз, горла, носа и их заболевание, и наносящих ущерб растительному и животному миру. Углеводородные соединения оказывают наркотическое действие на центральную нервную систему, могут являться причиной хронических заболеваний, а некоторые ароматические СН обладают отравляющими свойствами. Углеводороды (олефины) и оксиды азота при определенных метеорологических условиях активно способствуют образованию смога.

Смог от отработавших газов. Смог – это ядовитый туман, образуемый в нижнем слое атмосферы, загрязненной вредными веществами от промышленных предприятий, отработавшими газами от автотранспорта и теплопроизводящих установок при неблагоприятных погодных условиях. Он представляет собой аэрозоль, состоящую из дыма, тумана, пыли, частичек сажи, капелек жидкости (во влажной атмосфере). Возникает в атмосфере промышленных городов при определенных метеорологических условиях. Поступающие в атмосферу вредные газы вступают в реакцию между собой и образуют новые, в том числе и токсичные соединения. В атмосфере при этом происходят реакции фотосинтеза, окисления, восстановления, полимеризации, конденсации, катализа и т. д. В результате сложных фотохимических процессов, стимулируемых ультрафиолетовой радиацией Солнца, из оксидов азота, углеводородов, альдегидов и других веществ образуются фотооксиданты (окислители). Низкие концентрации NO_2 могут создать большое количество атомарного кислорода, который в свою очередь образует озон и вновь реагирует с веществами, загрязняющими атмосферный воздух. Наличие в атмосфере формальдегида, высших альдегидов и других углеводородных соединений также способствует вместе с озоном образованию новых перекисных соединений. Продукты диссоциации взаимодействуют с олефинами, образуя токсичные гид-

роперекисные соединения. При их концентрации более $0,2 \text{ мг/м}^3$ наступает конденсация водяных паров в виде мельчайших капелек тумана с токсичными свойствами. Их количество зависит от сезона года, времени суток и других факторов. В жаркую сухую погоду смог наблюдается в виде желтой пелены (цвет придает присутствующий в воздухе диоксид азота NO_2 капельки желтой жидкости). Смог вызывает раздражение слизистых оболочек, особенно глаз, может вызвать головную боль, отеки, кровоизлияния, осложнения заболеваний дыхательных путей. Ухудшает видимость на дорогах, увеличивая тем самым количество дорожно-транспортных происшествий. Опасность смога для жизни человека велика [2].

Биодизель, как показали опыты, при попадании в воду не причиняет вреда растениям и животным. Кроме того, он подвергается практически полному биологическому распаду: в почве или в воде микроорганизмы за 28 дней перерабатывают 99 % биодизеля, что позволяет говорить о минимизации загрязнения рек и озер [5].

Сокращение выбросов CO_2 . При сгорании биодизеля выделяется ровно такое же количество углекислого газа, которое было потреблено из атмосферы растением, являющимся исходным сырьем для производства масла, за весь период его жизни. Биодизель в сравнении с обычным дизельным топливом почти не содержит серы. Это хорошо с точки зрения экологии [5].

Высокая температура воспламенения. Точка воспламенения для биодизеля превышает $100 \text{ }^\circ\text{C}$, что позволяет назвать биотопливо относительно безопасным веществом [5].

На данный момент чистый биодизель редко используется, чаще это смеси биодизеля с дизельным топливом в различных соотношения. При проводимых исследованиях на смесях, в которых содержится 25 % дизельного топлива и 75 % биодизельного топлива, было замечено снижение окиси углерода примерно в 2 раза на всех режимах работы. Выбросы углеводородов CH также ниже в 2 раза, твердые частицы на режиме максимальной нагрузки меньше в 2 раза, на малой нагрузке она снижается до нуля. Однако в связи с наличием связанного кислорода на 8 % возрастают выбросы окислов азота NO_x [1, 3].

Учеными из МГАУ имени В. П. Горячкина были проведены свои исследования с использованием смечи 1:1. По полученным данным исследований было замечено, что выбросы оксидов азота на номинальном режиме работы сократились на 15–20 %, выбросы сажи сократились на 20–30 %, а оксидов углерода и углеводородов на 10–15 % [1, 3].

Шанхай начал экспериментальную программу, в которой участвует более 300 видов транспортных средств. Более 2 тыс. автобусов круп-

ной автобусной компании в Шанхае начали работать на биодизельном топливе. Они используют биодизельное топливо В5, которое на 5 % состоит из биодизеля, полученного из масла, использованного предприятиями общественного питания и сброшенного в виде отходов, и на 95 % из нефтяного дизельного топлива. По данным китайских экспертов, биодизель В5 может сократить выбросы загрязняющих веществ в воздух при его сжигании более, чем на 10 %. При этом эффективность очистки оксида азота достигает 80 % [4].

Заключение. Альтернативные топлива на основе растительных масел являются более экологичными чем классическое дизельное топливо. Уже сейчас некоторые страны добавляют до 5 % биодизельного топлива в дизельное, именно с целью повышения экологичности отработавших газов транспортных средств.

Одним преимуществ такого топлива, а именно смесей дизельного и биодизельного топлива, отсутствие необходимости модификации транспортного средства, что значительно упрощает переход от дизельного топлива.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карташевич, А. Н. Использование смесевых топлив на основе рапсового масла для сельскохозяйственных тракторов / А. Н. Карташевич, В. С. Товстыка. – Горки: БГСХА, 2012. – 212 с.
2. Выхлопные газы, их состав и действие на организм человека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.studiplom.ru/Technology-DVS/Exhaust_gases.html#:~:text=Основными%20нормируемыми%20токсичными%20компонентами%20выхлопных,Примерный%20состав. – Дата доступа: 25.10.2020.
3. Альтернативные моторные топлива для АПК из биологического сырья [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://cyberleninka.ru/article/n/alternativnye-motornye-topliva-dlya-ark-iz-biologicheskogo-syrja/viewer.](https://cyberleninka.ru/article/n/alternativnye-motornye-topliva-dlya-ark-iz-biologicheskogo-syrja/viewer) – Дата доступа: 25.10.2020.
4. Шанхай переходит на биодизельное топливо [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://news.myseldon.com/ru/news/index/210652636.](https://news.myseldon.com/ru/news/index/210652636) – Дата доступа: 25.10.2020.
5. Биодизель или биодизельное топливо [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Биодизель#Стандарты.](https://ru.wikipedia.org/wiki/Биодизель#Стандарты) – Дата доступа 25.10.2020.

Аннотация. В статье описаны вредные вещества, поступающие в окружающую среду при эксплуатации дизельных двигателей внутреннего сгорания и рассмотрены изменения экологических показателей при использовании смесей биодизельного топлива.

Ключевые слова: дизельное топливо, биодизельное топливо, смеси, вредные вещества, окружающая среда.

ОБЗОР АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ И ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ ИМ ТРЕБОВАНИЯ

Е. Д. ГРУДОВИЧ, магистрант
А. Н. КАРТАШЕВИЧ, д-р техн. наук, профессор
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Альтернативные виды топлива на основе растительных масел или биодизельное топливо различаются как по культуре, используемой в их составе, так и по соотношению дизельного топлива к растительным маслам. В данной статье будут рассмотрены требования и сами разновидности данного вида топлива в мире.

Основная часть. Альтернативное топливо на основе растительных масел или биодизельное топливо – это моторное топливо, представляющее из себя смесь моноалкильных эфиров жирных кислот. Биодизель получают из триглицеридов (реже свободных жирных кислот) реакцией переэтерификации (этерификации) одноатомными спиртами (метанол, этанол и др.). Источником триглицеридов могут служить различные растительные масла или животные жиры. В зависимости от вида сырья, используемого для производства того или иного биотоплива, они подразделяются на поколения (биотопливо 1-го поколения, 2-го поколения и т. д.). Эта классификация справедлива и для биодизельного топлива. Таким образом, в зависимости от используемого сырья можно говорить о биодизеле 1-го поколения производимый из различных сельскохозяйственных культур, биодизеле 2-го поколения из жиродержащих отходов и о биодизеле 3-го поколения из липидов микроводорослей [1].

Наиболее распространенные сельскохозяйственные культуры для производства биодизеля в различных странах: Рапс (ЕС, Россия, Республика Беларусь, Украина), соя (США, Африка), канола (Канада), пальмовое масло (Индонезия, Филиппины), кокосовое масло (Филиппины), ятрофа (Индия, Африка), касторовое масло (Бразилия) и т. д. [1].

Альтернативные виды топлива на основе растительных масел могут применяться в чистом виде, то есть 100 % биодизельное топливо или в виде смеси биодизельного топлива с дизельным топливом. В мире смеси так и чистый биодизель обозначаются буквой В число после буквы обозначает процентное содержание. Так, топливо В100

состоит на 100 % из биодизеля, а B20 состоит на 80 % дизельного топлива и 20 % биодизеля [2].

Для того чтобы получить качественную продукцию, необходимо придерживаться ряда требований:

- после прохождения реакции переэтерификации содержание метиловых эфиров должно быть выше 96 %;

- для быстрой и полной переэтерификации метанол берется с избытком, поэтому метиловые эфиры необходимо очистить от него;

- использовать метиловые эфиры в качестве топлива для дизельной техники без предварительной очистки от продуктов омыления недопустимо;

- заключительный этап – сушка метиловых эфиров жирных кислот, так как вода приводит к развитию микроорганизмов в биодизеле и способствует образованию свободных жирных кислот, вызывающих коррозию металлических деталей.

- хранить биодизель более трех месяцев не рекомендуется из-за его разложения [2].

Для контроля качества альтернативных видов топлива применяются стандарты: EN14214 (Европейский), DIN 51606 (Немецкий), ASTM D6751 (Американский), ГОСТ 33131–2014 (Беларусь, Киргизия, Молдова, Россия, Таджикистан, Узбекистан) (таблица) [1].

Технические характеристики стандарта ГОСТ 33131–2014

Наименование показателя	Класс смеси
	B6–B20
	S15
Кислотное число, мг KOH/г не более	0,3
Вязкость при 40 °С, $\frac{\text{мм}^2}{\text{с}}$	1,9–4,1
Температура вспышки, °С, не менее	52
Содержание серы, не более, мкг/г	15
Фракционный состав: температура отгона 90 % об., °С, не более	343
Коксуемость по Рамсботому на 10%-ном остатке, % масс., не более	0,35
Цетановое число, не менее	40
Должно быть выполнено одно из следующих усл.:	
1) цетановый индекс, не менее;	40
2) содержание ароматических соединений, % об., не более	35
Зольность, % масс., не более	0,01
Содержание осадка и воды, % об., не более	0,05
Коррозия на медной полоске, 3 ч при 50 °С, не более	N3
Содержание базового биодизельного топлива, % об.	6–20
Окислительная стабильность, ч, не менее	6
Смазывающая способность, HFRR при 60 °С, мкм, не более	520

EN 14214 – это единый европейский стандарт. В нем описаны требования и методы испытаний для биодизельного топлива. Имеются различные версии данного стандарта для различных стран, эти различия относятся к климатическим условиям. Он основан на немецком стандарте DIN 51606 [1].

ASTM D6751 – Американский стандарт в целом он сопоставим с европейским стандартом EN 14214 и национальным стандартом Канады CAN / CGSB-3.524.

DIN 51606 – Немецкий стандарт, разработанный с учетом совместимости с двигателями почти всех ведущих автопроизводителей, поэтому он является самым строгим. Большинство видов биодизеля, производимых для коммерческих целей на Западе, соответствует ему или даже превосходит [1].

ГОСТ 33131–2014 Межгосударственный стандарт смеси биодизельного топлива (B6-B20) устанавливает требования к смесям биодизельного топлива, содержащим от 6 % об. до 20 % об. базового биодизельного топлива принят в следующих странах: Беларусь, Киргизия, Молдова, Россия, Таджикистан, Узбекистан [3].

Заключение. Альтернативные виды топлива на основе растительных масел являются перспективными видом топлива. Масла различных культур отличаются по своим свойствам друг от друга, что влияет на характеристики получаемого топлива. При выборе культуры страны оценивают возможность их эффективного и более экономичного выращивания в имеющихся условиях. Альтернативные виды топлива на основе растительных масел могут использоваться в чистом виде, но чаще используются в смесях с дизельным топливом. Связано это с тем, что для таких топлив нет необходимости как либо модифицировать дизельные двигателя, либо требуются незначительные изменения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биодизель или биодизельное топливо [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Биодизель#Стандарты>. – Дата доступа: 23.10.2020.
2. Биодизель — инновационная разработка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ineca.ru/?dr=library&library=bulletin/2009/0136/012>. – Дата доступа: 23.10.2020.
2. Межгосударственный стандарт смеси топлива (B6-B20) технические требования. Biodiesel fuel blends (B6-B20) / Technical requirements МКС 75.160.20.

Аннотация. Рассматриваются актуальные требования к альтернативным видам топлива на основе растительных масел, приводится перечень основных используемых в мире стандартов. Перечислены используемые культуры в различных странах.

Ключевые слова: обзор, альтернативные топлива, биодизельное топливо, масличные культуры, дизельное топливо (ДТ), смеси, требования, стандарты.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕНЕРАТОРНОГО ГАЗА В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА

А. С. ЗУБАКИН¹, аспирант

С. А. ПЛОТНИКОВ¹, д-р техн. наук, профессор

П. Ю. МАЛЬШКИН², ст. преподаватель

¹ФГБОУ ВПО «Вятский государственный университет»,
Киров, Российская Федерация;

²УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Альтернативная энергетика занимает все большее значение в общем объеме выработанной энергии. Энергия солнца, ветра позволяет заменить традиционную энергию при благоприятных погодных условиях, в противном случае приходится обращаться к традиционным. Одним из альтернативных видов источников энергии является генераторный газ (ГГ) [1]. Данный газ получают из растительной массы, сжигаемой при контролируемом недостатке кислорода. Получение генераторного газа требует использование специального оборудования – газогенератора в комплексе с системой очистки и охлаждения, что требует дополнительных материальных и трудовых затрат по сравнению с использованием традиционного топлива.

Основная часть. ГГ, как и любое топливо, должен рассматриваться, в первую очередь, с экономической стороны в сравнении с другими видами топлива, а также следует учитывать наносимый вред окружающей среде, т. е. использовать комплексный подход [2, 3].

При экономической оценке использования ГГ, необходимо учитывать и такой важный аспект, как доступность местного сырья. Бензин, сжиженный природный газ, спирт и его производные – все это является результатом перегонки из различного сырья на соответствующих заводах, т. е. топливо доставляют к потребителю. Стоимость доставки может превышать стоимость топлива в разы, например, районы Крайнего Севера, Сибири и Урала, Дальнего Востока, Арктики [4], что повышает стоимость механической энергии также в разы.

Так как при эксплуатации двигателя на различных видах топлива технически сложно получить сравнимые величины, было принято решение проводить эксплуатационные исследования на малогабаритной станции GG-2700 максимальной электрической мощностью

2,5 кВт [5]. Помимо доступности, данная электростанция обладает возможностью работы на пропане после установки специального серийного карбюратора.

Один киловатт электроэнергии – величина постоянная, независимо от вида используемого топлива и способов получения и легко поддается перерасчету, конвертации в другие виды энергии.

В качестве топлива применялись: генераторный газ, сжиженный газ, спирт этиловый (96 %), биотопливо (этиловый спирт 78 %) и бензин А-92 [6]. Полученные результаты о стоимости 1 кВт · ч интерпретировались в графический вид (рис. 1).

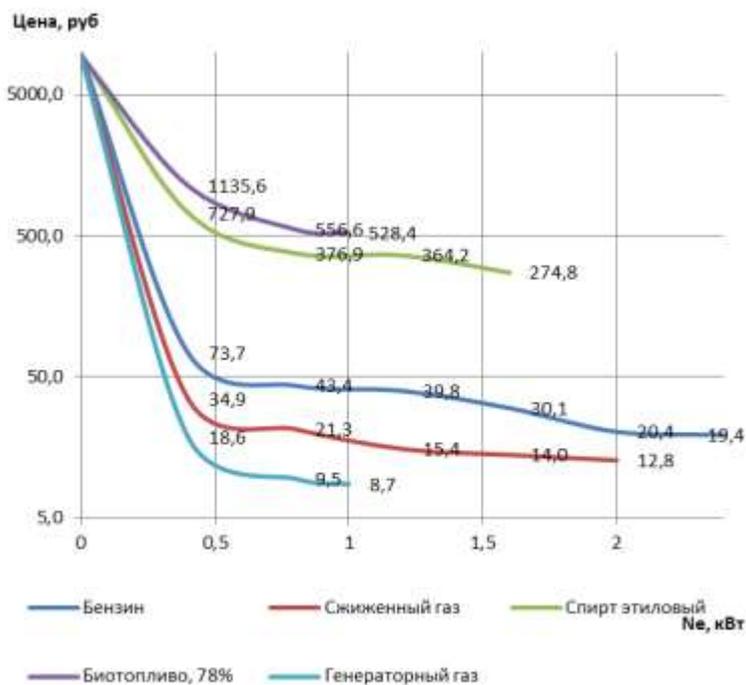


Рис. 1. Стоимость производства электроэнергии при работе ДВС на различных видах топлива, руб/кВт · ч

На графике показана стоимость 1 кВт · ч электроэнергии без учета стоимости самой электростанции, ее переоборудования, модернизации, т. е. учитывалась только стоимость самого топлива. При расчете стоимости работы на генераторном газе учитывалась стоимость сырья и оборудования для производства ГГ.

График наглядно показывает высокую стоимость выработанной электроэнергии на биотопливе и спирте, что вполне ожидаемо по причине высокой стоимости топлива и его большого расхода. Работа на сжиженном природном газе снижает стоимость электроэнергии за счет невысокой стоимости топлива. Применение генераторного газа позволяет снизить стоимость 1 кВт · ч в 3–4 раза, в зависимости от загрузки и ряда других факторов.

При анализе графика наглядно видно, что при более высоком удельном расходе топлива, но при низкой стоимости топлива, стоимость 1 кВт · ч электроэнергии из генераторного газа, становится конкурентоспособной на фоне товарного топлива.

Но, помимо низкой стоимости вырабатываемой электроэнергии, при работе на генераторном газе наблюдается и снижение развиваемой мощности двигателем [7], что требует применения двигателей большего литража с целью компенсации снижения развиваемой мощности. Это в свою очередь увеличивает капиталовложения в газогенераторную установку.

Работа искрового двигателя с добавками ГГ в составе электростанции визуально не отличалась от работы на чистом бензине, характеризовалась его надежным запуском, приемистой работой, отсутствием отказов, что подтверждает достижение поставленной цели.

Заключение. Основываясь на вышеизложенной информации, можно сделать вывод об экономической целесообразности использования генераторного газа в местах, где традиционные источники малодоступны и высока их стоимость.

При работе ДВС на генераторном газе стоимость выработанной электроэнергии ниже на 57 % по сравнению с работой на товарном топливе – бензине.

Показанная экономическая эффективность позволяет говорить о необходимости дальнейшего совершенствования технологии использования генераторного газа в качестве топлива.

ЛИТЕРАТУРА

1. Альтернативные виды топлива для двигателей: монография / А. Н. Карташевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2013. – 376 с.
2. Плотников, С. А. Исследование электростанции, работающей на альтернативном топливе / С. А. Плотников, А. С. Зубакин, А. Н. Коротков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики. – Киров, 2016. – С. 220–224.
3. Зубакин, А. С. Разработка и исследование газогенераторов для производства газообразного топлива / А. С. Зубакин, А. Н. Коротков // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания. Вятка, 2016. – С. 37–39.
4. Кашин, Е. М. Балансово-концентрационный метод определения состава и выхода древесного генераторного газа. Балансовая часть / Е. М. Кашин, В. Н. Диденко // Деревообрабатывающая промышленность. – 2018. – № 1. – 91 с.
5. Плотников, С. А. Анализ процесса сгорания генераторного газа и его смеси с бензином в поршневом двигателе. / С. А. Плотников, А. С. Зубакин // Двигателестроение. – 2018. – № 3. – С. 14–18.
6. ГОСТ Р 51105–97. Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Неэтилированный бензин. Технические условия (с изменениями N 1, 2, 3, 4, 5, 6).
7. Technology roadmap-bioenergy for heat and power (2012). International Energy Agency. https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/2012_Bioenergy_Roadmap_2nd_Edition_WEB.pdf. Accessed Aug. 2016.

Аннотация. Генераторный газ, как один из видов альтернативной энергетики, имеет большие перспективы для применения в связи с низкой стоимостью и возможностью его получения из местного сырья. При работе на различных видах топлива (генераторный газ, бензин, сжиженный газ, этиловый спирт, биотопливо) наблюдается рост расхода топлива и снижение развиваемой мощности.

Для определения экономической эффективности использования были проведены эксперименты по определению стоимости 1 кВт · ч на этих видах топлива. Как показали эксперименты, минимальная стоимость 1 кВт · ч электроэнергии наблюдается при работе на генераторном газе (9,5 руб/кВт · ч), а максимальная на биотопливе – 521 руб/кВт · ч, что обусловлено низкой расчетной теплотой сгорания, высоким удельным расходом и стоимостью топлива.

Ключевые слова: альтернативное топливо, генераторный газ, спирт, альтернативные источники энергии, стоимость альтернативной энергии, цена 1 кВт · ч.

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ: ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ (НА ПРИМЕРЕ СОЗДАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ GOOGLE ФОРМ)

А. Л. КАЗАКОВ, канд. техн. наук, доцент
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. «...Ваш браузер устарел. Пожалуйста, обновите его или установите новый. Ваш браузер не обновлялся несколько лет. За это время некоторые сайты стали использовать новые технологии, которые он не поддерживает и не может корректно отображать страницы...». Эту фразу можно перевести в адрес большинства учебных заведений и даже преподавателей, работающих по старой схеме, без использования (с минимальным использованием) информационных технологий. Что такое цифровая трансформация? На этот вопрос можно дать многозначный ответ, однако, по нашему мнению, в области образования это перестройка системы взаимоотношений преподаватель – студент на новую модель, в полной мере отвечающей современным реалиям.

Возможности сервисов Google, LMS Moodle, технологий интерактивности MS PowerPoint и др. позволяют создавать учебные курсы, тестовые задания и даже виртуальные учебные классы с возможностью непрерывного контроля. Эти возможности позволяют организовать мобильное обучение и соответственно повысить мобильность обучающихся. В идеале это должно привести к соответствию уровня развития образования современному социальному заказу и интересам обучающихся.

Основная часть. События последнего времени, связанные с пандемией, буквально заставили обратиться к этой модели. Несмотря на давно известную форму дистанционного обучения, появились вопросы о реально работающей методике дистанционного обучения.

Вузы как обучающие компании должны быть высокотехнологичными. Они должны формировать грамотного цифрового потребителя. Отставшие в гонке цифровизации в конечном итоге «обанкротятся» – потеряют контингент и перестанут существовать.

Какие задачи ставятся сейчас перед преподавателями – «менеджерами» своих вузов? Во-первых, это умение работать с новыми (новейшими) технологиями в образовании. Во-вторых, это коммуникационные навыки, эмоциональный интеллект, адаптивность.

Естественно, преподавателям необходима поддержка сверху – руководство вуза в первую очередь должно быть настроено на разработку цифровой стратегии.

В условиях дистанционного обучения возникает проблема групповой работы, особенно это касается заочной формы обучения. Практически невозможно проводить занятия для целой группы студентов. Решением может быть использование облачного ресурса Google. При наличии электронного учебно-методического комплекса по учебной дисциплине существует возможность размещения учебных материалов на Google диске и использования предоставляемых им ресурсов, например, создания Google класса.

Одной из предоставляемых возможностей Google диском является создание интерактивных тестовых заданий с помощью имеющихся форм. Создание Google форм позволяет активизировать познавательную деятельность студентов путем индивидуального решения интерактивных тестовых заданий. При этом имея под рукой опорный конспект лекций, имея выход в интернет, студент может в любое удобное для себя время дистанционно решить тестовое задание. Имеется возможность многократно исправлять ответ на тест и получать сведения о статистике ответов. Таким образом, путем интерактивного тестирования, в условиях дистанционного обучения, можно достаточно объективно оценить уровень подготовки студентов.

Заключение. В настоящее время имеются все предпосылки успешного использования большинства возможностей интерактивных сервисов, в том числе создание Google форм для организации мобильного обучения студентов, что повысит уровень цифровизации учебного процесса.

Аннотация. Проанализированы возможные пути организации мобильного обучения с использованием возможностей облачного ресурса Google.

Ключевые слова: цифровая трансформация, тестовые задания, облачный ресурс Google, Google форма.

ХАРАКТЕРИСТИКИ СМЕСЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИ РАБОТЕ ДВИГАТЕЛЯ НА АКТИВИРОВАННОМ ТОПЛИВЕ

П. Я. КАНТОР, канд. физ.-мат. наук, доцент
М. В. МОТОВИЛОВА, аспирант
ФГБОУ ВПО «Вятский государственный университет»,
Киров, Российская Федерация

Введение. Наиболее экономичным из известных силовых установок является дизельный двигатель. Имея более высокий термический КПД, дизельный двигатель используется в большинстве транспортных средств. В современных условиях особое внимание уделяется не только экономичной работе двигателя, но и экологическим показателям. Обеспечение малой концентрации токсических веществ в отработавших газах и хорошей экономичности двигателя связано с улучшением процесса смесеобразования и горения.

Необходимая энергия для совершения механической работы образуется в результате химических реакций. Время реакций в цилиндре дизельного двигателя составляет тысячные доли секунды. Для полноценного процесса сгорания в данных условиях необходимо хорошее смесеобразование. Способы образования топливовоздушной смеси и протекание химических реакций в тепловых двигателях обуславливают ряд требований, предъявляемых к топливу и окислителю. Топливо должно иметь: хорошую испаряемость, которая зависит от фракционного состава, упругости паров топлива и поверхностного натяжения; оптимальное значение плотности, вязкости, сжимаемости [1].

Оказание дополнительного теплового воздействия на топливо в самой системе топливоподачи перед форсункой положительно сказывается на его физико-механических свойствах, а также на рабочем процессе дизеля [5–8].

Основная часть. За счет высокотемпературного локального воздействия на топливопровод высокого давления объем смеси, равный объему цикловой подачи, быстро прогревается. Физико-механические характеристики топлива изменяются [6]. Процесс смесеобразования может происходить несколько иначе. Необходимо рассмотреть смесеобразование в цилиндре двигателя при его работе на активированном топливе в пределах 50–300 °С.

Результаты лабораторных исследований позволили сделать вывод о работоспособности ФД22 455.1112010-50 (форсунка закрытого типа с гидравлическим управлением подъема иглы) и соответствии основных

параметров ее работы ТУ [2]. При этом результаты исследований также визуально показали изменение основных параметров топливного факела.

Вопросу смесеобразования уделяется большое внимание. В дизельном двигателе процесс смесеобразования и сгорания совпадают по времени. Процесс смесеобразования начинается с момента поступления топлива в цилиндр двигателя и продолжается сотые доли секунды. За это время топливо должно смешаться с воздухом в камере сгорания, нагреться, испариться, пройти все необходимые подготовительные реакции для воспламенения, воспламениться и полностью сгореть. При внутреннем смесеобразовании топливно-воздушная смесь характеризуется неоднородностью, что влияет на полноту сгорания. Однородность и мелкодисперсность распыливания при смесеобразовании можно улучшить увеличением давления впрыскивания топлива, изменением геометрических параметров соплового отверстия форсунки, уменьшением вязкости топлива.

Распыливание топлива зависит от числа Вебера, которое определяется отношением сил инерции к силам поверхностного натяжения. Числовое значение критерия можно определить из выражения [3, 4]:

$$W_s = \frac{\rho \cdot d \cdot V^2}{\sigma}, \quad (1)$$

где ρ – плотность газовой среды, $\text{м}^3/\text{кг}$;

d – диаметр капли, м ;

V – скорость струи жидкости в газовой среде, $\text{м}/\text{с}$;

σ – поверхностное натяжение топлива, $\text{Н}/\text{м}$.

Тонкость распыливания характеризуется диаметром и числом капель. Большое влияние на смесеобразование оказывают форма факела распыления топлива, деструкция топливной струи в камере сгорания, равномерность распределения распыленного топлива по всей массе заряда, закон подачи топлива, форма камеры сгорания.

Большое распространение получили камеры сгорания, сконструированные в ЦНИДИ, которые благодаря своей конструкции способствуют завихрению воздуха в цилиндре, что благоприятно сказывается на смесеобразовании.

Распределение топлива в воздушном заряде в камере сгорания неравномерное. Форсунка ФД22 455.1112010-50 имеет пять отверстий. Угол конусности при цилиндрической форме соплового отверстия составляет 15° , суммарный сектор распыливания всеми топливными фа-

келами составляет 75° . Большая часть воздуха в камере сгорания труднодоступна для топливных факелов.

При работе дизеля на высокоактивированном топливе ($t = 300^\circ\text{C}$) коэффициент поверхностного натяжения и вязкость топлива резко уменьшаются. Параметры топливного факела характеризуются увеличением угла распыливания. Суммарный сектор распыливания топлива увеличивается до 250° согласно значений таблицы.

Показатели, характеризующие деструкцию факела и смесеобразование от температуры активации топлива

Показатели	ДТ без подогрева	ДТ ($t_1 = 150^\circ\text{C}$)	ДТ ($t_2 = 300^\circ\text{C}$)
Число Вебера, We	158022	280847	$1782 \cdot 10^3$
Средний диаметр капель ДТ при впрыске по Заутеру, d_{32} , мкм	26,31	19,42	4,52
Угол топливного факела, Θ , град	15	20	51
Длина топливной струи, s , мм	26,5	22,1	15

Средний объемно-поверхностный диаметр капель топлива (диаметр Заутера), характеризующий степень распыливания уменьшается в 5 раз, что свидетельствует об интенсивной деструкции топливного факела [4]. В результате впрыска происходит мелкодисперсное распыление топлива. Параметры, которые влияют на мелкость распыливания топлива, можно оценить по критерию Лапласа:

$$L_a = \frac{\sigma \cdot d_c \cdot \rho}{\eta_T^2}; \quad (2)$$

$$\eta_T = \nu_T \cdot \rho_T, \quad (3)$$

где L_a – критерий Лапласа;

d_c – диаметр соплового отверстия, м;

σ – коэффициент поверхностного натяжения топлива, Н/м;

η_T – динамическая вязкость топлива, Па · с;

ν_T – кинематическая вязкость топлива, $\text{м}^2/\text{с}$;

При мелкодисперсном распылировании скорость нагрева капли топлива ускоряется, процесс испарения и смесеобразования идет интенсивнее.

Сразу после испарения молекулы углеводородного топлива начинают очень быстро нагреваться, что приводит к частичному или полному разрушению структурной цепи углеводородной молекулы по

связи углерод – углерод. А так как в дизельном топливе содержатся тяжелые молекулы с числом атомов углерода 12–25, при достижении нужной температуры они расщепляются на более легкие углеводороды и перемешиваются с воздушным зарядом.

Дизельное топливо – это многокомпонентная, сложная по химическому составу и структуре жидкость, состоящая из различных фракций углеводородов со своими химическими свойствами. Ароматические углеводороды имеют самую высокую термическую стойкость к окислению. Часть алкановых и нафтеновых углеводородов имеют температуру перехода из жидкой фазы в газообразную в пределах 200–300 °С.

При впрыскивании подогретого дизельного топлива до 300 °С происходит практически мгновенное испарение наиболее легкокипящих компонентов ДТ в результате резкого падения давления. К тому же давление впрыска превышает критические значения для большинства углеводородов, входящих в состав дизельного топлива. При этом не происходит локального понижения температуры при впрыскивании топлива. Деструкция топливного факела при данных условиях максимальная, распыливание происходит на более мелкие фракции, повышается однородность топливо-воздушной смеси в камере сгорания, увеличивается суммарная площадь капель, уменьшается разница температур между топливом и окружающим его воздушным зарядом. Улучшаются условия смесеобразования в цилиндре двигателя.

На деструкцию струи большое значение оказывают скорость жидкости в газовой среде и глубина проникновения топливной струи:

$$v\tau = \mu_{\Phi} \sqrt{2g \frac{P_{\Phi} - P_{II}}{\rho} 10^4}, \quad (4)$$

$$s = \left(\frac{3 \cdot q_{II}}{\pi \cdot \tau g^2} \right)^{0.5}, \quad (5)$$

где P_{Φ} – среднее давление впрыскивания топлива, кг/см²;

P_{II} – среднее давление газа в цилиндре в период впрыскивания топлива, кг/см²;

μ_{Φ} – коэффициент расхода форсунки;

s – длина топливной струи, м;

q_{II} – цикловая подача топлива, г/цикл.

Смесеобразование в камере сгорания (ЦНИДИ) объемно-пленочное, определенная масса впрыснутого топлива достигает стенок

камеры сгорания. Вследствие высокой температуры стенок и вихревого движения горячего воздуха топливо испаряется, смешивается с воздушным зарядом и проходит все реакции, подготавливающие его к воспламенению.

Заключение. При впрыскивании подогретого дизельного топлива до 300 °С глубина проникновения мелкодисперсного топливного факела уменьшается, и основная часть топлива окисляется в объеме камеры сгорания. Процесс сгорания будет происходить интенсивнее за счет тонкости распыливания с меньшими значениями скорости нарастания давления. Полнота сгорания увеличивается за счет улучшения условий смесеобразования топливоздушная смеси.

На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Параметры работы дизельной форсунки на активированном топливе соответствуют ТУ. Имеет место изменение параметров топливного факела и условий смесеобразования.

2. При использовании активированного топлива улучшаются условия смесеобразования, увеличивается полнота сгорания. Процесс сгорания будет происходить интенсивнее, с меньшими значениями скорости нарастания давления. Улучшаются показатели долговечности двигателя.

3. Возможно снижение эмиссии отдельных токсических компонентов в отработавших газах, за счет лучшего смесеобразования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ассад, М. С. Продукты сгорания жидких и газообразных топлив: образование, расчет, эксперимент / М. С. Ассад, О. Г. Пенязков. – Минск: Беларус. навука, 2010. – 305 с.
2. Плотников, С. А. Исследование работы дизельной ТПА на высокоактивированном топливе / С. А. Плотников, Ш. В. Бузиков, М. В. Мотовилова // Транспортные системы. – 2019. – № 1 (11). – С. 12–18.
3. Плотников, С. А. Расчет характеристик впрыскивания при работе дизеля на активированном топливе / С. А. Плотников, П. Я. Кантор, М. В. Мотовилова // Двигателестроение. – 2020. – № 2. – С. 19–23.
4. Лышевский, А. С. Процессы распыливания топлива дизельными форсунками / А. С. Лышевский. – Москва: Машгиз, 1963. – 281 с.
5. Плотников, С. А. Анализ процесса сгорания и тепловыделения тракторного дизеля с термической подготовкой топлива / С. А. Плотников, Ш. В. Бузиков, А. Л. Бирюков // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. – № 3 (27). – С. 114–124.
6. Плотников, С. А. Прогнозирование процессов воспламенения и сгорания нагретого топлива в дизеле / С. А. Плотников, Ш. В. Бузиков, В. Ф. Атаманюк // Проблемы интенсификации животноводства с учетом пространственной инфраструктуры сельского хозяйства и охраны окружающей среды. – Фаленты-Варшава, 2012. – С. 216–220.

7. Плотников, С. А. Исследование показателей работы дизеля с термофорсированием / С. А. Плотников, Ш. В. Бузиков, В. Ф. Атаманюк // Вестник Марийского государственного университета. – 2015. – С. 39–43.

8. Плотников, С. А. Улучшение эксплуатационных показателей дизелей путем создания новых альтернативных топлив и совершенствования топливоподающей аппаратуры: автореф. дис.... д-ра техн. наук / С. А. Плотников. – Нижний Новгород: НГТУ, 2011. – 40 с.

Аннотация: В процессе эксплуатации двигателя значительное внимание уделяется вопросам его экономической работы, эмиссии отработавших газов в окружающую среду, а также улучшению процесса смесеобразования и горения.

Представлены характеристики процесса смесеобразования на активированном топливе. По результатам обоснована возможность применения данного вида топлива на стандартной ТПА с измененными условиями смесеобразования.

Ключевые слова: дизель, смесеобразование, активированное топливо, деструкция топливного факела.

УДК 621.432.3

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ РАСШИРЕНИЯ ТОПЛИВНОЙ БАЗЫ ДВС

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

С. А. ПЛОТНИКОВ², д-р техн. наук, профессор

¹УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,

Горки, Республика Беларусь;

²ФГБОУ ВПО «Вятский государственный университет»,

Киров, Российская Федерация

Введение. Использовать альтернативные топлива (АТ) на транспорте стали давно. Одновременно начались серьезные исследования и разработки в этой области. К настоящему времени исследованы свойства и возможность применения в ДВС значительного перечня нетрадиционных топлив и топливных композиций [1–3]. Разработаны рекомендации по их применению, созданы опытные образцы. Тем не менее, сегмент использования АТ на транспорте оставляет желать лучшего. Причин создавшейся ситуации несколько. И основная из них – неготовность заводов-изготовителей в выпуске линейки конструкций, предназначенных для работы на конкретном виде или составе АТ.

Если к тому же учесть, что каждая из модификаций должна отличаться собственными вариантами систем питания и топливоподачи, способами воспламенения и смесеобразования, регулировочными и эксплуатационными характеристиками, то вероятность широкого применения АТ становится еще более отдаленной.

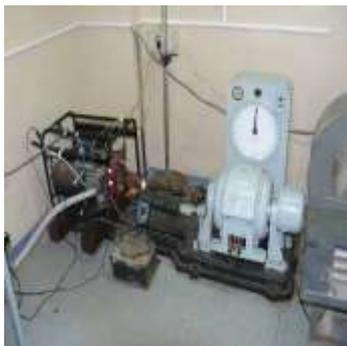
Основной целью явилось исследование способов расширения топливной базы ДВС.

Задачами исследования явилась разработка способов расширения многотопливности ДВС путем увеличения пределов применимости альтернативных топлив и топливных композиций.

Основная часть. Основными методами исследований следует считать теоретические изыскания, лабораторные опыты, моторные испытания полноразмерных дизельных и искровых двигателей.

Поисковые лабораторные опыты, теоретические исследования и анализ физико-химических свойств АТ был осуществлен в ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет» (г. Киров, Россия). Испытания ДВС в стендовых условиях проводились в УО Белорусская государственная сельскохозяйственная академия (г. Горки, Республика Беларусь) и ФГБОУ ВО «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н. В.Верещагина» (г. Вологда, Россия).

Общий вид установленного на испытательном стенде искрового двигателя (а) и дизеля (б) показан на рис. 1.



а



б

Рис. 1. Общий вид искрового двигателя и дизеля:
а – искровой ДВС DDE UP168-1; *б* – дизель Д-245

Моторные топлива, физико-химические свойства которых не отвечают требованиям действующих стандартов, можно разделить на несколько групп [4]:

- малостабильные топливные эмульсии и топливные композиции;
- утяжеленные АТ, в том числе топлива с повышенной кинематической вязкостью;
- топлива с низким цетановым числом;
- АТ со слабыми низкотемпературными свойствами;
- низкокалорийные топлива;
- другие.

Для теоретической оценки возможности достижения необходимого времени стабильности необходимо определить скорость (время) осаждения капель дисперсионной фазы в составе топливной эмульсии.

Обозначим объемы: 1 – V_3 (объем эмульсии), 2 – $V_{вс}$ (объем смеси дистиллированной воды с этанолом), 3 – $V_{дт}$ (объем дизельного топлива (ДТ)), V_0 – общий объем всего состава эмульсии.

Тогда в любой момент времени справедливо выражение:

$$V_{дт} + V_{вс} + V_3 = V_0. \quad (1)$$

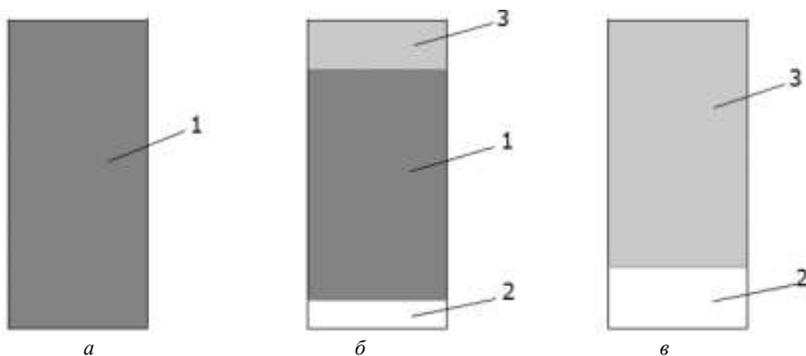


Рис. 2. Состояния эмульсии:

a – однородный состав; *б* – начало расслоения; *в* – полное расслоение

Задавая скорости изменения объемов эмульсии, ДТ и смеси со спиртом во времени, как $(V_3)_t = ce^{-k_3t}$, уравнение (1) можно представить в виде:

$$ae^{-k_1t} dt + be^{-k_2t} dt + ce^{-k_3t} dt = 0. \quad (2)$$

После преобразований окончательно получим:

$$\frac{a}{k_1} - \frac{ae^{-k_1 t}}{k_1} + \frac{b}{k_2} - \frac{be^{-k_2 t}}{k_2} + c \frac{e^{-k_3 t}}{k_3} = V_0. \quad (3)$$

Коэффициенты a , b , c соответствуют начальным значениям скоростей изменения объемов фаз, а величины k_1 , k_2 , k_3 показывают изменения скоростей этих объемов. При осаждении смеси воды со спиртом плотность начальной эмульсии начнет приближаться к значению плотности ДТ. Следовательно, можно определить, в какой момент времени объем эмульсии будет равен нулю, иначе говоря, подсчитать время ее физической стабильности [5].

С целью увеличения пределов применяемости высоковязких или утяжеленных топлив желательно точно знать химическую природу добавок, способных снижать их вязкость.

Для описания зависимости вязкости смеси от концентрации компонент иногда используется экспоненциальная аппроксимация, которая дает удовлетворительное совпадение с экспериментом.

В результате обработки данных кинематической вязкости смесей ДТ с рапсовым маслом установлено, что зависимость вязкости ν от присутствия масла в смеси описывается квадратичной зависимостью:

$$\nu = \nu_0 + ac + bc^2, \quad (4)$$

где $\nu_0 = 4,524$, $a = 96,54 \cdot 10^{-3}$ и $b = 3,407 \cdot 10^{-3}$ (ν – в сантистоксах, c – в процентах).

В случае использования мольной доли χ рапсового масла в смеси результаты описываются линейной зависимостью:

$$\nu = 4,17 + 69,24 \chi, \text{ сСт.} \quad (5)$$

Для выявления степени влияния различных физических факторов на вязкость смеси нами была проведена экспериментальная оценка энергии активации E вязкого течения. С этой целью исследовалась зависимость вязкости от температуры. Обнаружена некоторая тенденция к повышению энергии активации с увеличением концентрации примесей в растворе, что может быть связано с наличием дополнительного диполь-дипольного притяжения полярных фрагментов молекул масла и присадки.

Данные теоретического анализа и лабораторных исследований [6] подтверждают указанный путь расширения пределов применяемости высоковязких и утяжеленных топлив.

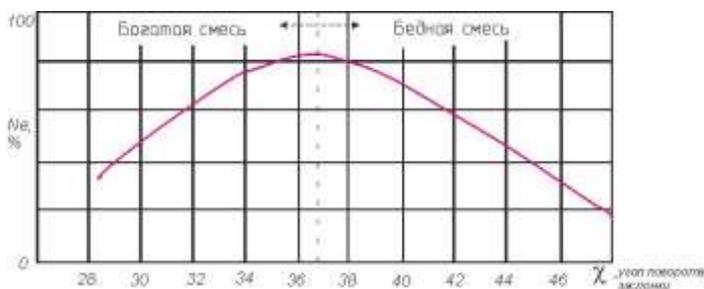


Рис. 3. Влияние угла поворота заслонки на количественное и качественное регулирование состава смеси

Для эффективной работы искрового ДВС с добавкой генераторного газа (ГГ) необходима однородная смесь, которую создает смеситель.

Но, обычно характеристики смешивания почти не влияют на величину развиваемой двигателем мощности, основное влияние оказывает дозирование подачи. Дозирование ГГ и воздуха в смесителях осуществляется заслонками. Изменяя положение дроссельной и воздушной заслонок, можно влиять на мощность двигателя как количественным, так и качественным путем (рис. 3). Для получения постоянного заданного значения качественного состава необходимо соединить дроссельную и воздушную заслонку. При этом будет наблюдаться линейная зависимость углов открытия воздушной и дроссельной заслонок.

Для обогащения смеси или ее обеднения требуется нелинейная зависимость проходного сечения воздушной заслонки от угла ее поворота. Это возможно достичь, применяя эллиптическую передачу с гибкой нарастающей связью в приводе заслонок (рис. 4).

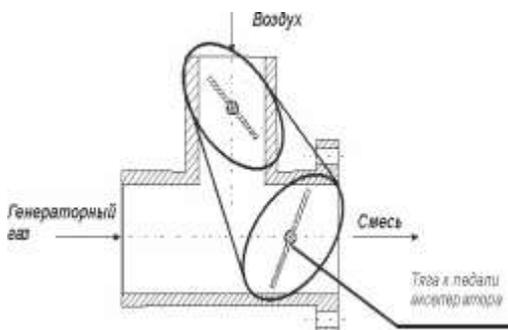


Рис. 4. Соединение дроссельной и воздушной заслонки

Задавая соотношение радиусов эллипсов, радиальный эксцентриситет, их начальное взаимное положение эллипсов, можно получить различный качественный состав смеси при различных углах открытия дроссельной заслонки.

Разработка аналитической модели перемещения заслонок при их соединении эллиптической передачей позволяет вычислить взаимную зависимость углов поворота заслонок.

Обозначим взаимосвязь между углами α и φ поворота эллипсов, как функцию:

$$\alpha = f(\varphi). \quad (6)$$

Тогда угловая скорость ведомого эллипса может быть найдена как:

$$w = \frac{d\alpha}{dt}. \quad (7)$$

Или в полярных координатах:

$$w = \frac{d(f(\varphi))}{dt} = \frac{d\alpha}{d\varphi} \cdot \frac{d\varphi}{dt} = \frac{d\alpha}{d\varphi} \cdot w' \quad (8)$$

После преобразований взаимосвязь $\alpha = f(\varphi)$ принимает вид:

$$\int_0^{\varphi} \frac{dx}{\sqrt{(R_1)^2 \cdot \sin^2 x + (R_2)^2 \cdot \cos^2 x}} = \int_0^{\alpha} \frac{dx}{\sqrt{(R_1)^2 \cdot \cos^2 x + (R_2)^2 \cdot \sin^2 x}} \quad (9)$$

– Задаем диапазон для углов φ : $0^\circ, 1^\circ \dots 90^\circ$ с нужным шагом, значения углов принимаем в радианах.

– Задаем диапазон для углов α : $0^\circ, 1^\circ, \dots 90^\circ$ с тем же шагом.

– Для заданных значений углов α и φ вычисляем значения интегралов для левой и правой части формулы (9). Углы α и φ , при которых значения интегралов совпадут – искомые.

– Составляем таблицу совпавших углов: $\alpha_1 \Rightarrow \varphi_1, \alpha_2 \Rightarrow \varphi_2, \alpha_3 \Rightarrow \varphi_3, \dots \alpha_n \Rightarrow \varphi_n$, задавая значения функции таблично.

Таким образом, можно определить, каков должен быть угол поворота для ведущего эллипса, чтобы получить необходимый угол поворота ведомого эллипса.

Заключение. 1. Расширение пределов применимости альтернативных топлив и топливных композиций путем адаптации их физико-

химических свойств к свойствам ДТ повышает многотопливность и расширяет топливную базу ДВС.

2. В результате проведенных исследований найдены показатели определения пределов применяемости альтернативных топлив и топливных композиций.

3. Теоретически подтверждена возможность применения в серийных ДВС топлив и топливных композиций с существенными отличительными свойствами.

4. Предложенная аналитическая математическая модель движения заслонок позволяет численно установить взаимную зависимость углов поворота заслонок, обеспечивая требуемый качественный состав смеси при различных углах открытия дроссельной заслонки.

ЛИТЕРАТУРА

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

2. Плотников, С. А. Улучшение эксплуатационных показателей дизелей путем создания новых альтернативных топлив и совершенствования топливоподающей аппаратуры.: автореф. Дисс. ... д-ра техн. наук / С. А. Плотников. – Нижний Новгород, 2011.

3. Альтернативные виды топлива для двигателей: монография / А. Н. Карташевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2013. – 376 с.

4. Терентьев, Г. А. Моторные топлива из альтернативных сырьевых ресурсов / Г. А. Терентьев, В. М. Тюков, Ф. В. Смаль. – Москва: Химия, 1989. – 272 с.

5. Плотников, С. А. Расчет стабильности этанола-топливной эмульсии для применения в дизелях / С. А. Плотников, Г. П. Шишкин, М. В. Смольников // Двигателестроение. – 2019. – № 1. – С. 24–27.

6. Исследование моторных свойств смесей дизельного топлива с рапсовым маслом. / С. А. Плотников [и др.] // Труды НГТУ им. П. Е. Алексеева. – 2018. – № 2 (121). – С. 169–174.

7. Плотников, С. А. Исследование кинематики смесительных устройств генераторного газа и бензина / С. А. Плотников, А. С. Зубакин, Ю. А. Плотникова // Известия МГТУ «МАМИ». – 2020. – № 1 (43). – С. 73–79.

7. Plotnikov, S. A. Composition research of generator gas for application as motor fuel / S. A. Plotnikov, A. L. Biryukov, A. S. Zubakin // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – № 012023. – P. 695/ DOI: 10.1088/1757-899X/695/1/012023.

Аннотация: Использование альтернативных топлив на транспорте началось сравнительно давно. Одновременно начались серьезные исследования и разработки в этой области. К настоящему времени исследованы эксплуатационные свойства и возможность применения в ДВС значительного количества нетрадиционных топлив и топливных композиций. Разработаны рекомендации по их применению, созданы

опытные образцы ДВС и их систем. Тем не менее, объем использования альтернативных топлив на транспорте невелик. Причин создавшейся ситуации несколько. В качестве основной следует считать неготовность заводов-изготовителей в выпуске значительного количества модификаций ДВС, предназначенных для работы на конкретном виде или составе нетрадиционного топлива. Следует учесть, что каждая из модификаций должна отличаться собственными вариантами систем питания и топливоподачи, способами воспламенения и смесеобразования, регулировочными и эксплуатационными характеристиками. Наиболее целесообразным вариантом решения проблемы может быть разработка способов расширения многотопливности ДВС путем увеличения пределов применяемости альтернативных топлив и топливных композиций, что также позволит существенно расширить топливную базу двигателей, находящихся в эксплуатации.

Ключевые слова: Двигатель, альтернативное топливо, физико-химические свойства, многотопливность, эффективные показатели.

УДК 623.427.422:621.433

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЯГОВОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА ПРИ РАБОТЕ НА СМЕШАННОМ ДИЗЕЛЬНО-ГАЗОВОМ ТОПЛИВЕ

П. Ю. МАЛЫШКИН, ст. преподаватель
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Трактор (новолат. *tractor*, от лат. *traho* – тяну) самодвижущаяся (гусеничная или колесная) машина, выполняющая сельскохозяйственные, дорожно-строительные, землеройные, транспортные и другие работы в агрегате с прицепными, навесными или стационарными машинами (орудиями) [1]. Применение газового топлива, для питания силовой установки трактора, имеющего существенно разные физико-химические свойства по отношению к традиционному дизельному, неизбежно окажет влияние на изменение топливно-экономических, экологических и других показателей колесного трактора.

Основная часть. Движение машинно-тракторного агрегата сопровождается непрерывным воздействием движущей силы и сумме сил сопротивления. При достаточном сцеплении движителей с почвой движущей силой является касательная сила тяги [2, 3].

Касательная сила тяги P_k трактора прямо пропорциональна крутящему моменту двигателя и определяется по выражению:

$$P_k = \frac{M_k i_{тр} \eta_{тр}}{10^3 r_k} = A_j M_k, \quad (1)$$

где M_k – крутящий момент двигателя, Н м;

$i_{тр}$ – передаточное число трансмиссии;

$\eta_{тр}$ – КПД трансмиссии;

r_k – радиус качения ведущего колеса трактора, м;

A_j – масштабный коэффициент, зависящий от выбранной передачи.

Тягово-сцепные качества колесного сельскохозяйственного трактора в основном характеризуются весом трактора, числом ведущих колес, рабочими характеристиками колес, параметрами шин (размерами, конструкцией каркаса и протектора, а также внутренним давлением в них), [4, с. 369] и проявляются при взаимодействии их с грунтом (почвой). При этом тракторы работают в условиях резко изменяющейся нагрузки, носящей колебательный характер. В сущности, она является не стационарной случайной функцией времени. Колебание нагрузки вызывают волнистость рельефа, изменение состава, влажности, твердости и структуры почвы, неравномерность развития и густоты растений, скопление пожнивных остатков, изменение условий и режимов выполнения технологических процессов, чередование рабочих ходов и разворотов и т. п.

Однако сопротивление движению машинно-тракторных агрегатов может изменяться на 10...50 % от некоторого среднего значения с частотой изменения от одного раза в несколько минут до 20...30 раз в минуту [5, с. 15–16]. Для упрощения расчетов принято считать, что сила сопротивления движения машины $P_{кр}$ (тяговое усилие на крюке) изменяется по гармоническому закону [6, с. 302]:

$$P_{кр} = (P_{кр. ср} + P_a \sin \omega t), \quad (2)$$

где $P_{кр}$ – сила сопротивления движения машины, Н;

$P_{кр. ср}$ – среднее значение силы на крюке, Н;

P_a – амплитуда колебаний силы на крюке, т. е. максимальное отклонение значения силы на крюке за период, Н;

$\omega = 2 \pi f$ – угловая частота изменения силы на крюке.

f – частота колебаний силы тяги, $f = 1 \dots 10$ Гц [6, с. 303].

Удельный крюковой расход топлива на единицу тяговой мощности $g_{кр}$ определяется зависимостью [7]:

$$g_{\text{кр}} = 10^3 \frac{G_{\text{дт}}}{N_{\text{кр}}}, \text{ г/кВт} \cdot \text{ч}, \quad (3)$$

где $N_{\text{кр}}$ – тяговая (крюковая) мощность трактора, кВт.

$G_{\text{дт}}$ – часовой расход дизельного топлива, кг/ч.

Суммарный удельный крюковой расход топлива $g_{\text{кр}\Sigma}$ определяется по выражению:

$$g_{\text{кр}\Sigma} = 10^3 \frac{G_{\text{дт}} + G'_{\text{гт}}}{N_{\text{кр}}}, \text{ г/кВт} \cdot \text{ч}, \quad (4)$$

где $G'_{\text{гт}}$ – часовой расход газового топлива, кг/ч.

Тяговая мощность трактора определяется зависимостью:

$$N_{\text{кр}} = \frac{P_{\text{кр}} \cdot v_{\text{д}}}{3,6}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}, \quad (5)$$

где $v_{\text{д}}$ – действительная скорость движения трактора, км/ч.

Относительная величина буксования δ движителей определяется зависимостью [7]:

$$\delta = \left(1 - \frac{n'_o}{n_o} \right), \%, \quad (6)$$

где n'_o , n_o – частота вращения ведущего колеса соответственно при движении трактора без нагрузки и с нагрузкой на крюке при одной и той же длине гона, мин^{-1} .

Изменение тяговых показателей колесного трактора при применении сжиженного газового топлива можно оценить по тяговой характеристике. Для построения тяговой характеристики (рис. 1) создавался машинотракторный агрегат, состоящий из колесного трактора «Беларус-922» с динамометрической сцепкой, измерительным усилителем Spider 8 и трех корпусного плуга ПЛН-3-35.

Испытания проводились на опытном поле «Тушково» Горецкого района через 7 дней после укоса клевера и уборкой его на сено, при влажности почвы – 18,2 %, уклоне поля – менее 0,3°, твердости почвы – 201,1 Н/см². Загрузка трактора осуществлялась путем изменения глубины обработки почвы плугом в пределах 0,2–0,3 м.

Трактор работал на 2-й и 3-й передачах первого диапазона с включенным (2рIв, 3рIв) и выключенным мультипликатором (3рIн).

Подача газового топлива марки ПБА осуществлялась отдельной газовой системой питания во впускной коллектор дизеля с учетом исследований [8, 9], при среднем эффективном давлении в цилиндре дизеля

более 0,7 МПа. При этом, дизельное топливо (ДТ) смешивается с газовойоздушной смесью в цилиндре двигателя и обеспечивает замещение ДТ, и в результате расход ДТ $G_{ДТ}$ снижается до 26 % в зависимости от режима работы дизеля и тягового усилия на крюке. Отметим, что с повышением тягового усилия расход газового топлива $G'_Г$ увеличивается, но не превышает 3,4 кг/ч. При этом суммарный удельный крюковой расход топлива $g_{кр\Sigma}$ (ДТ и ГТ) снижается на 3–5 г/кВт·ч при работе на смешанном дизельно-газовом топливе (СДГТ).

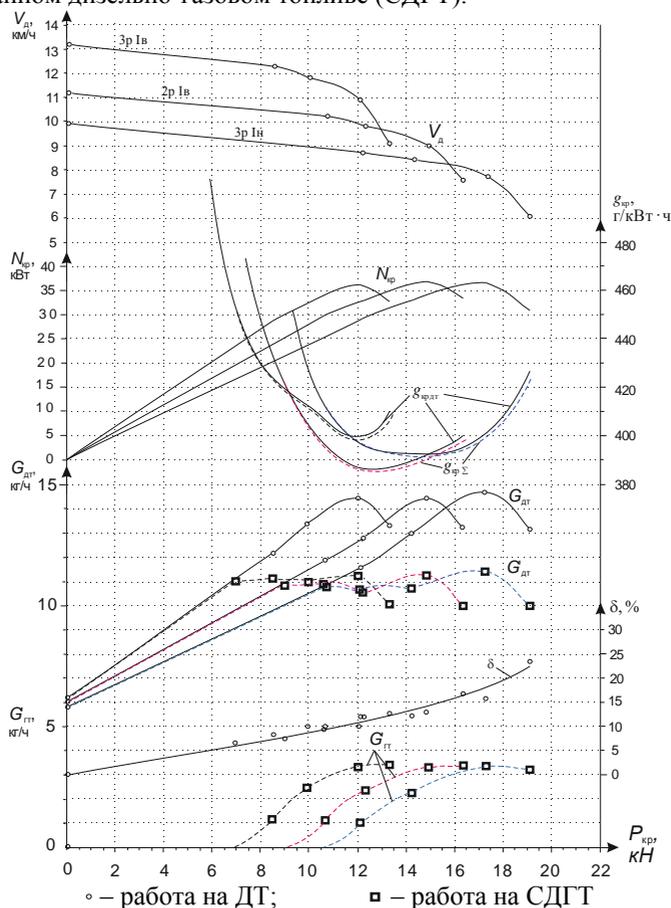


Рис. 1. Тяговая характеристика колесного трактора «Беларус-922» с плугом ПЛН-3-35 на СДГТ

При увеличении тягового усилия рабочая скорость движения V_p снижается из-за увеличения относительной величины буксования δ двигателей до 23,8 % при максимальном тяговом усилии $P_{кр} = 19,03$ кН созданным плугом в заданных условиях работы при заглублении корпусов на 32 см.

Заключение. Работа колесного трактора на смешанном дизельно-газовом топливе позволила снизить суммарный удельный крюковой расход топлива на 3–5 г/кВт·ч, по отношению к работе на дизельном топливе, при сохранении тяговой мощности. Часовой расход дизельного топлива снижается с 14,3–14,7 до 11,2–11,4 кг/ч на номинальном режиме, за счет замещения его газовым.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тракторы. Теория: учебник / В. В. Гуськов [и др.]. – Москва: Машиностроение, 1988. – 376 с.
2. Скотников, В. А. Основы теории и расчета трактора и автомобиля / В. А. Скотников, А. А. Машенский, А. С. Солонский. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 383 с.
3. Чудаков, Д. А. Основы теории и расчета трактора и автомобиля / Д. А. Чудаков. – Москва: Колос, 1972. – 384 с.
4. Автомобильный справочник: пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 992 с.
5. Тракторы. Проектирование, конструирование и расчет: учебник / И. П. Ксеневич, [и др.]. – Москва: Машиностроение, 1991. – 544 с.
6. Барский, И. Б. Конструирование и расчет тракторов: учебник. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 1980. – 335 с.
7. ГОСТ 24055–2016. Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки. – Москва: Стандартинформ, 2017. – 27 с.
8. 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.
9. Исследования тракторного дизеля при подаче газа с использованием планирования эксперимента / П. Ю. Малышкин [и др.] // Вестник БГСХА. – 2019. – № 2. – С. 239–243.

Аннотация. В статье приведены результаты натурных исследований колесного трактора тягового класса 1,4, оборудованного системой подачи газового топлива во впускной коллектор, условия и методика проведения испытаний. Выполнен анализ эксплуатационных показателей трактора и представлены зависимости для определения суммарного удельного крюкового расхода топлива.

Ключевые слова: тяговая характеристика, смешанное дизельно-газовое топливо, тяговое усилие на крюке, суммарный удельный крюковой расхода топлива.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ТОПЛИВА ДЛЯ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ

Г. М. КУХАРЕНОК, д-р техн. наук, профессор
Е. Д. ПЕТУХОВИЧ, студент
УО «Белорусский национальный технический университет»,
Минск, Республика Беларусь

Введение. Спектр возобновляемых альтернативных видов топлива, применяемых, для автотракторной техники в настоящее время довольно широк – это топлива на основе растительных масел, диметиловый эфир, спирты, природный и биогаз. Каждый из этих видов топлива в большей или меньшей степени отличается по своим свойствам от традиционного дизельного. Эти изменения вызывают необходимость адаптации существующих дизельных двигателей и их топливных систем к новым видам топлива [1].

Основная часть. Растительные масла. В мировой практике сложилось два основных направления по применению топлив из растительных масел: приближение свойств масел к свойствам ДТ и адаптация дизельного двигателя к применяемым топливам. Свойства растительных масел, в основном, изменяют за счет их переработки в эфиры, что с энергетической точки зрения является невыгодным. Предпринимаются и другие попытки приблизить свойства растительного масла к свойствам нефтяного ДТ, например, с помощью различных присадок.

В качестве моторного топлива в мировой практике использовались различные растительные масла: арахисовое, хлопковое, соевое, подсолнечное, рапсовое, кокосовое, пальмовое. В Европе наиболее перспективными считают топлива, полученные из рапсового масла, так как рапс относительно зимостоек и неприхотлив при выращивании. США является ведущей страной, производящей соевое масло. В странах Азии имеются большие сырьевые ресурсы соевого и арахисового масел. Для России перспективным представляется использование подсолнечного масла.

Результаты исследований по испытанию дизелей на растительных маслах противоречивы по влиянию альтернативных топлив на показатели работы дизелей.

Исследования фирмы John Deere работы одноцилиндрового дизеля с неразделенной камерой сгорания на арахисовом и подсолнечном

маслах свидетельствуют о повышении мощности дизеля на 6 % и удельного расхода топлива на 20 %, при этом термический КПД снижается [2].

Сравнительные испытания работы одноцилиндрового дизеля на ДТ и четырех растительных маслах – подсолнечном, хлопковом, соевом и полученным из семян ореха, проведенные группой исследователей показали, что индикаторный КПД при работе дизеля на растительных маслах несколько выше, чем при работе на ДТ.

При сравнительных испытаниях ДТ, хлопкового масла, подсолнечного масла, и метиловых эфиров этих масел на одноцилиндровом дизеле Avco-Bernard с неразделенной КС было отмечено увеличение индикаторного КПД дизеля при работе на растительных маслах по сравнению с ДТ. Переход работы двигателя с ДТ на растительные масла сопровождался увеличением содержания NO_x и альдегидов в ОГ.

Испытания, проведенные на одноцилиндровом дизеле Komatsu 10–105 показали увеличение КПД и снижение эмиссии NO_x и дымности ОГ при замене ДТ на растительное масло (сурепное и пальмовое масло).

Исследовалось изменения дымности ОГ одноцилиндровых дизелей с предкамерой и неразделенной КС при использовании ДТ с добавлением арахисового, соевого и хлопкового масел в количестве 10 и 25 %. Для всех режимов работы на смесевых топливах по сравнению с чистым ДТ наблюдалось более чем 50 % увеличение дымности.

При работе на топливе, содержащем 100 % растительных масел, эффективный КПД снижается в дизелях обоих типов, причём наиболее существенное снижение отмечено при использовании арахисового масла и достигло более 14 % [3].

Растительные масла имеют повышенную вязкость по сравнению с ДТ поэтому показатели впрыска топлива у них значительно хуже. Однако снизить вязкость возможно путем подогрева масел.

Метиловый эфир рапсового масла. Метиловый эфир – это топливо по своим характеристикам наиболее близко к ДТ. МЭРМ или биодизель хорошо смешивается с дизельным топливом [3].

Биодизель – это эфиры соответствующих масел, которые используются как дизельное топливо. Метиловый эфир обычно получают методом известным как «трансэфиризация». В процессе реакции для получения 1 т метилового эфира расходуется 980 кг масла, 125 кг метилового спирта, 14,2 кг катализатора.

Метиловый эфир может подаваться в двигатель как в чистом виде, так и в смеси с ДТ через штатную топливopодающую систему. Необ-

ходима лишь замена некоторых уплотнительных материалов, к которым эфир агрессивен. По сравнению с дизельным топливом МЭРМ имеет ряд достоинств: высокое цетановое число, высокую температуру вспышки, лучшие смазывающие свойства.

Однако он имеет и ряд недостатков: низкая стабильность при хранении, отрицательное влияние на моторное масло. Метилловый эфир растворяет лакокрасочные покрытия и резину.

Диметилловый эфир (ДМЭ). В нормальных условиях диметилловый эфир – это газ с запахом хлороформа. Он не вреден для озонового слоя, так как легко разрушается в тропосфере. Также является относительно инертным, бескоррозионным, неконцерогенным газом. Получают ДМЭ в основном из природного газа, но возможно и из биомассы. По своим свойствам близок к пропан-бутановой смеси (за исключением цетанового числа [4].

Для подачи ДМЭ в цилиндры двигателя требуется модернизация топливной системы: вместо топливного бака используется баллон, топливная система должна быть полностью герметична, требуется увеличение емкости заправляемых баллонов в 1,6 раза. Подавать ДМЭ в дизель можно отдельно или в виде смеси с ДТ. Также эфир может смешиваться с топливами, имеющими низкое цетановое число, такими как метанолом, этанолом и метаном или выступать инициатором горения последних.

ДМЭ более экологически чистое топливо, чем дизельное. При его сгорании не происходит выделения твердых частиц на всех режимах работы дизеля.

Это связано с высоким содержанием кислорода в топливе (около 35 %) и отсутствие связей углерод-углерод. Также снижается содержание NO_x в ОГ в 3–4 раза. Наблюдается увеличение выбросов угарного газа CO и углеводородов C_nH_m . КПД дизеля остается на уровне эксплуатации на ДТ.

Недостатками ДМЭ является то, что он имеет более низкое значение теплоты сгорания, чем дизельное топливо, поэтому необходимо увеличение производительности ТНВД, чтобы подать ДМЭ по массе в 1,6 раз больше. ДМЭ обладает большей сжимаемостью, чем ДТ, что также негативно влияет на работу топливной аппаратуры. ДМЭ химически агрессивен по отношению к уплотняющим материалам и деталям, выполненным из пластмассы. Низкие смазывающие свойства ДМЭ увеличивают вероятность задиров или требуется добавление в него специальной присадки «Любризол 459А» [5].

Спирты. К спиртовым топливам можно отнести метанол и этанол. Они получили наибольшее распространение в качестве моторного топлива и хорошо зарекомендовали себя при использовании в качестве добавок к ДТ.

Проблемой применения спиртов как топлива для дизелей являются их низкие цетановые числа и более чем в 4 раза высокой теплотой парообразования по сравнению с дизельным топливом, что приводит к большой продолжительности задержки воспламенения, а также к затруднению пуска дизеля. Помимо указанных выше недостатков использование спиртов в дизелях затрудняется из-за их плохих смазывающих свойств, что ведет к повышенному износу топливной аппаратуры. В связи с высокой коррозионной активностью элементы топливной системы двигателя, изготовленные из легких сплавов и неметаллических материалов, должны быть заменены [4].

Просто заменить ДТ на спирт в штатной топливной системе дизеля невозможно. Необходимо компенсировать изменение свойств этих топлив. В настоящее время исследователями выделены разнообразные способы применения спиртов в качестве топлив для дизелей: растворы и эмульсии спиртов в дизельном топливе; карбюрирование или впрыскивание спирта во впускную систему, а дизельного топлива в цилиндр; впрыскивание спирта и запального топлива в цилиндр; конвертация дизеля в двигатель с внешним смесеобразованием и принудительным зажиганием; впрыскивание спирта с присадкой, повышающей цетановое число.

При использовании эмульсии метилового спирта в ДТ наблюдается снижение содержания твердых частиц в ОГ дизеля, что является следствием повышенного содержания кислорода в спирте. При использовании спирта температура отработавших газов снижается, соответственно уменьшаются выбросы NO_x . Содержание CO остается на уровне работы на ДТ. Наблюдается незначительное повышение CO_2 и C_nH_m . Так же спиртам при сгорании свойственны повышенные выбросы альдегидов (формальдегиды для метанола и альдегиды для этанола). Но тем не менее спирты возможно получать из возобновляемых источников и они расширяют спектр топлив для дизелей.

Биогаз. Смесь метана и диоксида углерода при наличии небольшого количества других газов называют биогазом. Получают биогаз практически из любых отходов (солома, зерно, отходы жизнедеятельности животных, силос, подстилка для скота, пищевые и другие отходы ферм, твердые бытовые отходы, отходы предприятий, перерабаты-

вающих сельскохозяйственную продукцию). В результате переработки в биогаз отходов сельского хозяйства и других отраслей промышленности можно дополнительно получить до 10 % производимой в мире энергии [5, 6].

В качестве моторного топлива для ДВС используют биометан полученный из биогаза. Для хранения на борту автомобиля биометан сжимают до 20–40 МПа или сжижают. Сжижать газ наиболее перспективно. Состав сжиженного биометана и сжиженного природного газа практически одинаковы (95–98 % метана). По показателям работы двигателя и используемому газобаллонному оборудованию биометан ничем не отличается от природного газа.

При применении биометана в качестве топлива для дизелей снижаются дымность и выбросы CO и NO_x с ОГ. Но в связи с низким cetановым числом и соответственно плохой воспламеняемостью возникают значительные трудности при организации рабочего процесса.

Для организации рабочего процесса в дизеле с использованием биометана требуется применение двойной системы топливopодачи в которой порция газа воспламеняется с помощью запальной порции дизельного топлива. При этом замещается от 80 до 100 % ДТ.

Заключение. Альтернативные топлива могут стать реальными конкурентами дизельному топливу.

Их применение для автотракторной техники является в настоящее время особенно актуальным из-за острой необходимости защиты окружающей среды, при их использовании происходит меньше выбросов в атмосферу окислов азота и твердых частиц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карташевич, А. Н. Двигатели внутреннего сгорания. Основы теории и расчета: учеб. пособие / А. Н. Карташевич, Г. М. Кухаренок. – Горки: БГСХА, 2011. – 312 с.
2. Карташевич, А. Н. Использование смесевых топлив на основе рапсового масла для сельскохозяйственных тракторов: монография / А. Н. Карташевич, В. С. Товстыка. – Горки: БГСХА, 2012. – 210 с.
3. Карташевич, А. Н. Применение топлив на основе рапсового масла в тракторных дизелях: монография / А. Н. Карташевич, С. А. Плотников, В. С. Товстыка. – Киров: Авангард, 2014. – 144 с.
4. Карташевич, А. Н. Применение этанолсодержащих топлив в дизеле (часть 1) / А. Н. Карташевич, С. А. Плотников, Г. Н. Гурков. – Киров, 2011. – 115 с.
5. Карташевич, А. Н. Возобновляемые источники энергии / А. Н. Карташевич, В. С. Товстыка. – Горки: БГСХА, 2007. – 261 с.
6. Альтернативные виды топлива для двигателей: монография / А. Н. Карташевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2013. – 376 с.

Аннотация. Спектр возобновляемых альтернативных видов топлива, применяемых, для автотракторной техники в настоящее время довольно широк – это топлива на основе растительных масел, диметиловый эфир, спирты, природный и биогаз. Каждый из этих видов топлива отличается по своим свойствам от традиционного дизельного. Эти изменения вызывают необходимость адаптации существующих дизельных двигателей и их топливных систем к новым видам топлива.

Приводятся основные характеристики альтернативных видов топлив, их преимущества и недостатки. Их применение для автотракторной техники является в настоящее время особенно актуальным из-за острой необходимости защиты окружающей среды, при их использовании происходит меньше выбросов в атмосферу окислов азота и твердых частиц.

Ключевые слова: топливо, автотракторная техника, растительные масла, диметиловый эфир, спирты, природный и биогаз, окислы азота, твердые частицы.

УДК 621.432.3

БЕЗМОТОРНЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТОПЛИВ

С. А. ПЛОТНИКОВ¹, д-р техн. наук, профессор

П. В. ГНЕВАШЕВ¹, аспирант

А. Н. КАРТАШЕВИЧ², д-р техн. наук, профессор

¹ФГБОУ ВПО «Вятский государственный университет»,

Киров, Российская Федерация;

²УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,

Горки, Республика Беларусь

Введение. Альтернативное моторное топливо состоит из большого количества индивидуальных углеводородов и других соединений. Основными составляющими топлива являются парафиновые, наftenовые и ароматические углеводороды. Для улучшения качества топлива в него добавляют присадки [1, 2]. Каждый компонент вносит свой вклад в эксплуатационные характеристики топлива. Многокомпонентность моторных топлив является главной трудностью при разработке методов контроля их характеристик.

Детонационная стойкость (октановое число) или воспламеняемость (цетановое число) топлива регламентированы ГОСТ 511–82,

ГОСТ 8226–82, ГОСТ 4338–91 и ГОСТ 3122–67. Для этого используют одноцилиндровые двигательные установки ИТ9-3М, ИДТ-69, установки WaukeshaSER F1 или F5.

Эти стандартные методы сложные, дорогостоящие и требуют много времени для проведения одного анализа. Другие характеристики топлива как, например, долю ароматических составляющих определяют сложным хроматографическим методом по ГОСТ 29040–91. Во всем мире ведутся поиски приемлемых экспрессных методов оценки эксплуатационных свойств альтернативных топлив.

Рассмотрим существующие методы экспресс оценки эксплуатационных свойств дизельных топлив.

Основная часть. Основные показатели качества дизельного топлива: цетановое число, содержание серы, теплота сгорания и другие, в настоящее время оцениваются путем сжигания с последующим анализом продуктов сгорания. Процесс сгорания сжигания исключает возможность оперативного контроля топлива непосредственно на технологической установке, бензоколонке, нефтебазе, в технологической трубе и топливном баке транспортного средства.

Наряду с химическими и физико-химическими методами определения качества нефтепродуктов, используются современные физические методы. Однако ни один из современных методов не позволяет с исчерпывающей полнотой определить показатели качества топлива. Лишь комбинируя методы определенным образом, можно решить эту задачу. Перспективным направлением разработки приборов, с точки зрения оперативного контроля, является электромагнитная техника, объединяющая в себе электродинамику, оптоэлектронику, спектрометрию [3], а также акустику и магнитооптику, не применяющиеся в настоящее время при исследовании топлива.

За основу для разработки анализаторов и измерительных комплексов принимают корреляционные зависимости, связывающие величину эксплуатационного или потребительского свойства топлив с их физико-химическими характеристиками.

В настоящее время известно несколько разработок, позволяющих определять воспламенительные характеристики топлив без сжигания. Ведущим в этой области исследований является Самарский государственный аэрокосмический университет им. С. П. Королева (СГАУ) [1]. Сотрудниками СГАУ созданы и запатентованы несколько устройств, связанных с определением цетанового числа дизельных

топлив. В основу приборов положена зависимость, связывающая диэлектрическую проницаемость ϵ с цетановым числом Z (рис. 1).

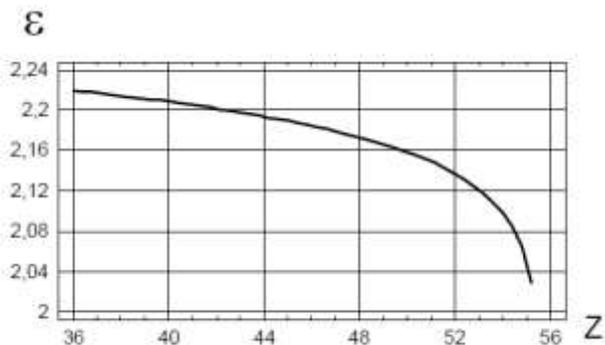


Рис. 1. Зависимость относительной диэлектрической проницаемости ϵ дизельного топлива от цетанового числа Z при температуре 20 °С (по данным [3])

Ниже рассмотрен метод оценки цетанового числа по измерению двух оптических характеристик дизельных топлив – величины магнитного двулучепреломления и показателя преломления n_D^{20} [4, 5]. Соответствующие зависимости показаны на рис. 2.



Рис. 2. Корреляционная связь цетановых чисел Z основных групп углеводородов с показателем преломления n_D^{20}

Цетановое число индивидуальных алкилбензолов практически не зависит от их показателя преломления, что может быть учтено введением в корреляционное соотношение для описания их цетанового чис-

ла магнитооптического бензольного индекса BIN , который убывает с ростом цепи алкильного заместителя при фенильном кольце.

В работе [6] была установлена корреляционная зависимость цетанового числа от анилиновой точки, имеющая удовлетворительные статистические характеристики и для получения которой были использованы данные по 257 образцам дизельных топлив.

Коэффициент корреляции ее составил $r = 0,903$, при стандартной ошибке прогнозирования в $\pm 1,6$ цетановые единицы.

Поскольку анилиновые точки и магнитооптические бензольные индексы взаимосвязаны, то для описания цетановых чисел было использовано простое линейное соотношение:

$$Z = A + B \cdot BIN + C n_D^{20}. \quad (1)$$

Следует заметить, что, хотя показатель преломления n_D^{20} и содержит вклад ароматических углеводородов, введение в корреляционное соотношение (1) дополнительно магнитооптического бензольного индекса BIN , зависящего только от содержания ароматических углеводородов, позволяет посредством варьирования соотношения между коэффициентами перед n_D^{20} и BIN управлять оценками вкладов в то или иное эксплуатационные свойство парафинафтеновых и ароматических углеводородов. На рис. 3 представлена корреляционная связь цетановых чисел Z с бензольным индексом и показателем преломления дизельных топлив.

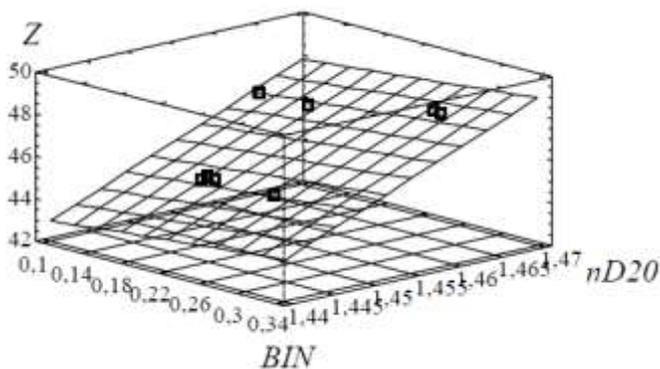


Рис. 3. Корреляционная связь цетановых чисел Z с бензольным индексом и показателем преломления дизельных топлив

Заключение: В соответствие с вышеизложенным можно предположить, что существуют аналогичные корреляционные зависимости цетанового числа Z от диэлектрической проницаемости ϵ , от показателя угла преломления n_D^{20} , бензольного индекса BIN и др. для альтернативных топлив на базе смеси дизельного топлива с растительными масла или спиртами.

На основании вышеизложенного делаем выводы:

1. Перспективным исследованием в области применения альтернативных видов топлива является безмоторная оценка их эксплуатационных свойств с помощью физико-химических экспресс-методов.

2. Применение физико-химических экспресс-методов существенно снизит трудоемкость определения моторных свойств альтернативных топлив.

ЛИТЕРАТУРА

1. Плотников, С. А. Улучшение эксплуатационных показателей дизелей путем создания новых альтернативных топлив и совершенствования топливоподающей аппаратуры: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / С. А. Плотников. – Нижний Новгород: НГТУ, 2011. – 40 с.

2. Расширение многотопливности автотракторного дизеля при использовании альтернативных топлив / С. А. Плотников [и др.] // Известия МГТУ «МАМИ». – 2019. – № 3 (41). – С. 66–72

3. Скворцов, Б. В. Электрофизические устройства контроля качества углеводородных топлив / Б. В. Скворцов. – Самара: Изд-во Самарского гос. аэрокосм. ун-та им. акад. С. П. Королева. 2000. – 264 с.

4. Николаев, В. Ф. / В. Ф. Николаев, И. Р. Кутушев, А. К. Хамедзянов // Вестник Казан. технол. ун-та. – 2003. – № 2. – С. 302–313.

5. Электромеханические и внутрикамерные процессы в энергетических установках, струйная акустика и диагностика, приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий. / И. Р. Кутушев [и др.] // Сборник материалов XV Всероссийской межвузовской конференции. – Ч. II. – Казань: Михайловский военный артиллерийский университет, 2003. – С. 109.

6. Ladommatos, N. / N. Ladommatos, J. Goacher // Fuel. – 1995. – Vol. 74, No. 7. – P. 1083–1093.

Аннотация: Альтернативное моторное топливо состоит из большого количества индивидуальных углеводородов и других соединений. Основными составляющими топлива являются парафиновые, нафтеновые и ароматические углеводороды. Для улучшения качества топлива в него добавляют присадки. Многокомпонентность моторных топлив является главной трудностью при разработке методов контроля их характеристик.

Основные показатели качества ДТ: цетановое число, содержание серы, теплота сгорания и другие – в настоящее время оцениваются

путем сжигания с последующим анализом продуктов сгорания. Процесс сгорания сжигания исключает возможность оперативного контроля топлива непосредственно на технологической установке, бензоколонке, нефтебазе, в технологической трубе и топливном баке транспортного средства.

Наряду с отмеченными методами определения качества нефтепродуктов используются физические методы. Однако ни один из методов не позволяет с исчерпывающей полнотой определить показатели качества топлива. Лишь комбинируя методы, можно решить эту задачу. Перспективным направлением разработки приборов является электромагнитная техника, включающая электродинамику, оптоэлектронику, спектрометрию, акустику и магнитооптику, не применяющиеся пока при исследовании топлива.

За основу для разработки анализаторов и измерительных комплексов принимают корреляционные зависимости, связывающие величину эксплуатационного или потребительского свойства топлив с их физико-химическими характеристиками. Наряду с ДТ для оценки воспламеняемости альтернативных топлив предложено использовать аналогичные физико-химические методы.

Ключевые слова: двигатель, альтернативное топливо, экспресс анализ, эксплуатационные свойства.

УДК 621.43.057

АНАЛИЗ РАБОТЫ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ НА ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННОЙ ЭТАНОЛО-ТОПЛИВНОЙ ЭМУЛЬСИИ

А. В. ПЛЯГО¹, аспирант

М. Н. ВТЮРИНА², канд. хим. наук, доцент

¹ФГБОУ ВПО «Вятский государственный университет»,

Киров, Российская Федерация;

²ФГБОУ ВПО «Вятская государственная сельскохозяйственная академия»,

Киров, Российская Федерация

Введение. Применение альтернативного топлива из возобновляемых источников, наряду с базовым топливом ископаемого происхождения, является реальностью наших дней по всему земному шару. Это – вопрос не только сохранения запасов ископаемого топлива, но и, в большей степени, сохранения и улучшения экологической обстановки на Земле.

В США на каждой заправочной станции продают, как топливо из ископаемых углеводородов, так и альтернативное жидкое топливо из возобновляемых источников. Такая же картина, и в Бразилии – в качестве возобновляемого источника используется спирт из сахарного тростника, смешиваемый с базовым топливом. Страны Евросоюза также, всячески поддерживают применение топлив из возобновляемых источников. Все эти инициативы поддерживаются на уровне правительства страны.

В Российской Федерации вопрос применения альтернативных жидких топлив находится в стадии становления. В ведущих вузах страны ведутся исследования по применению альтернативных видов топлива. Исследуются вопросы применения не только газообразного топлива, как в бензиновых, так и в дизельных двигателях, но и применения жидких топлив, таких как спирты, масла растительного происхождения.

Вопрос применения спиртов в качестве добавки к основному топливу ископаемого происхождения рассматривался уже достаточно давно, примерно с 1980 г., еще при СССР, с новой силой этот вопрос возник уже в России и достаточно плотно исследуется с 2010 года различными вузами нашей страны [1].

Основная часть. Проведя анализ работ современников, мы приходим к заключению, что взор научного сообщества направлен на улучшение экологических показателей работы дизельного двигателя. Известно, что применение этанола ведет к более жесткой работе двигателя из-за взрывного характера горения этанола в камере сгорания двигателя. Присадки, применяемые сейчас, направлены больше на стабилизацию состава этанола-топливной эмульсии, нежели на улучшение рабочих процессов, происходящих в цилиндре двигателя. Рассмотрев работы оппонентов, было решено пойти другим путем. Необходимо было предложить такую присадку, которая, наряду со стабилизацией этанола-топливной эмульсии, привнесла бы значительное изменение процесса сгорания нового топлива, приближая параметры горения эмульсии к параметрам горения базового топлива, одновременно улучшая экологические показатели.

Коллективом молодых ученых ВятГУ была проделана значительная работа по поиску и апробации компонентов для присадки комплексного действия [9]. Результатом работы стала многокомпонентная присадка комплексного действия, которая не только является стабилизатором этанола-топливной эмульсии, но также является ингибитором горения нового высококонцентрированного этанолсодержащего топлива [5, 7].

На следующем этапе были проведены исследования работоспособности топливоподающей аппаратуры на новой ЭТЭ [6]. Выявлено, что работа форсунок и топливного насоса высокого давления остаются в параметрах, установленных заводом изготовителем: заеданий плунжера, посторонних шумов, отказов в работе ТПА не выявлено.

Следующим этапом стали стендовые испытания двигателя на новом топливе с присадкой комплексного действия. В уже опубликованных работах описаны эффективные и экологические показатели работы дизельного двигателя при работе по регулировочной, нагрузочных и скоростной характеристиках.

Исследование показателей процесса сгорания при работе дизеля на этаноле-топливной эмульсии с различным количеством этанола производилось с помощью индицирования на номинальном скоростном режиме с частотой вращения $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$, а также на режимах с частотой вращения $n = 1400 \text{ мин}^{-1}$ и $n = 2000 \text{ мин}^{-1}$. На рис. 1 представлена индикаторная диаграмма работы дизельного двигателя на трех составах топлива: ДТ – 100 %; ДТ – 79 % + этанол – 19 % + присадка комплексного действия – 2 % и ДТ – 49 % + этанол – 49 % + присадка комплексного действия – 2 %.

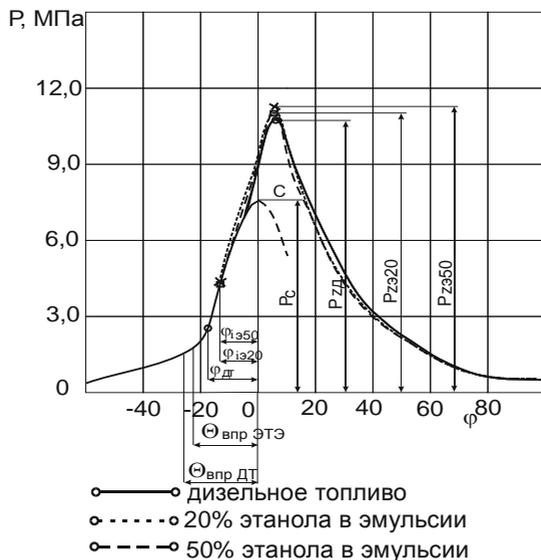


Рис. 1. Индикаторная диаграмма дизеля 4ЧН 11,0/12,5 при $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$

Анализ полученных результатов показывает, что увеличение количества вводимого в эмульсию этанола ведет к увеличению угла φ_i , соответствующего периоду задержки воспламенения. Рост периода задержки воспламенения обуславливает накопление большого количества топлива, впрыснутого в цилиндр за это время и увеличение скорости сгорания. В результате незначительно повышается жесткость процесса, этому способствует присадка комплексного действия, вводимая в ЭТЭ.

В составе применяемой присадки одним из компонентов является дисульфид молибдена MoS_2 (рис. 2). Известно, что содержание нафтен в дизельном топливе составляет от 20 % до 60 %. В структуре MoS_2 имеется три типа атомов серы с разной координацией по молибдену. Часть ионов Мо локализована в частично недостроенных тригональных призмах – на торцевых гранях и углах слоев. Предположительно, кинетические цепи обрываются по реакциям пероксидных радикалов с дисульфидом молибдена на поверхности его частиц, что выражается в присоединении радикалов к «выступающим» атомам молибдена. В результате замедляется процесс окисления топлива. Процесс горения растягивается во времени, нарастание температуры и давления происходит более плавно, что эквивалентно увеличению cetанового числа.

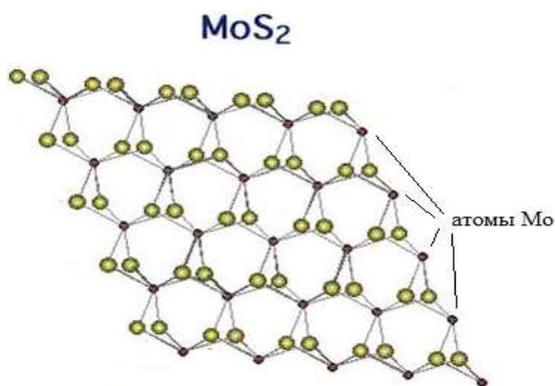
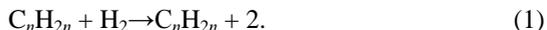


Рис. 2. Структура дисульфида молибдена

Кроме того, MoS_2 играет роль катализатора гидрокрекинга, который может происходить, например, согласно уравнению:



Подобным образом при гидрировании циклопентана раскрывается цикл с образованием н-пентана. Так как при равном числе атомов углерода, цетановое число циклического углеводорода в среднем на 20–40 единиц меньше, чем у соответствующего алкана, это представляет собой частный случай общей тенденции повышения цетанового числа с ростом относительного числа атомов водорода (H) в молекуле углеводорода [5].

Заключение. На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. С учетом современного наличия специальных присадок для спиртосодержащих топлив, объем замещаемого этанолом дизельного топлива в эмульсии следует ограничить на уровне 45...50 % массовой доли.

2. Относительное улучшение эффективных и экологических показателей дизеля при его работе на топливах с ростом присутствия до 50 % этанола (в массовых долях) постепенно снижается в сравнении с показателями, полученными при работе на топливе с меньшей его концентрацией.

3. Работа дизеля на топливах с содержанием этанола свыше 50–60 % в массовых долях потребует реализации дополнительных мероприятий, что может нивелировать полученный положительный эффект.

ЛИТЕРАТУРА

1. Альтернативные виды топлива для двигателей / А. Н. Карташевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2013. – 376 с.
2. Плотников, С. А. Улучшение эксплуатационных показателей дизелей путем создания новых альтернативных топлив и совершенствования топливоподающей аппаратуры: автореф. дисс. ... д-ра техн. наук / С. А. Плотников. – Нижний Новгород: НГТУ, 2011. – 40 с.
3. Карташевич, А. Н. Применение этанолсодержащих топлив в дизеле: монография / А. Н. Карташевич, С. А. Плотников, Г. Н. Гурков. – Киров: Типография «Авангард», 2011. – Ч. I. – 116 с.
4. Карташевич, А. Н. Исследование свойств новых топлив на основе этанола / А. Н. Карташевич, С. А. Плотников, М. В. Смольников // Вестник БГСХА. – 2017. – № 1. – С. 114–117.
5. Втюрина, М. Н. Исследование свойств этанола-топливных эмульсий с присадками / М. Н. Втюрина, А. В. Пляго // Транспортные системы. – 2017. – № 2 (5). – С. 51–54.
6. Носос-дозатор смешанного топлива / С. А. Плотников [и др.]. – Патент РФ № 2639634 от 14.03.2017

7. Топливная эмульсия / С. А. Плотников [и др.]. – Патент РФ № 2668225, МПК С10L 1/32.

8. Плотников, С. А. О применении спирто-топливных эмульсий в ДВС / С. А. Плотников, А. В. Пляго // Общество, наука, инновации. – Киров: Науч. изд-во ВятГУ, 2017. – С. 1861–1868.

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.

Представленная творческим коллективом топливная композиция прошла все испытания – от химических до стендовых. Последним этапом научных исследований будут полевые испытания.

Ключевые слова: дизель, этанол, альтернативное топливо, показатели работы двигателя.

УДК 621.87.93

ПОВОРОТНЫЙ ДВУХСЕКЦИОННЫЙ КОВШ ДЛЯ ОДНОКОВШОВЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЭКСКАВАТОРОВ

С. Г. РУБЕЦ, канд. техн. наук, доцент,
И. С. МАТВЕЕВ, Р. А. ЛЯЦКИЙ, студенты
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Интенсивное развитие сельского, мелиоративного и дорожного строительства требует проведения большого объема земляных работ, при выполнении которых используются соответствующие машины, в том числе одноковшовые экскаваторы, так как они являются основной техникой при выполнении данного вида работ.

Около половины земляных работ в различных отраслях выполняют одноковшовыми гидравлическими экскаваторами, выпуск которых с каждым годом постоянно увеличивается [1].

Непрерывное совершенствование и оптимизация параметров и конструкции узлов и элементов экскаваторов направлено на обеспечение

эффективного выполнения каждого элемента рабочего цикла, т. е. улучшение его функциональных свойств [2].

Основная часть. Одной из главных задач при модернизации рабочих органов одноковшовых экскаваторов является повышение их важнейшего технологического показателя – производительности. В связи с вышеизложенным, на основании анализа конструкций рабочих органов и патентного поиска, для решения этой задачи путем улучшения загрузки и очистки ковша при разгрузке, нами предлагается использовать конструкцию рабочего оборудования с поворотным двухсекционным ковшом [3].

Предлагаемая конструкция (рис. 1, а) включает в себя рукоять 1, ковш, содержащий переднюю секцию 2 с режущими зубьями, шарнирно закрепленную на оси 3 рукояти, и заднюю секцию 4, которая с помощью проушин 5 передней секции и проушин 6 задней шарнирно закреплена на оси 7. Дополнительная секция расположена внутри передней секции 2 и состоит из боковых стенок 8 и днища 9, которое посредством проушин 10 и осей 11 шарнирно связано с боковыми стенками секции 4. На рукояти 1 шарнирно закреплены рычаги 12, на концах которых шарнирно закреплены на осях 13 и 14 шарнирные тяги 15 и 16, соединенные соответственно с передней секцией через ось 7 и с задней через ось 17 на проушине 18. Гидроцилиндры привода 19 установлены на рукояти 1 и их штоки шарнирно связаны с рычагом 12. На боковых стенках передней секции 2 в верхней задней их части закреплены упоры 20.

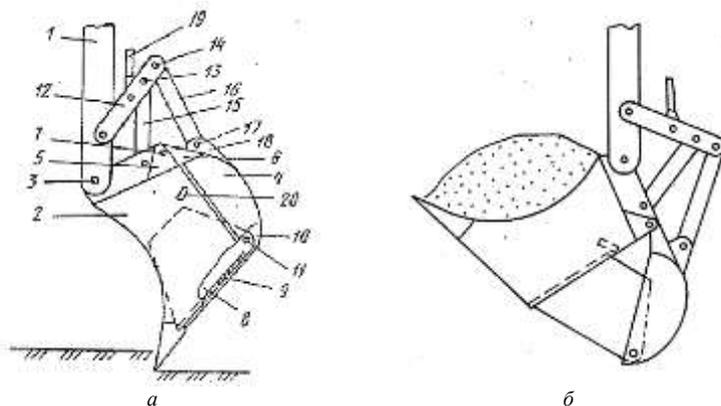


Рис. 1. Поворотный двухсекционный ковш: а – конструкция; б – положение ковша в конце процесса копания грунта

Рабочее оборудование экскаватора с поворотным двухсекционным ковшом работает следующим образом.

В начале копания штоки гидроцилиндров 19 втянуты, секция 2 ковша находится в крайнем правом положении, а секция 4 в положении, когда ее передние кромки стенок вплотную примыкают к задним кромкам стенок секции 2. Дополнительная секция находится в положении, когда передняя кромка днища 9 дополнительной секции расположена у режущих зубьев секции 2 (показано сплошными линиями). При выдвигании штоков гидроцилиндров 19 происходит поворот рычага 12 и секции 2 по часовой стрелке, остальные секции перемещаются друг относительно друга.

В процессе движения ковша по траектории копания посредством гидроцилиндров привода 19 (штоки выдвигаются) происходит постепенный поворот рычага 12 и секции 2 ковша по часовой стрелке. При этом секция 4 совершает сложное движение, так как движется вслед за секцией 2 (одновременно с осью 7) и поворачивается относительно оси 7 против часовой стрелки. Последнее вызвано тем, что оси 7 и 17 из-за разности радиусов относительно осей 3 и 13 за одно и то же время проходят разный путь.

Перемещение нижней кромки секции 4 относительно задней кромки секции 2 вызывает перемещение внутренней секции, которая в это время выдвигается из передней секции 2. В конце поворота рычага 12 нижняя задняя кромка передней секции 2 находится у переднего края днища 9 дополнительной секции. Днище 9 и боковые стенки 8 этой секции перекрывают при этом образовавшееся отверстие между передней 2 и задней 4 секциями.

Упоры 20 играют при этом функцию направляющих движения дополнительной секции (за счет их взаимодействия с верхними кромками боковых стенок 8 этой секции) для исключения образования зазора между днищем передней секции 2 и передней кромкой днища 9 дополнительной секции.

На рис. 1, б изображено положение поворотного двухсекционного ковша в конце процесса копания грунта.

При разгрузке ковша шток гидроцилиндра привода 19 втягивается, а секции 2, 4 и дополнительная секция возвращаются в исходное положение.

Заключение. Применение предлагаемой конструкции позволит расширить область реализации секционного выполнения ковша, так как не требует специального изготовления нижних частей секций ков-

ша по одному радиусу, и увеличить производительность работы экскаваторов за счет улучшения загрузки и очистки ковша при разгрузке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Довгяло, В. А. Машины для земляных работ. Практикум : учеб. пособие / В. А. Довгяло, А. М. Щемелев, Ю. А. Шезбухов. – Гомель: БелГУТ, 2016. – 391 с.
2. Первый экскаваторный портал // Новости и обзоры [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: http://exkavator.ru/articles/inf_articles/~id=668/.html/. – Дата доступа: 11.10.2020.
3. Рабочее оборудование гидравлического экскаватора: а. с. 1774285 СССР, МКИ5 Е 02 F 3/42 / В. В. Мелашич, Л. А. Хмара, Ю. В. Мартыненко. – № 4858304; заявл. 08.08.90; опубл. 30.11.92 // Открытия. Изобрет. – 1992. – № 44. – С. 58.

Аннотация. В статье предложена конструкция поворотного двухсекционного ковша одноковшового гидравлического экскаватора, позволяющая повысить его производительность.

Ключевые слова: экскаватор, ковш, грунт, секция, копанье.

УДК 621.87.93

ОЧИСТНОЙ КОВШ ДЛЯ ЭКСКАВАТОРОВ-ПОГРУЗЧИКОВ

И. С. МАТВЕЕВ, Р. А. ЛЯЦКИЙ, студенты
С. Г. РУБЕЦ, канд. техн. наук, доцент
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Машины для земляных работ являются одними из основных видов машин, с помощью которых осуществляется комплексная механизация в строительстве, на открытых разработках полезных ископаемых, при разработке строительных материалов, в черной и цветной металлургии, угольной промышленности, мелиорации сельского хозяйства и других отраслях [1].

Экскаваторы-погрузчики получили весьма широкое распространение, что объясняется простотой их конструкции, высокой производительностью, возможностью использования в самых разнообразных грунтовых и климатических условиях и относительно низкой стоимостью выполнения работ.

Ежегодно в Беларуси увеличиваются объемы строительных работ – сооружаются новые линии железных и автомобильных дорог, возводятся новые заводы и фабрики, растут темпы жилищного строитель-

ства, развивается добыча полезных ископаемых строительных материалов, строятся новые нефте- и газопроводы. Интенсивное развитие мелиоративного, сельского и дорожного строительства требует проведения большого объема земляных работ, при выполнении которых используются соответствующие машины, в том числе и экскаваторы-погрузчики, так как они являются одной из основных машин при выполнении данного вида работ.

Основная часть. В настоящее время, несмотря на разнообразие экскаваторов-погрузчиков, проблемы, связанные с энергосбережением в процессе копания, остаются актуальными. Наряду с непрерывным ростом парка этих машин постоянно осуществляются качественные изменения их рабочего оборудования, направленные на увеличение производительности и снижение энергоемкости процесса копания грунта, посредством создания и внедрения новых рациональных и технических решений.

Одними из важных задач при модернизации рабочих органов экскаваторов являются повышение производительности и надежности, а также расширение эксплуатационных возможностей. В связи с вышеизложенным, на основании анализа конструкций рабочих органов и патентного поиска, для решения этих задач предлагается использовать конструкцию рабочего оборудования с очистным ковшом.

Предлагаемая конструкция [2] предназначена для очистки неукрепленных и укрепленных по дну каналов мелиоративных систем от наносов и растительности в зонах осушаемого и орошаемого земледелия, а также может быть использовано на работах по копанию, погрузке и разгрузке грунта.

Рабочее оборудование с очистным ковшом (рис. 1) состоит рукояти 2, на нижнем конце которой жестко закреплена вертикальная втулка 3, в которую вставлена поворотная ось 4. К нижнему концу поворотной оси 4 приварен выполненный П-образным кронштейн 5, в проушины которого вставлена ось 6 крестовины, параллельная образующей ковша 7. Вторая ось 8 расположена в той же плоскости, что и ось 6, перпендикулярна ей и своими концами вставлена во втулки 9, закрепленные в проушинах кронштейнов 10, жестко связанных с ковшом 7.

Поворот ковша 7 при наборе грунта осуществляется гидроцилиндром 11 копания вокруг оси 6 крестовины по радиусу, что необходимо для обеспечения выполнения технологического процесса по очистке дна канала 12 (дно канала 12 должно получаться полукруглого сечения и иметь плавный переход с откосами), а разворот его в плане происхо-

дит вокруг оси 8 гидроцилиндром 13. Разворот ковша 7 в плане при очистке дна канала 12 обеспечивает достижение необходимой производительности оборудования, позволяющего получить экономический эффект от его применения. Это получается за счет того, что каналы имеют узкое дно шириной 0,4–1,0 м, в котором могут быть крепления в виде кольев, переплетенных фашинами, и осуществлять очистку обычными средствами не представляется возможным, так как разрушаются крепления, подрезаются откосы и разрушается канал.

Использование механизмов без поворота ковша в плане резко снижает производительность машины за счет частых переездов с позиции на позицию. Наличие механизма, позволяющего осуществлять разворот ковша 7 в плане, дает возможность машинисту, при любом положении машины, выставлять ковш 7 параллельно оси дна канала 12 и производить несколько захватов по длине канала с одного места стоянки машины, что сокращает время на частые переезды и тем самым увеличивает производительность.

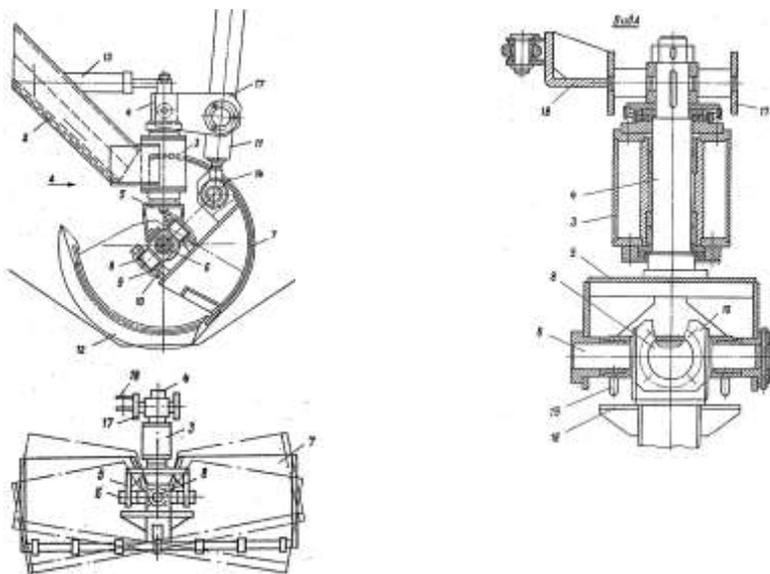


Рис. 1. Конструкция очистного ковша

Экскаватор с очистным ковшом предлагаемой конструкции работает следующим образом. Базовую машину устанавливают на бровке канала напротив места производства работ таким образом, чтобы про-

дольная ось экскаватора была параллельна продольной оси дна канала 12, и начинают работу, ковш при этом находится в открытом положении. Опускают ковш 7 на дно канала 12, регулируя его положение гидроцилиндром 13 поворота ковша в плане таким образом, чтобы независимо от угла поворота рукоятки 2 ковш 7 располагался вдоль продольной оси дна канала 12.

Затем начинают набор грунта. Включают в работу гидроцилиндр 11 копания, шток 14 которого начинает выдвигаться, поворачивая ковш 7 вокруг оси 6 крестовины. Ковш 7 поворачивается по траектории полукруга, и производит набор грунта.

В случае неровного дна ковш 7 при опускании свободно поворачивается относительно оси 8 и оси шарнира крепления штока 14 гидроцилиндра 11, ложась на дно канала 12 по всей длине режущей кромки (при больших неровностях, во избежание больших перекосов ковша 7, он упором 15 упирается в упор 16 ковша 7 и останавливается).

Разгрузка ковша 7 происходит следующим образом.

Поднимают рукоять 2 с ковшом 7 и разворачивают их, вынося за пределы канала. Включают гидроцилиндр 11 копания, шток 14 начинает задвигаться, открывая ковш 7, поворачивая его вокруг оси 6 крестовины. Ковш 7 разгружается, занимая крайнее открытое положение.

Затем стрелу с рукоятью 2 и ковшом 7 поворачивают обратно и опускают на дно канала 12 рядом с предыдущим местом разработки, но с учетом перекрытия (10–15 см) с целью образования ровного без переколов дна канала 12.

При этом ковш 7 опять выставляют параллельно оси дна канала 12. Для этого включают гидроцилиндр 13 поворота ковша 7 в плане, который через кронштейн 18 поворачивает поворотную ось 4, вместе с которой поворачивается ковш 7 вокруг оси 8 крестовины.

Одновременно поворотной осью 4 поворачивается и гидроцилиндр 11 копания, занимая все время одинаковое положение по отношению к ковшу 7. После этого повторяют процесс очистки

Заключение. Применение предлагаемой конструкции очистного ковша сокращает время на переезды и тем самым увеличивает производительность труда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Максименко, А. Н. Эксплуатация строительных и дорожных машин / А. Н. Максименко. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2015. – 400 с.
2. Рабочее оборудование гидравлического экскаватора: а. с. 1328437 СССР, МКИ5 Е 02 F 3/42 / В. В. Мелашин, Л. А. Хмара, В. И. Баловнев, В. И. Курочкина. – № 3985666; заявл. 09.12.85; опубл. 07.08.87 // Открытия. Изобретения. – 1987. – № 29. – С. 67.

Аннотация. Представлена конструкция очистного ковша, которая может быть использована на экскаваторах-погрузчиках.

Применение разработанной конструкции очистного ковша позволяет сократить время на переезды, что увеличивает производительность труда.

Ключевые слова: экскаватор, грунт, копание, ковш, очистка.

УДК 631.372

УЛУЧШЕНИЕ МАНЕВРЕННОСТИ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА С ПЕРЕДНИМИ УПРАВЛЯЕМЫМИ КОЛЕСАМИ ПОВОРОТОМ ПЕРЕДНЕГО МОСТА

А. А. РУДАШКО, канд. техн. наук, доцент
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Наиболее распространенным способом поворота колесных тракторов является поворот передних управляемых колес относительно остова трактора. Улучшение маневренности тракторов с колесными формулами 4К2 и 4К4а ограничено, в частности, предельными углами поворота управляемых колес, составляющими для большинства тракторов 35–40° и доходящими в ряде случаев до 50°.

Одним из способов улучшения маневренности колесных тракторов является сочетание поворота передних управляемых колес с одновременным поворотом переднего моста. Целью работы является исследование кинематики комбинированного поворота колес и моста.

Основная часть. Маневренность колесных машин оценивается минимальным радиусом поворота. Поворот передних управляемых колес является основным способом поворота автомобилей и тракторов с колесными формулами 4К2 и 4К4а (рис. 1).

Радиус поворота зависит от углов поворота левого α_2 и правого α_1 передних колес [1] и определится из треугольника ABO (рис. 1, а):

$$R = \frac{L}{\operatorname{tg}\alpha} = L \operatorname{ctg}\alpha,$$

где α – средний угол поворота управляемых колес, определяемый по формуле:

$$\operatorname{ctg}\alpha = \frac{\operatorname{ctg}\alpha_2 + \operatorname{ctg}\alpha_1}{2}.$$

Чем больше угол поворота управляемых колес, тем меньше радиус поворота трактора. Величину минимального радиуса поворота можно уменьшить сочетанием схемы поворота с передними управляемыми колесами со схемой поворота с поворачивающимся передним мостом. С этой целью передний мост монтируется на остова трактора с вылетом L_2 таким образом, чтобы иметь возможность поворачиваться на угол β относительно точки C при повороте передних управляемых колес на средний угол α (рис. 1, б).

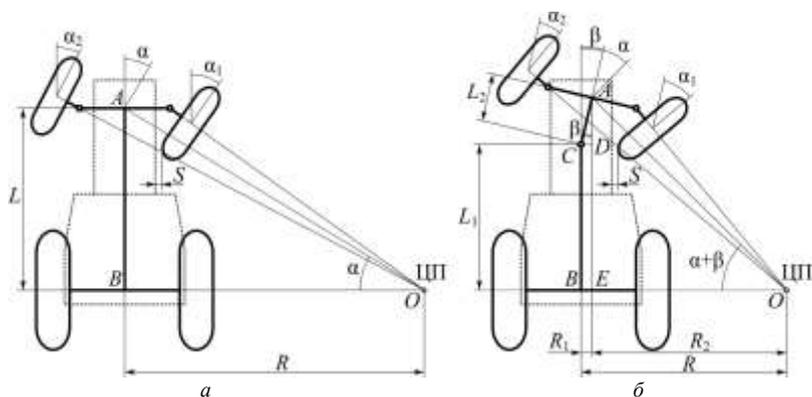


Рис. 1. Схема поворота колесного трактора:

a – с передними управляемыми колесами;

б – с передними управляемыми колесами и поворачивающимся передним мостом

Радиус поворота трактора при повороте передних колес и переднего моста определится как сумма расстояний R_1 и R_2 :

$$R = R_1 + R_2. \quad (1)$$

В свою очередь расстояние R_1 можно найти из треугольника ACD :

$$R_1 = L_2 \sin\beta, \quad (2)$$

где β – угол поворота переднего моста.

Из треугольника AEO определяется расстояние R_2 с учетом того, что $AE = DE + AD$, $DE = L_1$, $AD = L_2 \cos\beta$:

$$R_2 = \frac{L_1 + L_2 \cos \beta}{\operatorname{tg}(\alpha + \beta)} . \quad (3)$$

Подставляя значения R_1 и R_2 из уравнений (2) и (3) в уравнение (1), получим значение радиуса поворота в зависимости от углов поворота колес и моста:

$$R = L_2 \sin \beta + \frac{L_1 + L_2 \cos \beta}{\operatorname{tg}(\alpha + \beta)} , \quad (4)$$

После преобразований уравнение (4) примет вид:

$$R = \frac{L_1 + L_2(\sin \beta \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \cos \beta)}{\operatorname{tg}(\alpha + \beta)} . \quad (5)$$

Как следует из выражения (5), радиус поворота трактора по схеме (рис. 1, б) зависит от суммы углов поворота колес α и моста β , называемой эффективным углом поворота колес. Наличие угла поворота моста β приводит к увеличению эффективного угла поворота колес и, как следствие, к улучшению маневренности колесного трактора.

Для улучшения маневренности трактора с передними управляемыми колесами необходимо увеличивать предельные углы поворота колес. При этом уменьшается расстояние S от внутреннего (ближайшего к центру поворота) колеса до остова трактора (рис. 1, а), что вынуждает производителей тракторов изменять конструкцию картера двигателя, делая его более узким, а также сужать остов трактора, делая нишу для повернутого на угол α_1 колеса [2].

При комбинированном повороте передних колес и моста, не смотря на увеличение суммарного угла поворота ($\alpha_1 + \beta$) внутреннего колеса, уменьшения расстояния S не происходит (рис. 1, б), поскольку сближение колеса с остовом компенсируется смещением переднего моста в сторону поворота. В результате изменение ширины двигателя и остова трактора при увеличенных углах поворота колес не требуется. В свою очередь, боковое смещение моста обеспечивается вылетом моста относительно его центра поворота на величину L_2 .

По данным компании New Holland Agriculture [3], применение поворачивающегося передний моста SuperSteer на тракторах New Holland снижает минимальный радиус поворота на 11–13 % благодаря эффективному углу поворота колес до 76° . Так, на тракторе T4N при макси-

мальном среднем угле поворота передних колес $\alpha = 55^\circ$ и повороте переднего моста $\beta = 16^\circ$ эффективный угол поворота колес составляет $\alpha + \beta = 71^\circ$, что приводит к снижению минимального радиуса поворота с 3,4 м до 2,96 м, т. е. на 12,9 %.

Следует отметить, что реализация конструкции поворачивающего переднего моста с вылетом L_2 приводит к увеличению продольной базы трактора L (с $L = 2093$ мм до $L = L_1 + L_2 = 2348$ мм у трактора Т4N), что, однако, не приводит к снижению маневренности. Более того, благодаря увеличенной колесной базе улучшается продольная устойчивость трактора с задними навесными машинами и уменьшается масса необходимых передних противовесов.

Заключение. Маневренность колесных тракторов 4К2 и 4К4 можно улучшить одновременным поворотом передних управляемых колес на большой угол и поворотом переднего моста на небольшой угол. Применение комбинированного способа поворота снижает минимальный радиус поворота на 11–13 %.

Предложенные зависимости могут быть использованы для оценки маневренности трактора с передними управляемыми колесами и поворачивающимся передним мостом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карташевич, А. Н. Теория автомобилей и двигателей: учеб. пособие / А. Н. Карташевич, Г. М. Кухаренок, А. А. Рудашко. – Минск: РИПО, 2018. – 307 с.
2. Мирошниченко, А. Н. Основы теории автомобиля и трактора : учеб. пособие / А. Н. Мирошниченко. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2014. – 490 с.
3. T4 F/N/V – AXLES & TRACTION [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://agriculture.newholland.com/apac/en-nz/equipment/products/tractors-telehandlers/t4fnv/details/axles-traction>. – Дата доступа: 23.10.2020.

Аннотация. Приведены результаты исследований кинематики поворота колесного трактора с одновременным поворотом передних управляемых колес и переднего моста, получены расчетные формулы для определения радиуса поворота в зависимости от углов поворота колес и моста, проведена оценка улучшения маневренности колесного трактора с комбинированной схемой поворота.

Ключевые слова: колесный трактор, способ поворота, радиус поворота, маневренность.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ТРАНСПОРТЕ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Д. Г. СЕРГЕЕВ, канд. техн. наук, доцент
М. В. СМОЛЬНИКО, ст. преподаватель
С. А. ПЛОТНИКОВ, д-р техн. наук, профессор
ФГБОУ ВПО «Вятский государственный университет»,
Киров, Российская Федерация

Введение. В современном быстро развивающемся мире роботов и технологии человеческий фактор все еще является определяющим звеном в дорожном движении, и сегодня, когда количество автомобилей на дорогах постоянно растет, водителю одного только знания «дорожных знаков» недостаточно. Водительская этика, взаимоуважение – без этого так же невозможно безопасное движение на наших дорогах необъятной страны.

Основная часть. В Российской Федерации постоянно разрабатываются нормативные документы в отношении безопасности дорожного движения [1, 2, 3].

Повышение безопасности дорожного движения, направленное на сохранение жизни, здоровья и имущества граждан России (РФ), является одним из приоритетных направлений государственной политики и важным фактором обеспечения устойчивого развития страны. Дорожно-транспортные происшествия (ДТП) наносят экономике России и обществу в целом колоссальный социальный, материальный и демографический ущерб.

В РФ с 2007 по 2016 г. в ДТП погибло 271 тыс. человек, 2,5 млн. человек были ранены, пострадали 227 тыс. детей в возрасте до 16 лет, из них 9 тыс. получили травмы, несовместимые с жизнью. Треть погибших в авариях на автомобильных дорогах составляют люди наиболее активного трудоспособного возраста (26–40 лет). Около 20 % пострадавших становятся инвалидами. Ежегодные экономические потери страны от ДТП составляют около 2 % валового внутреннего продукта и сопоставимы в абсолютных показателях с валовым региональным продуктом таких субъектов РФ, как Краснодарский край или Республика Татарстан.

В 2016 г. произошло 173 694 ДТП, в которых пострадали 241 448 человек, из них 20 308 человек погибли. Вместе с тем анализ основных и относительных показателей дорожно-транспортной аварийности в

2007–2016 гг. свидетельствует о некотором улучшении ситуации с безопасностью дорожного движения (БДД) в РФ. В 2016 г. отмечались наибольшие темпы сокращения показателей за рассматриваемый период: количество ДТП уменьшилось на 25,7 %, или на 60 115 единиц, число погибших – на 39 %, или на 13 000 человек, число раненых – на 24,3 %, или на 71 066 человек. Почти в 2 раза снизились значения социального риска (число погибших в расчете на 100 тыс. населения) и транспортного риска (число погибших в расчете на 10 тыс. единиц транспортных средств), составив 13,8 погибшего и 3,8 погибшего соответственно (снижение на 40,9 % и снижение на 55,8 % относительно 2007 года). При этом количество автотранспортных средств на дорогах страны за рассматриваемый период увеличилось почти в 2 раза, достигнув значения 57,1 млн. единиц (без прицепов и полуприцепов). Прирост населения Российской Федерации (на 4,6 млн. человек за тот же период) также сказался на увеличении интенсивности дорожного движения.

Если мы хотим прожить долгую, счастливую «жизнь на дороге», нужно осознать, что практически во всех ДТП виноват водитель! Этот закон – ангел-хранитель каждого, кто его исповедует. Его, к сожалению, мало кто может понять и принять, создав тем самым зону безопасности вокруг себя и своего автомобиля.

Много сейчас говорят и пишут о, так называемой, компьютерной зависимости человека. Особенно у молодых: оболваненные ЕГЭ и уничтоженной системой начального образования, игнорируя книги, они существовать не могут без Интернета и всего того, что к нему прилагается: компьютера, планшета, смартфона, игр, Скайпа, так называемых, «социальных сетей» и всяких-разных гаджетов. И их еще и довоспитывают наши средства массовой информации. Участники дорожного движения, выросшие на компьютерных играх, отложили у себя в сознании, что жизнью очень много, как в компьютерной игре. А на дороге такой метод не подходит, дорога, как говорят, не прощает. Конечно же, от научного прогресса нам уже никуда не деться, да и не надо, однако, воспитывать в участниках дорожного движения, что дорога – это опасно нужно на всех этапах развития человека.

Что говорить о наших фильмах и телесериалах, если даже в автомобильных программах пристегиваться стали совсем недавно, да и то не во всех. Нет у нас, к сожалению, не то, что государственной программы – они есть, миллиардные, затратные, многолетние – нет у нас не писанных, но жестких традиций.

Переходить на зеленый сигнал светофора и в положенном месте, а также быть пристегнутым в автомобиле сидя на любом месте и в любом возрасте нужно не для сотрудников ГИБДД, а для собственной безопасности. Это нужно воспитывать у людей, тем самым меняя сознание.

С 90-х годов двадцатого века в РФ резко снизилось число погибших в ДТП с 36 до 20 тыс. человек в год, это один из лучших показателей в мире, так как практически ни одна страна в мире не сокращает смертность на дорогах такими быстрыми темпами. Однако наступил момент, когда снижать смертность становится все сложнее и сложнее, каждая сотня погибших в ДТП это большой комплекс мер:

- Строится большое количество дорог по новым технологиям и требованиям.

- Дороги оборудуются искусственным освещением, даже в мелких населенных пунктах.

- Большое количество пешеходных переходов оборудовано светофорами и искусственными неровностями.

- Круглогодичное содержание дорог в пригодном для безопасного движения транспортных средств.

- Установка технических средств фото-видеофиксации нарушений ПДД.

- Своевременное нанесение горизонтальной и вертикальной разметки по всем категориям дорог.

- Создание общественных организации по выявлению нарушений ПДД.

- Периодическое оснащение подразделений ГИБДД новыми техническими средствами, для осуществления БДД.

- Проведение на всех уровнях обучения грамотности по ПДД.

- Ужесточение мер наказания за несоблюдений требований ПДД.

- Совершенствование процедуры обучения по профессии «Водитель автомобиля» и получения водительского удостоверения. Максимальное исключение кандидатов в водители не готовых к реальным условиям движения по дорогам общего пользования.

- Постоянное обновление машино-тракторного парка, отвечающего требованиям БДД в целом по стране, как на предприятиях так и у физических лиц.

- Своевременное внесение изменений в нормативно-правовые документы, регулирующие БДД РФ.

Хотелось бы отметить, что ни смотря на то, что в стране снижаются социально-экономические показатели, государственные органы находят средства для обеспечения БДД.

Заключение. Часто мы задаемся вопросом: почему дети попадают в дорожно-транспортные происшествия? Казалось бы, ответ простой: если ребенок по собственной неосторожности получил травму в дорожно-транспортном происшествии, то это – вина ребенка. Но понятия «вина ребенка» не существует. Дорожное происшествие с ним означает лишь, что мы, взрослые, где-то недосмотрели, чему-то не научили или же личным примером показали, что можно нарушить «закон дороги». И часто за случаями детского травматизма на дорогах стоит безучастность взрослых к совершаемым детьми правонарушениям.

Для ребенка умение вести себя на дороге зависит не только от его желания или нежелания это делать. Ребенок является самым незащищенным участником дорожного движения, и во многом поведение детей на дороге обусловлено их восприятием дорожной ситуации. Именно поэтому безопасность детей на дороге можем обеспечить в первую очередь мы, взрослые: родители, учителя, воспитатели, прохожие и, главным образом, водители транспортных средств. Мы и только мы взрослые должны добиться того, что в суточных сводках о ДТП не было погибших детей.

С чего же начинается безопасность детей дороге? Разумеется, со своевременного обучения умению ориентироваться в дорожной ситуации, воспитания потребности быть дисциплинированным на улице, осмотрительным и осторожным. Личный пример – это самая доходчивая форма обучения для ребенка. Помните, если Вы нарушаете Правила, Ваш ребенок будет поступать так же!

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Правительства РФ от 23.10.1993 N 1090 (ред. от 26.03.2020) «О Правилах дорожного движения».
2. СТРАТЕГИЯ безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018–2024 годы: распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 января 2018 г. № 1-р.
3. Федеральный закон «О безопасности дорожного движения» от 10.12.1995 № 196-ФЗ.

Аннотация. В современном быстро развивающемся мире роботов и технологии человеческий фактор все еще является определяющим звеном в дорожном движении, и сегодня, когда количество автомобилей на дорогах постоянно растет, водителю одного только знания «дорожных знаков» недостаточно.

В Российской Федерации постоянно разрабатываются нормативные документы в отношении безопасности дорожного движения. В настоящее время основным документом помимо ФЗ «О безопасности дорожного движения» в этой области является «СТРАТЕГИЯ безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018–2024 годы», утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 января 2018 г. № 1-р.

С чего же начинается безопасность детей дороге? Разумеется, со своевременного обучения умению ориентироваться в дорожной ситуации, воспитания потребности быть дисциплинированным на улице, осмотрительным и осторожным. Личный пример – это самая доходчивая форма обучения для ребенка.

Ключевые слова: дорожно-транспортное происшествие, безопасность дорожного движения, правила дорожного движение, участник дорожного движения.

УДК 662.782.4

ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ, РАБОТАЮЩЕГО ПО ГАЗОДИЗЕЛЬНОМУ ЦИКЛУ

С. А. ПЛОТНИКОВ¹, д-р техн. наук, профессор

Ш. В. БУЗИКОВ¹, канд. техн. наук, доцент

В. А. ШАПОРЕВ², ассистент

¹ФГБОУ ВПО «Вятский государственный университет»,

Киров, Российская Федерация;

²УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,

Горки, Республика Беларусь

Введение. Ежегодно парк автотракторной техники во всем мире растет 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 кабинах различной техники в несколько раз превышают 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].

Огромное место в автотракторной, дорожной, сельскохозяйственной и строительной технике занимают 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 лучше 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 [2, 3].

Основная часть. Основной целью исследования является, разработка подхода к исследованию рабочего процесса дизельного двигателя, работающего по газодизельному циклу.

Индицирование дизельного двигателя 4ЧН 11,0/12,5 работающего по газодизельному циклу осуществлялось следующим образом: через переходник-охладитель датчик давления PS01 ввертывался в головку блока цилиндров двигателя согласно инструкции к индикатору (рис. 1). Датчик давления PS01 обладает способностью регистрации высокоскоростных импульсных процессов при долговременной стабильности в широком динамическом диапазоне. Он имеет чувствительный монокристаллический элемент с чувствительностью 20 пКл/бар и измеряемым диапазоном от 0,1 до 250 бар.



Рис. 1. Датчик динамического давления PS01

Сигнал от датчика через кабель АК04 передавался на усилитель заряда AQ02-001 (рис. 2), предназначенный для преобразования высокоимпедансного сигнала заряда пьезоэлектрических преобразователей в низкоимпедансный сигнал напряжения.



Рис. 2. Усилитель заряда AQ02-001

Далее преобразованный сигнал с усилителя заряда поступал на модульную систему сбора данных NI CompactDAQ (рис. 3), которая позволяет реализовать быстрые, точные измерения с помощью небольшой, простой системы.



Рис. 3. Модуль сбора данных NI CompactDAQ

После USB системы сбора данных в схему подключался ноутбук с установленным программным обеспечением National Instrument. Полученные данные в режиме реального времени регистрировались на мониторе компьютера. На рис. 4 показан вид получаемых в режиме реального времени индикаторных диаграмм.

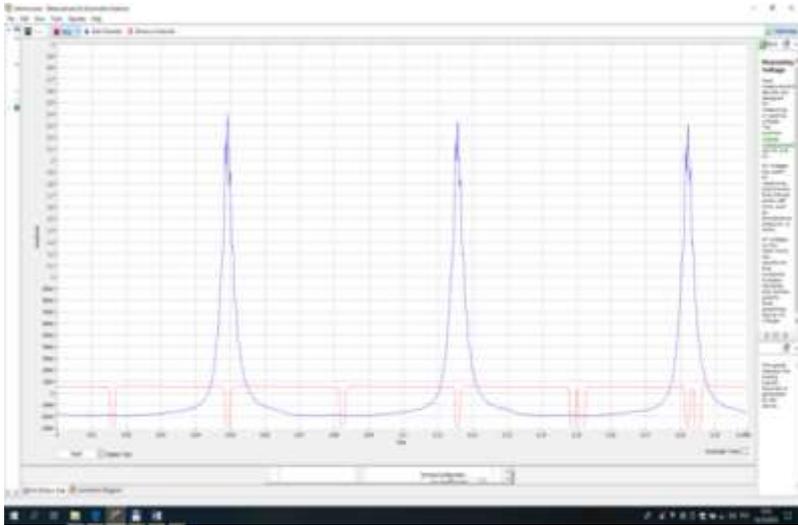


Рис. 4. Вид индикаторной диаграммы

Такой подход дает возможность записывать диаграммы, как единичный рабочий цикл, так и усредненные в масштабе частоты его значения.

Заключение. В заключении выделим несколько выводов:

1. Данный подход упрощает получение индикаторной диаграммы [4].
2. Проведение экспериментальные исследования с использованием данного подхода записи индикаторных диаграмм позволяет проводить более качественную оценку процесса сгорания в цилиндре двигателя [5, 6].

ЛИТЕРАТУРА

1. Кульчицкий, А. Р. Токсичность автомобильных и тракторных двигателей: учеб. пособие для высш. школы / А. Р. Кульчицкий. – 2-е изд. – Москва: Академический Проект, 2004. – 400 с.
2. Шапоров, В. А. Результаты стендовых испытаний дизеля 4ЧН 11,0/12,5 на смесях дизельного топлива с биогазом / В. А. Шапоров, А. Н. Карташевич // Агропанорама. – 2020. – № 1. – С. 44–48.
3. Лютко, В. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания / В. Лютко, В. Н. Луканин, А. С. Хачиян. – Москва: МАДИИ (ГУ), 2000. – 311 с.

4. Плотников, С. А. Разработка числовых методов определения свойств новых топлив / С. А. Плотников, А. Н. Карташевич // Вестник машиностроения. – 2018. – № 3. – С. 7–10.

5. Карташевич, А. Н. Исследование свойств альтернативных топлив на основе рапсового масла / А. Н. Карташевич, С. А. Плотников, П. Н. Черемисинов // Вестник БГСХА. – 2017. – № 3. – С. 144–146.

6. Шапоров, В. А. Исследование процесса сгорания дизельного двигателя 4ЧН 11,0/12,5 при работе на смесях дизельного топлива с биогазом / В. А. Шапоров // Вестник БГСХА. – 2020. – № 3. – С. 182–187.

Аннотация. Что бы оценить характер рабочего процесса двигателя внутреннего сгорания, необходимо иметь запись индикаторной диаграммы. Для повышения качества и достоверности научных данных разработан подход индицирования двигателя. Подход основан на применении датчика динамического давления PS01 с зарядовым выходом, обладающего способностью регистрации высокоскоростных импульсных процессов при долговременной стабильности в широком динамическом диапазоне. Включение датчика в цепь усилителя заряда и модульную систему сбора данных позволяет регистрировать вид индикаторной диаграммы на мониторе компьютера в режиме реального времени.

Ключевые слова: подход, индикаторная диаграмма, данные, сигнал, цикл.

УДК 662.774.2

ОБРАБОТКА ИНДИКАТОРНЫХ ДИАГРАММ

В. А. ШАПОРЕВ, ассистент

Р. С. ДАРГЕЛЬ, ассистент

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

Введение. 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 автотракторной техники, работающей на альтернативных возобновляемых видах топлива [1].

Значительное отрицательное воздействие автотракторной техники на окружающую среду можно снизить, используя двух топливные системы питания. Такие системы питания позволяют работать двигате-

лям по газожидкостному циклу. В качестве газообразного топлива можно применять биогаз. Так как биогаз является одним из возобновляемых источников. Биогаз дает хорошую возможность полностью или частично заместить топливо нефтяного происхождения. Ведь известно, что применения биотоплив очень положительно воздействует на парниковый эффект и снижает вредные выбросы с ОГ [2, 3].

Рассмотрим процесс сгорания, обработку и построение индикаторных диаграмм дизельного двигателя 4ЧН 11,0/12,5 при работе по газожидкостному циклу на смесях ДТ с БГ.

Основная часть. Период задержки воспламенения φ_i (τ_i) в дизельном двигателе определяется по индикаторной диаграмме как угол или время от момента начала впрыскивания до момента начала заметного повышения давления, фиксируемого по моменту отрыва кривой нарастания давления при сгорании от кривого давления прокрутки. На данном участке интенсивность процессов стока и выделения теплоты за счет испарения и сгорания примерно одинакова. Процессом теплоотдачи в стенки, выгоранием топлива и его влиянием на скорость тепловыделения можно пренебречь.

При работе дизеля 4ЧН 11,0/12,5 (Д-245.5S2) на смесях 85 % ДТ + 15 % БГ, 70 % ДТ + 30 % БГ введем несколько упрощающих расчет допущений. Для заданных условий фиксируем показатель адиабаты сжатия на уровне $n_1 = 1,32$. Температуру T_a в конце впуска также зафиксировалась для каждого состава, теплоемкость воздуха C_v принимаем постоянной для всех режимов работы дизеля (рис. 1).

Выражение для расчета периода задержки воспламенения смесей 85 % ДТ + 15 % БГ, 70 % ДТ + 30 % БГ по нагрузочным и скоростным характеристикам принимает следующий вид [4]:

$$\bar{\varphi}_i = \frac{\varphi_i}{\varphi_{впр}} = \sqrt{6 \cdot n \cdot 10^{-4}} \left\{ \frac{1 - \Theta_{HB}}{a} \cdot \Theta_{оп.впр}^p + 0,085 \cdot \left(2 + \frac{\varphi_{впр}}{\Theta_{оп.впр}} \right) \cdot \frac{\sqrt{a_1 - 1}}{\Psi \cdot \Theta_{оп.впр}} \right\}, \quad (1)$$

где a , a_1 – коэффициенты, зависящие от конструктивных параметров дизеля и параметров топливоподачи;

Ψ – относительная скорость химических реакций (отношения характеристик выделения и стока теплоты);

$\varphi_{впр}$ – длительности впрыскивания топлива;

$\Theta_{оп.впр}$ – угла опережения впрыскивания топлива;

Θ_{HB} – безразмерной температуры в момент начала впрыскивания;

φ_i – период задержки воспламенения в градусах п. к. в.;

n – частота вращения коленчатого вала (мин^{-1});

$\Theta_{\text{оп.впр}}^P$ – расчетный угол опережения впрыскивания топлива.

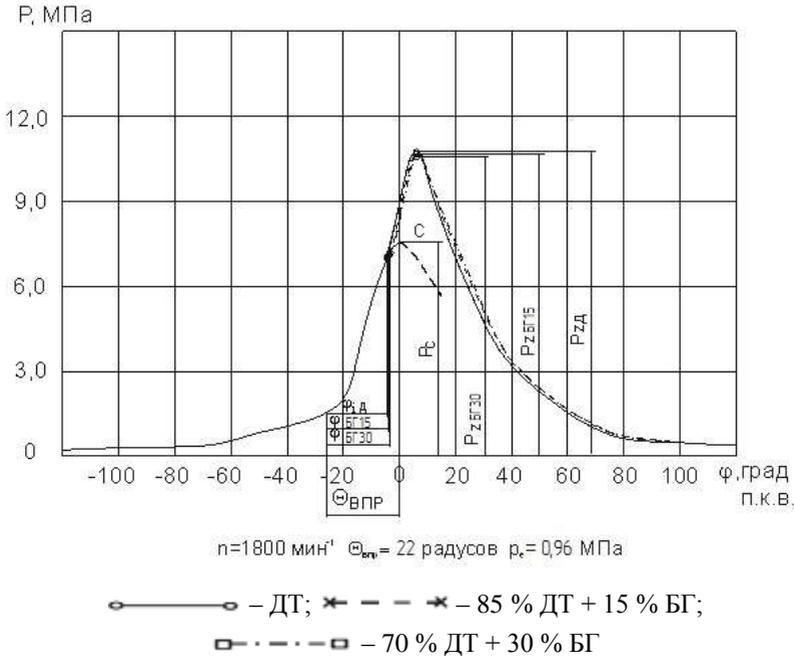


Рис. 1. Влияние применения смесей 85 % ДТ + 15 % БГ, 70 % ДТ + 30 % БГ на индикаторные диаграммы дизельного двигателя 4ЧН 11,0/12,5

Максимального давления цикла P_z определяем в зависимости от количества испарившегося за период задержки воспламенения топлива. Для предварительного расчета можно воспользуемся зависимостью [4]:

$$P_z = P_c + 5,39 \cdot 10^{-4} \cdot m_{v,i} \cdot H_u \cdot (n_1 - 1) / V_c, \quad (2)$$

где P_c – давление в конце сжатия (МПа);

$m_{v,i}$ – количество топлива, испаряющегося за период задержки воспламенения (г);

H_u – теплота сгорания топлива (кДж/кг);

n_1 – показатель сжатия;
 V_c – объем камеры сжатия (м^3).

Количество топлива, испаряющегося за период задержки воспламенения $m_{v,i}$ определим по формуле [4]:

$$m_{v,i} \approx (45 \dots 55 \%) \cdot (q_{ц. ДТ} + q_{ц. БГ}), \quad (3)$$

где $q_{ц. ДТ}$ – цикловая подача ДТ;

$q_{ц. БГ}$ – цикловая подача БГ.

Максимальную скорость нарастания давления $(dp / d\varphi)_{\max}$ и среднюю скорость нарастания давления $(\Delta p / d\varphi)_{\text{ср}}$, определим по известной зависимости с учетом характерных особенностей суммарного топлива [4]:

$$\left(\frac{dp}{d\varphi} \right)_{\max} = \frac{6 \cdot n \cdot 10^{-3}}{\sqrt{K_{T,\Sigma} \cdot d_{20,\Sigma}^{20}}} \cdot \frac{P_z \cdot P'}{\varphi_i} \cdot \left(\frac{m_{v,i}}{q_{цДТ}} \cdot \frac{1 + q_{цБГ} / (q_{цДТ} \cdot \alpha)}{1 + q_{цБГ} / q_{цДТ}} \cdot \bar{\tau}_i \cdot \frac{100}{ЦЧ_{\Sigma}} \right), \quad (4)$$

где $K_{T,\Sigma}$ – фактор, характеризующий свойства топлива;

$d_{20,\Sigma}^{20}$ – коэффициент, характеризующий отношение плотности топлива;

P' – теоретическое давление конца сжатия (МПа);

$\bar{\tau}_i$ – время (с);

$ЦЧ_{\Sigma}$ – суммарное цетановое число топлива.

$$\left(\frac{\Delta p}{d\varphi} \right)_{\max} = (P_z \cdot P'_c) \cdot (\varphi_z + \Theta_{оп.спр}^P - \varphi_i), \quad (5)$$

где P_z – максимального давления цикла;

φ_z – угол нарастания давления.

Анализируя график, видно, что при увеличении содержания в смеси БГ, кривая сдвигается в сторону поздних углов φ_i . Соответственно, $\varphi_{i ДТ} = 20,2$ градуса, а значения углов, соответствующих действительному моменту впрыскивания при работе дизеля на смесях 85 % ДТ + 15 % БГ, 70 % ДТ + 30 % БГ равны $\varphi_{i БГ15} = 21,3$ градуса и $\varphi_{i БГ30} = 21,9$ градус. По аналогии наблюдается снижение давления P_z с увеличением концентрации БГ в смеси.

Заключение. Применение новых составов топлив 85 % ДТ + 15 % БГ и 70 % ДТ + 30 % БГ вызывает снижение жесткости процесса сго-

рания и максимального давления цикла дизеля. Кривая давления незначительно сдвигается в сторону поздних углов φ_i . Следует то, что с увеличением содержания БГ в смесевых составах замедляется процесс сгорания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шапоров, В. А. Исследование эффективных и экологических показателей дизеля на смесях дизельного топлива с биогазом / В. А. Шапоров, А. Н. Карташевич // Вестник БГСХА. – 2020. – № 1. – С. 122–126.

2. О возобновляемых источниках энергии: Закон Респ. Беларусь от 27 декабря 2010 г. № 204-З с изм. и доп. от 09 января 2017 г. // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2011. – № 2. – 2/1756.

3. Альтернативные виды топлива для двигателей / А.Н. Карташевич [и др.] // Горки: БГСХА – 2012. – С. 376.

4. Аднан, И. Ш. Расчет периода задержки воспламенения в дизеле в условиях двухфазного смесеобразования / И. Ш. Аднан, Г. М. Камфер, В. Н. Луканин // Совершенствование автотракторных двигателей внутреннего сгорания: труды МАДИ. – Москва, 1985. – 325 с.

Аннотация. Статья посвящена исследованию процесса сгорания, обработке и построению индикаторных диаграмм дизельного двигателя 4ЧН 11,0/12,5 при работе по газожидкостному циклу на смесях ДТ с БГ.

Ключевые слова: индикаторная диаграмма, давление, дизель, биогаз, данные.

УДК 621.43.057

ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО БИОТОПЛИВА В АВТОТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЯХ

А. И. ШИПИН¹, аспирант

Р. С. ДАРГЕЛЬ², аспирант

¹ФГБОУ ВПО «Вятский государственный университет»,

Киров, Российская Федерация;

²УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,

Горки, Республика Беларусь

Введение. В последние годы расширяется применение биотоплив в двигателях внутреннего сгорания. В процессе эксплуатации двигателя значительное внимание уделяется вопросам его эффективной, экономичной работы, а также эмиссии отработавших газов в окружающую среду [1, 4].

Так как запас нефтяных месторождений ограничен, а цены на нефтепродукты растут, то все больший интерес проявляется именно к топливам из возобновляемых ресурсов. В первую очередь – это биотоплива. Они имеют растительное происхождение, их сырьевой запас практически неограничен и возобновляем.

Применительно к условиям Российской Федерации, биотоплива целесообразно производить из рапсового (РМ), подсолнечного (ПМ) масел, спиртов (метанол, этанол), некоторых газов (биогаз, биоводород, метан). Это объясняется экологичностью и сравнительной простотой процесса получения биотоплива, сравнительно невысокой стоимостью и приемлемой воспламеняемостью в камере сгорания дизеля. При их сгорании отмечается также снижение токсичности отработавших газов (ОГ) дизеля.

В эксплуатации целесообразно использовать биотоплива в качестве экологической добавки к нефтяным ДТ, так как в этом случае не возникает необходимости внесения изменений в конструкцию дизеля и его систем, изменения первоначальных регулировок по цикловой подаче, углу опережения впрыскивания и другим. Объясняется это тем, что состав смеси должен обеспечивать свойства, близкие к свойствам нефтяного ДТ.

В процессе работы дизельного двигателя имеет значение качество применяемого топлива, его состав, стабильность и его влияние на показатели работы топливopодающей аппаратуры (ТПА).

Одна из основных проблем использования растительных масел (в том числе РМ) в качестве топлива для дизеля – их повышенная вязкость [6, 7]. Она оказывает существенное влияние на параметры процесса топливopодачи, впрыскивания и распыливания топлива, ухудшая качество протекания указанных процессов.

С другой стороны, снизить показатели вязкости возможно добавлением спиртов в состав, тем самым получив многокомпонентное биотопливо. Спирты, прежде всего этанол (Э), при сгорании выделяют меньше экологически вредных веществ, чем нефтяное топливо. Основной недостаток этанола как топлива – вдвое меньшая теплотворная способность в сравнении с ДТ. Также относительно высокая электропроводность в совокупности с более высоким содержанием кислорода требует защиты деталей топливopодающей аппаратуры (ТПА) от коррозии. При применении чистого этанола возникает проблема смазки топливной аппаратуры.

На основании вышеизложенного предполагается целесообразным использование многокомпонентного биотоплива, в состав которого входит наряду с чистым дизельным топливом (ДТ), рапсовое масло (РМ) и этанол (Э).

В таком случае вязкости рапсового масла и этанола взаимно дополняются. Вязкостные характеристики смесевых жидкостей возможно исследовать, используя теоретические подходы, основанные на описании взаимодействия компонентов смеси [8, 9]. Однако, в полной мере получить теоретические формулы, описывающие вязкостные характеристики смесей РМ, Э и ДТ, практически невозможно, ввиду сложности состава компонентов указанных топлив.

Основная часть. С целью проверки правильности сделанных теоретических предположений были проведены сравнительные испытания работы топливной аппаратуры (рис. 1). Применялись смеси рапсового масла холодного отжима, спирта этилового технического гидролизного по ГОСТ Р 55878–2013 и дизельного топлива марки Л–0,5–40 по ГОСТ 305–2013 различного состава.



Рис. 1. Исследование многокомпонентного биотоплива на стенде КИ-22210-02М-11

Испытания проводились на стенде КИ-22210-02М-11 с электронной приставкой для регулировки топливных насосов высокого давления (ТНВД). Использовались серийные форсунки 455.1112010-50, устанавливаемые на дизеле 4ЧН 11,0/12,5 (Д-245.5S2) и топливный насос типа 4УТНМ. Снималась внешняя скоростная характеристика ТНВД в диапазоне от пусковой частоты вращения до частоты полного выключения подачи.

В процессе испытаний определялась производительность насосных секций, их цикловая подача. Кроме того, подсчитывалась неравномерность подачи топлива секциями ТНВД по известной зависимости.

Полученные экспериментальные данные косвенно подтверждают предположения насчет целесообразности применения многокомпонентного биотоплива с точки зрения улучшения свойств суммарного топлива.

Смазывающие свойства РМ нивелируют агрессивное воздействие Э на топливную аппаратуру. Эмиссия токсичных компонентов с ОГ заметно уменьшается (в первую очередь, это относится к показателям дымности и выбросам других продуктов неполного сгорания топлива, которые уменьшаются при использовании биотоплив примерно в два раза). Одновременно происходит компенсация других эксплуатационных свойств топлива.

Нерешенной проблемой при использовании многокомпонентных топлив является разработка устройств для его приготовления, создание модернизированных систем питания и регулирования дизеля, а также оптимизация их состава.

Использование многокомпонентных смесевых биотоплив на основе растительных масел, спиртов и дизельного топлива в сочетании с оптимизацией их состава позволит достичь требуемых показателей топливной экономичности и токсичности отработавших газов автотракторных дизелей, уменьшит использование невозполнимых природных ресурсов [10].

Заключение. На основании вышеперечисленного можно сделать следующие выводы:

1. Применение многокомпонентных составов биотоплив в дизеле следует считать перспективным.
2. Можно ожидать, что эмиссия основных токсичных компонентов ОГ дизеля заметно уменьшится при его работе на смесевом биотопливе.

3. Применение многокомпонентных составов биотоплив позволит скомпенсировать отдельные отличительные их свойства для дальнейшего применения в двигателях без изменения их конструкции и регулировок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карташевич, А. Н. Применение этанолсодержащих топлив в дизеле / А. Н. Карташевич, С. А. Плотников, Г. Н. Гурков. – Ч. 1. – Киров, 2011. – 115 с.
2. Альтернативные виды топлива для двигателей: монография / А. Н. Карташевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2013. – 376 с.
3. Карташевич, А. Н. Применение топлив на основе рапсового масла в тракторных дизелях. Монография / А. Н. Карташевич, С. А. Плотников, В. С. Товстыка. – Киров, Авангард, 2014. – 144 с.
4. Шипин, А. И. Применение многокомпонентного биотоплива в дизеле / А. И. Шипин, С. А. Плотников // Будущее технической науки. – Нижний Новгород: НГТУ им. Р. Е. Алексеева, 2020. – С. 187–188.
5. Плотников, С. А. Влияние состава спиртосодержащего топлива на показатели процесса топливоподачи / С. А. Плотников, С. Н. Гушин, С. Р. Лебедев // Двигателестроение. – 2004. – № 3. – С. 43–45.
6. Семенов, В. Г. Альтернативные топлива растительного происхождения / В. Г. Семенов, А. А. Зинченко // Химия и технология топлив и масел, 2005. – № 1. – С. 29–34.
7. Смаль, Ф. В. Перспективные топлива для автомобилей / Ф. В. Смаль, Е. Е. Арсенов. – Москва: Транспорт, 1979. – 151 с.
8. Eyring, H. Viscosity, plasticity and diffusion as examples of absolute reaction rates / H. Eyring // The Journal of Chemical Physics. – 1936. – Vol. 4, No. 4. – P. 283–291. DOI: 10.1063/1.1749836
9. McAllister, R. A. The viscosity of liquid mixtures / R. A. McAllister // AIChE Journal. – 1960. – Vol. 6, No. 3. – P. 427–431. DOI: 10.1002/aic.690060316.
10. Плотников, С. А. Улучшение эксплуатационных показателей дизелей путем создания новых альтернативных топлив и совершенствования топливоподающей аппаратуры: автореф. дисс. д-ра. техн. наук / С. А. Плотников. – Нижний Новгород: НГТУ, 2011. – 40 с.

Аннотация. Рассматривается актуальность использования многокомпонентных топлив из возобновляемых сырьевых ресурсов растительного происхождения. Взаимодействие, схожесть и различность свойств биотоплива с дизельным топливом. Влияние состава многокомпонентного топлива на отработавшие газы. Рациональность использования и эффективность в применении многокомпонентных биотоплив для автотракторных дизелей.

Ключевые слова: дизельное топливо, многокомпонентное биотопливо, вязкость, ТПА, двигатель.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Азаренко В. В., Мисун Ал-й Л., Илюкович А. Д. Устройство для повышения обзорности и безопасности управления фронтальным погрузчиком	3
Байботаева А. Д., Кенжалиева Г. Д., Босак В. Н. Разработка устройства для учета люмбрицид в почве	6
Босак В. Н., Кондраль А. Е., Сачивко Т. В. Требования охраны труда в различных отраслях АПК	9
Garmaza A. K., Yermak I. T., Garmaza A. A. Current issues affecting safety of labor of agricultural workers	13
Дашков В. Н., Мисун Л. В., Рудковская А. П. Устройство для снятия утомления и предупреждения от засыпания за рулем транспортного средства	17
Досалиев К. С., Жантасов К. Т., Босак В. Н. Использование техногенных отходов в дорожном строительстве	20
Заурбеков Т. Т., Досалиев К. С., Босак В. Н. Асбест и асбестовые изделия: характеристика, безопасность и перспективы	23
Малашевская О. В., Романенков В. А. Мероприятия по охране труда на зерноперерабатывающих предприятиях	26
Мисун Ал-р Л., Мисун И. Н., Кузнецов А. Г. Техническое решение и основные показатели звукоизоляции двухслойной конструкции из стекла кабины мобильной сельскохозяйственной техники	29
Мисун Л. В., Мисун В. Л., Агейчик О. Г. Техническое решение пожаротушения при возгорании мобильной сельскохозяйственной техники	33
Молюш Т. В., Корчик С. А., Бусел С. И. Повышение безопасности труда при выполнении технологических процессов уборки зерна	36
Перетрухин В. В., Домненкова А. В., Чернушевич Г. А., Босак В. Н. Роль органического вещества в повышении плодородия почвы и питания растений	41
Сачивко Т. В., Босак В. Н. Мероприятия по обеспечению радиационной безопасности в сельском хозяйстве	46
Сулейменов Н. М., Шапалов Ш. К., Босак В. Н. Состав и пожароопасность рудничных газов	50

Секция 2. МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Анищенко А. С., Гордеенко О. В., Гусаров В. В., Босак В. Н. Эффективность использования устройства для повышения равномерности распределения семян вдоль рядка	54
Клочков А. В., Маркевич А. Е., Емельяненко А. А. Разработка устройства к опрыскивателю для омагничивания воды	58
Гордеенко О. В., Цыганкова Е. В., Шкуратов Е. С. Возможности совмещения операций при возделывании корнеклубнеплодов по гребневой технологии	63
Шкуратов С. С. Обзор распределительных устройств камерных протравливателей семян	67
Пузевич В. В., Коцуба В. И., Пузевич К. Л. Анализ машин для посева пропашных культур под мульчирующую пленку	71

Секция 3. МЕХАНИЗАЦИЯ ЖИВОТНОВОДСТВА И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Козлов С. И. Сущность и необходимость упрощенного структурного анализа систем автоматизации	76
Крупенин Ю. А., Крупенин П. Ю. Теоретическое исследование рабочего процесса скреперного навозоуборочного оборудования в проходах с подпольным каналом	80
Мачёхин К. А. Ресурсосберегающие технологии в животноводстве	86
Мелехов А. В. Экономическое обоснование способов механизации молочно-товарных комплексов	89
Острейко А. А. К обоснованию необходимости правильного подбора и подготовки сырья для биогазовых установок	93
Смиченков А. С. Системы охлаждения молока	100
Шаршунов В. А. Особенности анаэробной обработки бесподстилочного навоза и навозных стоков с получением биогаза	105
Шаршунов В. А. Определение энергозатрат на досушивание пророщенного зерна ржи, пшеницы и тритикале в сушилке-диспергаторе	110

Секция 4. ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Коцуба В. И., Ничипорук С. Н. Влияние обводненности нефтяных масел на их эксплуатационные показатели	114
Савенок Л. И., Брезгунов Г. В. Механизм действия металлолакирующей присадки «Гретерин-3» во время приработки деталей ЦПГ	120
Сулима Е. В., Коцуба В. И. Методика лабораторных исследований герметичности цилиндропоршневой группы	125

Секция 5. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Лабурдов О. П., Сысоев А. А., Валоженич Г. А. Определение реактивных усилий комбинированного сошника с разновеликими дисками	129
Пузевич К. Л., Коцуба В. И., Пузевич В. В., Филиппов А. И. Анализ мульчирующих пленок	135
Самсонов В. Л., Греков Д. В. Какие нововведения подготовили для водителей в Кодексе об административных правонарушениях	138
Греков Д. В., Самсонов В. Л. Распространенные нарушения правил дорожного движения	141
Сентюров Н. С. Зависимость коэффициентов трения вороха льнокостры от влажности	151
Улахович А. Е., Улахович Н. В., Кецко В. Н. Методика расчета параметров рабочего органа вальцового типа	155
Филиппов А. И., Аутко А. А., Заяц Э. В., Пузевич К. Л. Нормы ленточного внесения удобрений модернизированным агрегатом АУ-М1 при междурядной обработке почвы	161
Цайц М. В., Домчев Ю. И. Исследование изгибающего воздействия роторного билно-вычесывающего устройства на ленту льна	164
Домчев Ю. И., Цайц М. В. Определение основных конструктивных параметров роторного устройства для обмолота льна	170

Секция 6. ТРАКТОРЫ, АВТОМОБИЛИ И МАШИНЫ ДЛЯ ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА

Бирюков А. Л., Новокшанов Ф. А., Плотников С. А. Газогенератор с возможностью регулирования производительности	176
Кучеров В. В., Борисов А. Л. Конструкции приводов роторов режущих аппаратов мелиоративных многороторных косилок	181
Бузиков Ш. В., Плотников С. А. Исследование применимости жидких альтернативных топлив	184
Глушков М. Н., Шапоров В. А. Основные методы и необходимость оптимизации состава многокомпонентных топлив	190
Грудович Е. Д., Карташевич А. Н. Влияние на экологические показатели альтернативных видов топлива на основе растительных масел	194
Грудович Е. Д., Карташевич А. Н. Обзор альтернативных видов топлива на основе растительных масел и предъявляемые им требования	199
Зубакин А. С., Плотников С. А., Малышкин П. Ю. Экономическая эффективность использования генераторного газа в качестве топлива	202
Казаков А. Л. Цифровая трансформация деятельности преподавателя на современном этапе: возможности и перспективы (на примере создания и использования Google форм)	206
Кантор П. Я., Мотовилова М. В. Характеристики смесеобразования при работе двигателя на активированном топливе	208
Карташевич А. Н., Плотников С. А. Исследование способов расширения топливной базы ДВС	213
Малышкин П. Ю. Обеспечение тяговой характеристики колесного трактора при работе на смешанном дизельно-газовом топливе	220
Кухаренок Г. М., Петухович Е. Д. Альтернативные топлива для автотракторной техники	225
Плотников С. А., Гневашев П. В., Карташевич А. Н. Безмоторные методы оценки эксплуатационных свойств альтернативных топлив	230
Пляго А. В., Втюрина М. Н. Анализ работы дизельного двигателя на высококонцентрированной этанола-топливной эмульсии	235
Рубец С. Г., Матвеев И. С., Ляцкий Р. А. Поворотный двухсекционный ковш для одноковшовых гидравлических экскаваторов	240
Матвеев И. С., Ляцкий Р. А., Рубец С. Г. Очистной ковш для экскаваторов-погрузчиков	243
Рудашко А. А. Улучшение маневренности колесного трактора с передними управляемыми колесами поворотом переднего моста	247
Сергеев Д. Г., Смольников М. В., Плотников С. А. Обеспечение безопасности дорожного движения на транспорте в Российской Федерации	251
Плотников С. А., Бузиков Ш. В., Шапоров В. А. Подход к исследованию рабочего процесса дизельного двигателя, работающего по газодизельному циклу	255
Шапоров В. А., Даргель Р. С. Обработка индикаторных диаграмм	259
Шипин А. И., Даргель Р. С. Применение многокомпонентного биотоплива в автотракторных дизелях	263

Научное издание

**ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ
В ТЕХНОЛОГИЯХ И МЕХАНИЗАЦИИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Сборник научных трудов

Выпуск 6

Редактор *Е. П. Савиц*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*

Подписано в печать 10.06.2021. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 15,18. Уч.-изд. л. 14,11.
Тираж 30 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.